

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Efecto del compost y microorganismos eficaces en la
recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de
Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Modesto Pajuelo, Gabriela Gaby

ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73146264

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

DATOS DE LOS JURADOS:

H

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en Ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día 05 del mes de mayo del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Raúl Cajahuanca Torres (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1000-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DEL COMPOST Y MICROORGANISMOS EFICACES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE MOLINO - PROVINCIA DE PACHITEA - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO 2022"**, presentado por el (la) Bach. **MODESTO PAJUELO, GABRIELA GABY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **1.5** y cualitativo de **B.U.E.N.O.** (Art. 47)

Siendo las **17.05** horas del día **05** del mes de **mayo** del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Cámara Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Raúl Cajahuanca Torres
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Secretario

Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS, asesor del PA INGENIERIA AMBIENTAL y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1552-2021-D-FI-UDH del 19 de noviembre de 2021; del Bachiller MODESTO PAJUELO, Gabriela Gaby de la investigación titulada **“EFECTO DEL COMPOST Y MICROORGANISMOS EFICACES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE MOLINO – PROVINCIA DE PACHITEA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO 2022”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 20 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio y cumple con todas las mas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud de interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 16 de mayo del 2023

Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas

DNI: 22471306

ORCID: 0000-0002-5114-4114

1ERA REVISIÓN POST SUSTENTACIÓN

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.udh.edu.pe Internet Source	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	2%
3	1library.co Internet Source	2%
4	hdl.handle.net Internet Source	1%
5	repositorio.unheval.edu.pe Internet Source	1%
6	distancia.udh.edu.pe Internet Source	1%
7	repository.lasalle.edu.co Internet Source	1%
8	www.slideshare.net Internet Source	<1%
9	Submitted to Universitat Politècnica de València Student Paper	<1%



Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas

DNI: 22471306

ORCID: 0000-0002-5114-4114

DEDICATORIA

A Dios por permitirme y darme las fuerzas para continuar con mi carrera profesional.

A mi padre Isidoro Modesto Huaman y mi madre Dionicia Pajuelo Albornoz, por ser la inspiración perfecta para continuar con mis estudios y salir adelante.

A Gabriela Modesto, por la valentía, esfuerzo, confianza y superación en los momentos de flaqueza.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecerle al Señor, por brindarme la fuerza para darle continuidad a mis proyectos y poder cumplir uno de mis objetivos académicos más anhelado.

Agradezco a mi padre Isidoro Modesto y mi madre Dionicia Pajuelo por su infinita comprensión, sacrificio y por su ayuda incondicional. Mucha gratitud hacia ustedes, papá y mamá.

A mis hermanos Alex, Henry y Leo por su asistencia emocional, por su cariño y su cooperación incondicional durante mis estudios.

Agradezco a Jhenry Rupay por la motivación, comprensión, apoyo emocional y brindarme el equilibrio que necesitaba para continuar con mi proyecto.

A mis amigos, Edgardo Simon y familia, por brindarme la colaboración del terreno para la ejecución de mi trabajo de investigación.

Querido asesor Mg. Simeón Calixto, le agradezco por su paciencia y por haberme compartido sus conocimientos en la ejecución de mi proyecto de investigación.

Quiero exteriorizar mi más candoroso agradecimiento a los docentes del Programa Académico de Ingeniería Ambiental por compartir sus conocimientos durante mi formación universitaria.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	16
1.5.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO.....	16
1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2. BASES TEORICAS	27
2.2.1. COMPOST.....	27
2.2.2. MICROORGANISMOS EFICACES.....	35
2.2.3. SUELO.....	37

2.2.4. DEGRADACIÓN DEL SUELO	47
2.2.5. RECUPERACIÓN DE SUELOS	47
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	49
2.4. HIPÓTESIS	50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	50
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICO	50
2.5. VARIABLES.....	51
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	51
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	51
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	52
CAPITULO III.....	53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1. ENFOQUE	53
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	53
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	53
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.2.1. POBLACIÓN.....	55
3.2.2. MUESTRA	55
3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .56	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	57
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	58
CAPITULO IV	60
RESULTADOS	60
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	60
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..65	
CAPITULO V	69
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos más Destacados de la Materia Orgánica en los Suelos Cultivados (Terrón,1992)	31
Tabla 2 Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de los parásitos y patógenos más comunes(Golueke,1972)	33
Tabla 3 Contenido de N, P,K en el Compost.....	35
Tabla 4 Conjunto de Indicadores Físicos, Químicos y Biológicos Propuesto para Monitorear los Cambios que Ocurren en el Suelo. Larson y Pierce, (1991); Doran Y Parkin, (1994); Seybold, (1997)	38
Tabla 5 Clases Texturales de suelos	40
Tabla 6 Niveles de materia orgánica.....	41
Tabla 7 Clasificación de los suelos según el pH	42
Tabla 8 Interpretación de Nitrógeno Disponible	43
Tabla 9 Interpretación de Potasio Disponible.....	44
Tabla 10 Niveles de fósforo (ppm)	45
Tabla 11 Valores de la CIC	46
Tabla 12 Aplicación de los tratamientos.....	59
Tabla 13 Propiedad física del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022.....	60
Tabla 14 Propiedades químicas del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022	62
Tabla 15 Prueba de normalidad de los datos	64
Tabla 16 ANOVA para los indicadores de la propiedad físico (Textura).....	65
Tabla 17 ANOVA para los indicadores químicos	66
Tabla 18 Tabla interpretativa del efecto sobre el suelo agrícola degradado antes y después de la intervención	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases del compostaje según Roman, (FAO, 2013).....	30
Figura 2 Triangulo de clasificación de suelos según su textura	39
Figura 3 Diseño experimental en campo.....	54
Figura 4 Diseño de la unidad experimental.....	55
Figura 5 Propiedad física (arena, arcilla y limo) del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost y microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022	61
Figura 6 Propiedades químicas del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022	63

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Muestreo de suelos	88
Fotografía 2 Extracción de las muestras	88
Fotografía 3 Recojo del compost.....	89
Fotografía 4 Recojo de la primera muestra de suelo (pre test)	89
Fotografía 5 Identificación de cada unidad experimental	90
Fotografía 6 Primera aplicación de los tratamientos.....	90
Fotografía 7 Aplicación de los insumos.....	91
Fotografía 8 Después de cada aplicación se realizó el volteo (cospeo) de cada unidad experimental.....	92
Fotografía 9 Visita a campo del asesor el Mg. Simeón Calixto posterior a la tercera aplicación	92
Fotografía 10 Recojo de muestras del suelo por cada unidad experimental (16 muestras)	93
Fotografía 11 Entrega de las 16 muestras al laboratorio.....	94

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como **objetivo general** demostrar el efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco 2022, la **metodología** que se utilizó en la investigación fue de enfoque cuantitativo, alcance explicativo y de diseño experimental. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar(DBCA), con 4 bloques, 4 tratamientos (compost, microorganismos eficaces, compost más microorganismos eficaces y testigo) con 4 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales y 4 aplicaciones cada 20 días. Durante los 80 días de intervención en campo. Para realizar la prueba de hipótesis se desarrolló con la prueba de ANOVA, al nivel de significación de 5 % entre tratamientos y repeticiones, para la comparación de los resultados del antes y después del uso de los tratamientos se utilizó la tabla interpretativa. Los **resultados** obtenidos para la propiedad física, si hubo diferencia significativa en la textura (arcilla) con el tratamiento 3 (compost más microorganismos eficaces) siendo un suelo franco a diferencia al resultado inicial que fue franco arcilloso. Para la propiedad química existe diferencia significativa en el pH modificando de 4.6 al inicio a 5.4 con el tratamiento 1 (compost) y 5.3 con el tratamiento 3 (compost más microorganismos eficaces). Se **concluye** que el tratamiento 1 y tratamiento 3 tienen efecto significativo en las propiedades físico y químico del suelo agrícola degradado del Distrito de molino, contribuyendo a la recuperación de nutrientes en el suelo.

Palabras claves: compost, microorganismos eficaces, suelo agrícola degradado, recuperación de suelos.

ABSTRACT

The general objective of this research work was to demonstrate the effect of compost and effective microorganisms in the recovery of degraded agricultural soils in the District of Molino - Province of Pachitea - Department of Huánuco 2022, the methodology used in the research was of quantitative approach, explanatory scope and experimental design. A Completely Randomized Block Design (CSBD) was used, with 4 blocks, 4 treatments (compost, effective microorganisms, compost plus effective microorganisms and control) with 4 replications, making a total of 16 experimental units and 4 applications every 20 days. During the 80 days of field intervention. The hypothesis test was carried out with the ANOVA test, at a significance level of 5% between treatments and replicates, for the comparison of the results before and after the use of the treatments, the interpretative table was used. The results obtained for the physical property, if there was a significant difference in the texture (clay) with treatment 3 (compost plus effective microorganisms) being a loam soil as opposed to the initial result which was clay loam. For the chemical property, there was a significant difference in pH, changing from 4.6 at the beginning to 5.4 with treatment 1 (compost) and 5.3 with treatment 3 (compost plus effective microorganisms). It is concluded that treatment 1 and treatment 3 have a significant effect on the physical and chemical properties of the degraded agricultural soil of the Mill District, contributing to the recovery of nutrients in the soil.

Key words: compost, effective microorganisms, degraded agricultural soil, soil recovery.

INTRODUCCIÓN

El suelo es sustancial para el desarrollo de diversas actividades, como la agricultura. En la agricultura se usan diferentes productos dañinos para el suelo, como los productos químicos y el manejo de la técnica del monocultivo. Siendo esta actividad que viene afectando o modificando las propiedades físicas, microbiológicas y químicas del suelo. Esto considerada degradación del suelo por la falta de nutrientes principales para el desarrollo de alguna planta.

Por esta razón existen diferentes métodos de poder nutrir los suelos, el uso de abonos orgánicos nos permite poder mejorar su fertilidad. El compost y microorganismos eficaces son abonos orgánicos que ayudan a reponer los nutrientes al suelo.

El compost ayuda a mejorar las propiedades físicas (a estabilizar la textura), químicas (regular el pH y conserva la provisión de nitrógeno) y microbiológicas (ayuda a regular la actividad microbiana).

Los Microorganismos eficaces aporta la rápida descomposición de la materia orgánica y aumenta las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Donde ambos abonos proporcionan nutrientes para la recuperación y conservación de su fertilidad del suelo. Si no se diera la recuperación del suelo agrícola disminuirá cada vez la cantidad y calidad de los alimentos.

La investigación contribuye como referencia a próximas interrogantes en cuanto a recuperación de suelos agrícolas degradados con el uso de cualquier tipo de abonos orgánicos. Por ello el informe consiste en la descripción del problema, formulación del problema. Se detalla el objetivo general y los objetivos específicos, justificación, limitaciones y la viabilidad de la investigación.

Seguidamente se detalla los antecedentes (internacionales, nacionales y locales), bases teóricas, definiciones conceptuales, hipótesis, variables y el

cuadro de operacionalización. Luego se especifica el tipo de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y técnicas para el procesamiento y análisis de información.

Luego se especifica los resultados obtenidos en el antes y después de la intervención, procesamiento de datos, contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis. Para poder finalizar se explica la discusión de los resultados, se resume la conclusión, las recomendaciones y se detalla la referencia bibliográfica y se reseña los anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Silva y Correa (2009) nos describen que el suelo es una parte sustancial del hábitat en el que se desarrolla la vida. Es vulnerable, de arduo trabajo de recuperación y de extensión limitada, por lo que se considera un recurso natural no renovable.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2019) Identificaron las principales actividades antropogénicas contaminantes del suelo, los productos químicos utilizados o generados por las actividades industriales, residuos domésticos, residuos municipales, aguas residuales y los productos agroquímicos. Estos productos químicos se liberan accidental o intencionalmente al medio ambiente. Como es el caso del uso de fertilizantes y plaguicidas. Estas actividades representan un problema creciente.

Juárez et al., (2006) describen que una de las actividades que se realiza en el suelo es de uso agrícola, el incremento de la actividad agrícola o el uso de la técnica del monocultivo ocasionando la pérdida de fertilidad del suelo, facilitando el ingreso de plagas y provocando el uso mayor de productos químicos para aumentar sus cosechas en suelos empobrecidos.

Según Gardner (2020) internacionalmente los fertilizantes sintéticos están relacionados con la mayor parte de la producción de alimentos. Según Del Puerto et al (2014) el uso de los plaguicidas también se da por la aplicación directa en los cultivos agrícolas, a su vez se hace el uso inadecuada de ambos productos químicos. González (2019) la aplicación excesiva ha provocado la eutrofización, contaminación de las aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo, reducción de la biodiversidad y desequilibrios biológicos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO,2019) señala los principales impactos negativos del uso

de productos químicos que pueden llevar a la acumulación de metales pesados, a la salinidad del suelo, la eutrofización del agua y la acumulación de nitrato, los cuales pueden ser origen de la contaminación ambiental siendo amenaza para la salud humana. González (2019) indica que hay variación del pH en el suelo, la pérdida de micro fauna y el deterioro de la estructura del suelo.

En el Perú, el cultivo de papa es el 8,8% con mayor superficie territorial de sembrío. Considerado uno de los cultivos con mayor uso de productos químicos. Los productores ascienden a 971 mil 200 representando el 43,9% que usan fertilizantes químicos, aumentando en un 50% respecto a 1994 (39,5%) según (INEI ,2012).

Chung (2008) señala que la contaminación del suelo perjudica principalmente a las zonas agrícolas rurales, a consecuencia del uso de ciertas técnicas agrícolas.

INEI (2012) describe que la región Huánuco es considerado uno de los departamentos que producen a mayor escala el cultivo de papa y a su vez los usos en aplicación de fertilizantes sintéticos. De 106 356 agricultores en total, 8 625 indican que realizan el uso de una cantidad suficiente, 38 508 personas indican el uso en poca cantidad y 59 223 personas que no aplican.

En el presente proyecto se realizó el uso del compost en coordinación con la Sub Dirección de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la Dirección de Gestión de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Huánuco y por intercambio de compost por botellas reciclados (Reciclatón del 6 de agosto del 2022), siendo una alternativa para poder utilizar como materia prima en otras actividades como en la agricultura.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es el efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la composición de la propiedad física del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces?
- ¿Cuál será la composición de la propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces?
- ¿Existirán diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola degradado?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Demostrar el efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022.

1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir la propiedad física del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.
- Describir la propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.
- Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola degradado.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación se desarrolló por una razón específica, para el beneficio ambiental, económico y social en el Distrito de Molino, para que puedan tener una producción mucho más estable en la agricultura.

1.5.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Campo et al. (2014) señalan en su investigación que el uso de microorganismos eficaces aporta a mejorar la calidad del suelo, recuperar su fertilidad, incrementa el pH y el contenido de nitrógeno. Siendo una opción en proporcionar nutrientes para recuperar su fertilidad del suelo. Según Umaña et al. (2017) en su investigación muestran que tiene efecto sobre los sistemas edáficos productivos con un alto beneficio.

Negro et al. (2000) señala que el compost contiene un gran potencial de nutrientes, ayuda en la fertilidad y mejora las características físico, químicas y microbiológicas del suelo. La FAO (2013) señala que el alto contenido de materia orgánica contribuye además a evitar la acidificación del suelo.

Por esta razón en el proyecto de investigación se utilizó el compost y microorganismos eficaces para poder determinar el efecto en las propiedades físico y químico del suelo agrícola degradado.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO

Una alternativa de mantener un suelo estable y tener buenos rendimientos de cultivos, incluye el uso de abonos orgánicos, fijadores de nitrógeno, residuos domésticos transformados en abono (compost) y el uso de microorganismos. Presentando sus beneficios ecológicos y económicos en la disminución del costo de producción en la aplicación de productos químicos como los insecticidas y fertilizantes sintéticos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2003).

1.5.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Los agricultores pequeños son agentes principales que se han convertido en la destrucción, en la sobreexplotación de los recursos naturales, ocasionado por la escasez de suelos sanos para el desarrollo de la agricultura y por la falta de otras oportunidades para el desarrollo de la economía. Por ello es importante y necesario poder ampliar el conocimiento y mejorar la educación ambiental en los agricultores sobre temas direccionados a la producción, el uso de abonos orgánicos y la reducción del uso productos químicos. Zhengfang (Como se citó Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2003).

Con el proyecto de investigación se busca tener resultados que ayuden a la comunidad a desarrollar otros tipos de técnicas para mantener la fertilidad del suelo.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación existió las siguientes limitaciones:

- Poca disponibilidad de información de recuperación de suelos con alguna técnica en el Distrito de Molino.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

En el trabajo de investigación fue viable por lo siguiente:

- Se pudo tener la accesibilidad a la información y área de investigación en la comunidad.
- Se pudo tener coordinación para el uso del compost, con la Sub Dirección de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la Dirección de Gestión de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Huánuco.

- Se logró obtener compost por intercambio con botellas reciclados (Reciclatón del 6 de agosto del 2022)
- Disponibilidad de recurso económico para los gastos que se realizaron.
- Accesibilidad para el proceso de muestreo de suelo.
- Se tuvo acceso al terreno de experimento.

Lugar de Intervención: Distrito de Molino, Provincia de Pachitea del Departamento de Huánuco.

✓ Zona 18 L

✓ Coordenadas: 386834.72 m E

8902899.87 m S

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Hernández (2017) en su proyecto de tesis “*Efecto del compost y vermicompost de estiércol pecuario, en el suelo y en la producción de jitomate y maíz*” de la Universidad Autónoma del Estado de México en Temascaltepec, Estado de México 2017. El **objetivo** de su proyecto de investigación fue evaluar el efecto de la aplicación combinada de fertilizantes inorgánicos y orgánicos (compost: CC y vermicompost: VCC de estiércol de caprino) en la propiedad física del suelo y conocer el efecto en sus indicadores en los cultivos de jitomate y maíz (crecimiento y rendimiento). Como **metodología** desarrolló 2 experimentos en cultivos de jitomate y maíz, utilizó el diseño experimental completamente al azar (4 repeticiones) para cada uno. El jitomate fue cultivado en medio de un invernadero, el tratamiento 1 (T1) realizó el uso de fertilización convencional (FC) al 100 %, en el tratamiento 2 (T2) utilizó fertilización convencional al 75% más compost (CC), para el tratamiento 3 utilizó fertilización convencional (FC) al 75 % más VCC, para el tratamiento 4 utilizó fertilización convencional (FC) al 50 % más CC y el tratamiento 5 FC al 50 % más VCC, donde evaluó las variables de diámetro de tallo (DT), la longitud de crecimiento (LC), el rendimiento y algunas propiedades del suelo. Para el cultivo de maíz realizó en un espacio abierto, con los tratamientos: T1: FC al 100 %, T2: VCC (1.5 kg m²) y T3: VCC (3 kg m²), los indicadores que evaluó fue la altura de la planta, diámetro del tallo y la producción. Para el procesamiento de datos realizó con ANDEVA y la prueba de tukey ($p \leq 0.05$). En su **resultado** describe, en el cultivo de jitomate, en los tratamientos que incluyó AO (abono orgánico), la longitud de crecimiento fue mayor que con la fertilización convencional al 100%. El rendimiento del tratamiento T1 fue semejante al de T2 y T3, durante 63 días y al de T4 y T5, dentro de los 42 días.

Para pH en el T4 y T5 obtuvo mayor resultado que en T1, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en los tratamientos T4 y T5 obtuvo mayor resultado que en T1. Para P y K en el T1 fue superior que los tratamientos T4 y T5, en los porcentajes que variaron entre 11% y 17%. En el cultivo de maíz, el tratamiento con VCC a una tasa de 1.5 kg m², presentó valores más bajos de AP, diámetro de tallo y rendimiento. Según sus resultados obtenidos, **concluye** que al usar AO se disminuye la FC y sostiene el rendimiento de jitomate por un tiempo depende de la magnitud en que se reduzca la FC; además, se amortigua el efecto de la FC sobre algunas propiedades del suelo (pH, CIC, P y K). En el cultivo de maíz, con la aplicación de vermicompost en dosis altas (3 kg m²), es posible igualar el rendimiento que se obtiene con la FC.

Macana y Maldonado (2006) en su Artículo Científico “*Determinación y seguimiento a nivel de invernadero del metabolismo y la materia orgánica de un suelo erosionado de la localidad de Mondoñedo, utilizando el bioestimulante EM (Microorganismos eficientes) como recuperador de suelos*” de la Universidad de La Salle, Bogotá-Colombia, desarrolló con el **objetivo** de evaluar bajo condiciones de invernadero, la acción de los microorganismos eficientes (EM) mediante la determinación y seguimiento del metabolismo de la materia orgánica en una muestra de suelo erosionado del desierto de Zabrinsky, como **metodología** utilizó el diseño de bloques completamente al azar, haciendo el uso de 8 tratamientos con 3 repeticiones. Llevándose a cabo en un tiempo de 4 meses. Los **resultados** obtenidos para Materia Orgánica en los 68 días tienen una diferencia significativa a diferencia de la muestra inicial que fue 6.97%, T1:6.86%, T2:5.85%, T3:10.44%, T4:6.91%, T5:10.89 %, T6:4.06 %, T7:14.86 % y en T8:14.75%; en los 105 días también tiene resultados significativos a diferencia de la muestra inicial, teniendo T1:8.73 %, T2:7.46 %, T3:13. 10 %, T4:11.08 %, T5:21.03 %, T6:7.52 %, T7:21.16 % y en T8:21.70 %. Realizaron la comparación obtenido en los tratamientos T1 (testigo), T2 (suelo + EM) y T6 (suelo + fertilizante químico) no incrementó significativamente su % de MO en los 69 y 105 días. Para el T3 (suelo + compost+ EM) presentó

un incremento en el % de MO, T4(suelo + mulch + EM) es el tratamiento con que presento mayor % de MO, T5 (suelo + gallinaza + EM) señala que es el tratamiento que ejerce el incremento de porcentaje de MO como T7 (suelo+ compost+ mulch+ gallinaza+ EM) y T8 (suelo + compost + mulch + gallinaza + fertilización química+ EM). El resultado obtenido para Nitrógeno Total en los 68 días de tratamiento tuvo como muestra inicial de 0.35%, T1:0.34 %, T2:0.29 %, T3:0.52 %, T4:0.35 %, T5:0.54 %, T6:0.20 %, T7:0.74 % y en T8:0.74 %, el tratamiento T7 y T8 presenta diferencias significativas a diferencia de los demás. Los tratamientos realizados a los 105 días como muestra inicial de 0.35%, T1:0.44 %, T2:0.37 %, T3:0.65 %, T4:0.55 %, T5:1.05 %, T6:0.38 %, T7:1.06 % y en T8:1.08 %, presentando diferencia significativa entre los tratamientos T5, T7 y T8 de los demás tratamientos. Los resultados obtenidos para pH como muestra inicial obtuvo de 6.09, para los demás tratamientos fue: T1:6.120, T2:5.927, T3:7.290, T4:6.867, T5:7.577, T6:7.467, T7:8.013, T8:7.767, describe que en cada tratamiento aumentó con respecto a su pH inicial. Llegando a una **conclusión** que el EM (5%) en acción con los demás abonos orgánicos ayuda en la recuperación de la materia orgánica, como también aportando el incremento la actividad metabólica del suelo a los 44 días.

Jaimes et al (2021) en su Artículo de Revisión “*El compostaje: una alternativa para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos para el pequeño productor*” de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá-Colombia, su **objetivo** principal fue proponer alternativas para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos mediante el uso de compostaje en el entorno colombiano. La **Metodología** de estudio fue bibliográfico con un enfoque cualitativo. Obtuvo como **resultado** que el compost se da mediante el proceso biológico por el cual los microorganismos actúan sobre la materia orgánica, ayudando a recuperar la estructura física del suelo, aportando macronutrientes (N, P y K) que fortalecen la capacidad de intercambio catiónico y ayudan a recuperar la actividad biológica. El compost actúa como un amplificador ayudando a degradar los agentes contaminantes

y a la restauración de la fertilidad del suelo. **Concluye**, existe diferentes técnicas de remediación física y química hasta la biorremediación. Considerando el uso del compost como un método sustancial para la biodegradación de los productos agroquímicos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Kcana (2021) en su Proyecto de tesis "*Microorganismos eficientes (EM) en la recuperación de un suelo contaminado con cadmio del distrito de San Jerónimo*", Cusco de la Universidad César Vallejo. Resume que el **objetivo principal** fue determinar el efecto de la aplicación de los microorganismos eficientes (EM) en las propiedades fisicoquímicas y el contenido de cadmio de un suelo contaminado en el distrito de San Jerónimo, la **metodología** usada en su investigación es de tipo aplicativo, enfoque cuantitativo y de diseño experimental con subtipo cuasi-experimental. La muestra conformada fue de 5kg de suelo, recolectados a profundidad de 20 cm en promedio; utilizó 200 mg de muestra de suelo con el uso de 5 tratamiento con dosis de (0% EM, 5 % EM, 15 % EM y 20 %EM) con y sin compost con 3 repeticiones durante 8 semanas. El **resultado** obtenido inicialmente del suelo, presentaba un pH de 7.98 considerado moderadamente alcalino y luego del uso del tratamiento se mantuvo en alcalinidad siendo con el valor final de pH 8.09; la materia orgánica tuvo un valor inicial de 2.52%, después de la aplicación se incrementó el valor de este parámetro a 7.71 % de materia orgánica en el suelo; el Fosforo inicial fue 18.5 ppm incrementándose significativamente posterior al uso del tratamiento alcanzando el valor de 124.98 ppm de fosforo en el suelo; en Potasio el contenido inicial fue de 145 ppm, aumentando significativamente después del uso del tratamiento alcanzando un valor de 5325 ppm; para la Capacidad de Intercambio Catiónico inicialmente tuvo 17.72 cmol/kg aumentando significativamente luego del uso del tratamiento, alcanzo un valor de 22.55 cmol/kg con el uso de EM y compost, en Cadmio se observó la disminución siendo 14.72 ppm antes del uso de los tratamientos, posteriormente a su aplicación de su tratamiento de EM y compost llego

a un valor de 12.923. **Concluye** que el uso de microorganismos eficientes proporciona mejoras en las características físicoquímico del suelo en C.E (8.08 dS / m); M.O (7.71%), P (124.98 ppm); K (5325.00 ppm); CIC (22.5533), no tuvo resultado significativo en la disminución del cadmio, el uso de EM mejora la fertilidad del suelo.

Ramos (2017) en su Proyecto de tesis "*Efecto de Microorganismos Eficientes (EM) en la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza, Laredo, Trujillo*" de la Universidad César Vallejo, el **objetivo** fue evaluar el efecto de Microorganismos Eficientes (EM) en la fertilidad del suelo agrícola degradado biológicamente del sector Barraza. La **metodología** que utilizó es de tipo cuasi experimental con pre prueba, pos prueba y grupo intactos (uno de control), con 3 grupos experimentales (G1, G2 y G3) y 3 repeticiones en cada uno, menos en el testigo (G 3). Los tratamientos fue G1 (10 ml de EM + 200 ml de H₂O), G2 (20 ml de EM + 200 ml de H₂O) y G3 (200 ml de H₂O). Como indicador se sembró rabanito para que se pueda evaluar el rendimiento del cultivo (Nº de plantas y el peso). Como indicador del suelo consideró los siguientes parámetros: M.O., P, K, pH, C.E., CaCO₃ y C.I.C. El **resultado** obtenido según su proceso estadístico T Student. Teniendo como resultado que en los tres parámetros (M.O., CaCO₃ y C.I.C) indica que hubo diferencias significativas entre las pruebas realizadas en el pre y pos, en los tratamientos G1 y G2, para los parámetros K, P, C.E y pH no obtuvieron diferencias significativas. Hizo el uso de la prueba de Tukey con los valores de los parámetros del suelo y el grupo experimental en cuento al uso de EM para que se conozca que grupos existe diferencias significativas, comprobaron que solo hay diferencias significativas en 6 parámetros que son P, M.O, C.E. , K, C.I.C y CaCO₃, entre los grupos experimentales de los tratamientos G1 y G2 ante el testigo G3,el resultado para el indicador fue mejor el tratamiento G2 obteniendo el mayor peso del cultivo a diferencia de G1 y G3. . **Concluye** que el uso del tratamiento con EM mejora la fertilidad del suelo degradado biológicamente.

Cubas y Reyna (2019) en su Proyecto de Tesis “*Efecto de la aplicación de abonos orgánicos de biomasa de bambú (Guadua anguetifolia) para la recuperación de suelos degradados Pacayzapa, Lamas 2019*” de la Universidad de Cesar Vallejo en Lima- Perú, indica que el **objetivo** es evaluar el efecto de dos tipos de abonos orgánicos de biomasa de bambú (compost y humus de bambú), sobre el suelo y el choclo (*Zea mayz L.*) como planta indicadora, con la finalidad de la restaurar el suelo degradado en la comunidad de Pacayzapa. **Metodología** que utilizó fue de diseño pre experimental. El **resultado** obtenido en su investigación señala que el abono orgánico de biomasa de bambú aporta el mejoramiento del suelo por tener una estructura química. Existe el incremento de un pH de 6.30 a 6.80 para la característica química, como también tuvo mejora en las características físicas. Deduciendo que el efecto al suelo es semejante a otros fertilizantes orgánicos.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Illatopa (2018) investigación titulada “*Incorporación de abonos orgánicos en la recuperación de suelos agrícolas degradados en Panao-Huánuco 2017*” de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, el **objetivo** fue evaluar el efecto de la incorporación de abonos orgánicos en los suelos agrícolas degradados de Panao. La **metodología** que utilizó fue aplicada, nivel experimental, tipo de muestra probabilístico, con diseño de bloques completamente al azar considerando 4 tratamientos (humus, compost, guano de isla y el testigo) con 4 repeticiones, los métodos que uso, análisis de contenido, el fichaje, la observación y los análisis de laboratorio. Los **resultados** obtenidos señala que son iguales estadísticamente, para el compost obtuvo 21,25% de arena, 32,75 % de arcilla y el humus el 49,75% de limo (propiedad física del suelo), el contenido de los macronutrientes del suelo para nitrógeno, fosforo, potasio afirma que con el uso del guano de isla es distinto a los otros tratamientos con el valor mayor de nitrógeno 0,12 % (medio), siendo el testigo considerado en el último lugar con 0,09

% (bajo) y para los micro elementos del suelo degradado los niveles de calcio y magnesio obtuvieron resultados altos en el suelo ácido, el pH quien tuvo el mayor rango es para humus con 5,49 y guano de isla con 5,48 continuo del compost con 5,44 y en el último lugar el testigo con un pH de 5,21 (fuertemente ácido). **Concluye** que la incorporación de residuos orgánicos, garantiza un aporte permanente en los suelos, el uso de abonos orgánicos tiene efecto significativo en las propiedades químicas.

Cotrino (2019) en su proyecto de investigación “*Efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola en Purupamapa Panao-2017*” de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán- Huánuco, resume que el **objetivo** principal es evaluar el efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola. Como **metodología** utilizó el diseño experimental, el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los abonos que hizo uso fue bocashi (6,5 t/ha), compost (8,5 t/ha) y gallinaza (8,5 t/ha). En sus **resultados** obtenidos en su trabajo de investigación no existe diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos y bloques para la propiedad física (arena), pero tuvo mejora con el uso de compost y bocashi de 33.00 % entre el tratamiento gallinaza y testigo con 32.75%; para arcilla no existe diferencias significativas a diferencia del testigo y gallinaza obtuvieron 44.53% con el uso del compost y 44,00% con el uso de bocashi; para limo no existe diferencia significativa, pero tuvo mejora en el testigo como gallinaza con 44.53%, para compost y bocashi obtuvo 44.00%. Para la propiedad química del suelo en el pH, el uso del compost tuvo un pH de 5,52 a diferencia del testigo con 4.48 de pH donde dice que si hubo diferencias significativas estadísticamente al nivel $P < 0.05$ entre tratamientos, el bocashi tuvo un pH de 5,69 considera el mejor en comparación del testigo que obtuvo 4.83 pH. Para la MO si hay diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos siendo que bocashi con 3.96 %, compost con 3.85 %, gallinaza con 3.84 % ante el testigo con 2.50%. Para nitrógeno señala que hay diferencia

significativa estadísticamente entre los tratamientos para gallinaza con 0.15% y compost 0.14% ante el testigo que tuvo 0.10%. Para Fosforo si hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos donde bocashi tienen 7,67 ppm, compost 7,47 ppm y gallinaza 7,40 ppm difieren ante el testigo que tuvo 7,24 ppm. Para Potasio (K) señala que no existe diferencia significativa, aunque el tratamiento con compost tiene 66,19 ppm por encima de Testigo 62,79 ppm. Para CICE afirma que los tratamientos son iguales estadísticamente sin embargo el tratamiento con Bocashi 5,46 CICE y compost 4,72 CICE fueron superiores al testigo 4,11 de CICE. **Concluye** que los abonos orgánicos en las propiedades físicas no hubo diferencia estadística significativa, pero en cuanto a las propiedades químicas si hubo diferencias significativas como también hubo diferencias en su propiedad biológica.

Vincula (2019) en su trabajo de Investigación “*Determinación de microorganismos eficiente a partir de los desechos de hojarasca en la montaña de la margen derecha del río Cozo en el Distrito de Quisqui, Provincia y Departamento de Huánuco-2019*” de la Universidad de Huánuco, con el **objetivo** principal de determinar microorganismos eficientes a partir de los desechos de hojarasca en la montaña. La **metodología** desarrollada fue de enfoque Mixto, Diseño Completamente al Azar; solo se realizó una muestra analizada; utilizó 1ml de solución de los diferentes tubos de ensayo con los medios de cultivo específicos positivos para los microorganismos (*Bacillus spp*, *Lactobacillus spp.*, *actinomicetos* y *Pseudomonas spp*). Los **resultados** obtenidos se trataron de la elaboración de la mezcla del cultivo a través de una metodología tomada de (CNEAO-INA), para luego realizar el aislamiento de microorganismos. Donde encontró *Agar sabouraud* (*levaduras*); *Agar nutritivo* (*Bacillus spp*); *Agar avena* (*Actinomicetos*); *Agar cetrimide* (*Pseudomonas spp*); y *Agar rogosa* (*Lactobacillus sp*), para su caracterización se utilizó la coloración Gram. Esta investigación **concluye** que logró identificar microorganismos eficientes de montaña que contienen importancia biotecnológica.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. COMPOST

INIA (2015) indica que los abonos orgánicos tienen grandes valores nutricionales como resultado de un proceso aeróbico (descomposición biológica) que intervienen restos vegetales y animales respectivamente. La actividad constante de los microorganismos, bajo buenas condiciones controladas como la aireación, la humedad y la temperatura proporciona una mejor nutrición al suelo.

Negro et al. (2000) comentan que es el resultado de la combinación de etapas mesófilas (humedad y temperatura) y termófilas (temperatura elevado a 45°C y humedad media), el incremento de temperatura durante el proceso va destruyendo residuos patógenas y granos de malas hierbas, dando lugar a un producto de buena calidad.

Proceso de compostaje

Negro et al. (2000) detallan que el resultado de un compost favorable, depende estrictamente del compuesto y la preparación de la materia orgánica, por ello podría presentar variación en función a sus etapas de la elaboración como en el proceso de descomposición, maduración, refinado y depuración.

Como la materia prima para compost se puede hacer el uso de cualquier residuo orgánico que pueda descomponerse o fermentarse. Los residuos compostables se puede clasificar de la siguiente manera según su origen:

- a) Naturaleza química:
- Los residuos orgánicos que sean abundante en carbono y nitrógeno
 - Desechos minerales principalmente adyuvantes del compostaje
 - Sales minerales como sulfatos, fosfatos y carbonatos.

b) Estado físico:

- Desechos sólidos como maderas, paja y basuras.
- Desechos semisólidos provenientes de las actividades ganaderas y agroalimentarios.

c) Origen

- Provenientes de actividades industriales, domésticas y agrícolas.

Etapas del compostaje

El compostaje ocurre en condiciones aeróbicas (proceso biológico). Con la intervención de una buena temperatura y humedad, asegurando la transformación apropiada de los residuos orgánicos a un material homogéneo (FAO, 2013).

FAO (2013) sustenta que el proceso del compost, es la suma de actividades metabólicas complejas de diferentes microorganismos, que utilizan el nitrógeno (N) y el carbono (C) para crear su propia biomasa. Además de eso los microorganismos incrementan la temperatura para generar un sustrato sólido. Al descomponer la MO inicial, los microorganismos producen un calor que se pueda medir a través de los cambios de temperatura, a esta etapa reconocen tres fases importantes y la maduración del compostaje. Las etapas son las siguientes:

- 1. Etapa Mesófila I:** Se da inicio a partir de la descomposición del sustrato a temperatura ambiente y en pocos días e incluso en horas, el incremento de temperatura hasta los 45°C es debido a rápida actividad microbiana, ya que en esta etapa se utiliza las fuentes de C y N. La descomposición del compuesto soluble (azúcares) produce ácidos orgánicos por lo tanto el pH puede bajar cercanas a 4.0 o 4.5. Este proceso dura entre dos días o 1 semana respectivamente (FAO, 2013).

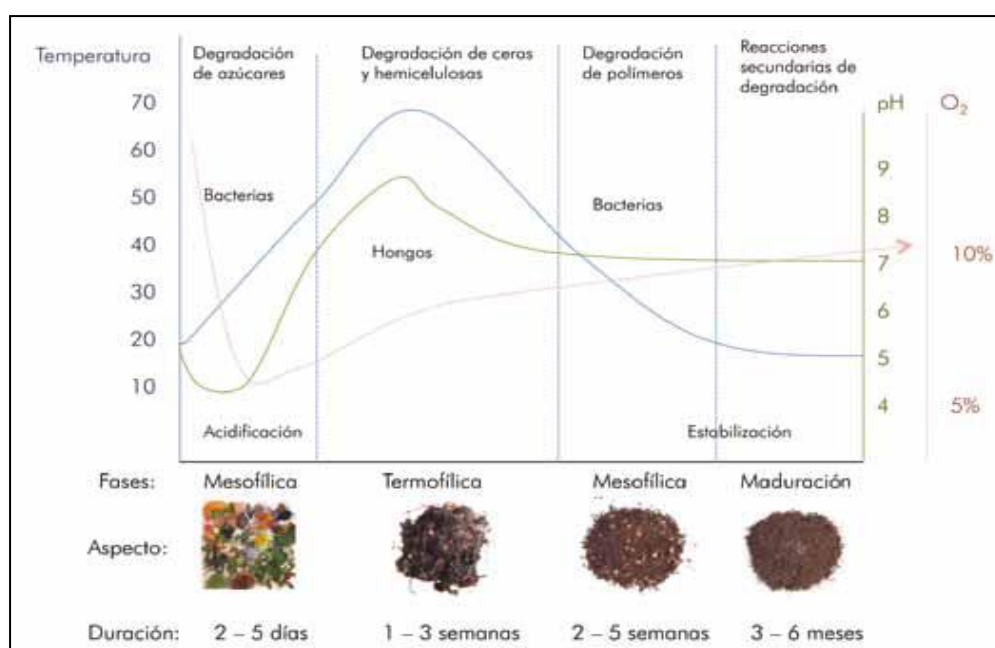
- 2. Etapa Termófila:** Esta etapa se produce cuando la materia o sustrato supera la temperatura mayor a los 45°C, a estas temperaturas medias se reproducen los microorganismos que son denominados microorganismos mesófilos, pasan por un proceso de cambio o ser sustituidos por microorganismos que se desarrollan a temperaturas superiores, por lo general son bacterias termófilas ayudan a conducir a la destrucción de las fuentes más complejas de C (celulosa y la lignina) (FAO, 2013).

Conducen a la transformación del nitrógeno en amoníaco y según los resultados hay el incremento del pH. Partiendo de los 60°C particularmente se incrementan microbios que producen esporas y actinobacterias, que son encargadas de la descomposición hemicelulosas, ceras entre otros compuestos de Carbono. En esta etapa podría perdurar un par de días inclusive hasta meses, dependerá del material, el clima y la circunstancia de las zonas. Esta etapa también es conocida como etapa de higienización por la temperatura generado que alcanza eliminar bacterias patógenas como *Escherichia coli* y *Salmonella spp* (FAO, 2013).

- 3. Etapa Mesófila II:** Esta etapa se da cuando hay la presencia de agotamiento de los residuos de carbono en peculiar el nitrógeno, el calor disminuye nuevamente entre los 40°C a 45°C. En el transcurso de este proceso persiste la destrucción de polímeros como la celulosa y se muestran algunos hongos visibles. Al disminuir los 40°C, los organismos mesófilos empiezan nuevamente su actividad y el pH disminuye levemente, manteniéndose ligeramente alcalino. En esta etapa de enfriamiento demanda de muchas semanas. Es posible que se pueda confundir con la etapa de maduración (FAO, 2013).
- 4. Etapa de Maduración:** En esta etapa se tarda meses a tener una temperatura normal, en el transcurso se manifiestan reacciones secundarias de degradación como la condensación y polimerización de compuestos carbonados y como resultado la formación de ácidos fúlvicos y húmicos (FAO, 2013).

Figura 1

Etapas del compostaje según Roman, (FAO, 2013)



Nota: Toda materia orgánica al iniciar el proceso de descomposición desprende una temperatura medible a través de las variaciones térmicas, estas etapas son conocidas como mesófila, enfriamiento, maduración e higienización (FAO,2013).

Aprovechamiento del compost

Negro et al. (2000) mencionan el aprovechamiento favorable del compost en el suelo.

- **Adaptación del suelo:** La incorporación del compost es importante para incrementar nutrientes que ayudan a la fertilización del suelo y se pueda evitar la desertización. Asimismo, la materia orgánica en el suelo crea una secuencia de consecuencias favorables de repercusión agro biológica. Proporcionando mejoras en las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

Tabla 1*Resultados más Relevantes de la Materia Orgánica en los Suelos Cultivados (Terrón, 1992)*

Características del suelo	Efectos de la materia orgánica
FISICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la capacidad calorífica (Temperatura) - Suelo con temperatura mediable - Eliminación de las oscilaciones térmicas - Incorporación de las partículas elementales - Soltura a la textura arcillosos y mejora la cohesión los suelos arenosos - Incrementa la estabilidad estructural, permeabilidad hídrica y gaseosa - Suelo con menos encharcados - Mejora el drenaje - Ayuda a la reducir de la erosión - Incrementa la capacidad de retención hídrica - Disminuye el proceso de evaporación - Aumenta el balance hídrico
QUIMICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementa el efecto tampón - Establece el pH en los procesos normales - Incrementa la capacidad de cambio catiónico - Buen manejo de cationes en forma cambiabile - Produce fosfohumatos - Produce quelatos - Incrementa las reservas de nitrógeno
BIOLOGICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la respiración radicular - Mejora la germinación de granos - Mejora el estado sanitario de los órganos - Establece el trabajo microbiano - Actúa como fuente de energía para los microorganismos heterótrofos - Mejora el desprendido del CO₂ para la solubilización de compuestos minerales - Cambia la actividad enzimática y activa la rizogénesis - Incrementa la nutrición mineral

Nota. El buen uso del compost en los terrenos agrícolas mejora la fertilidad del suelo principalmente en las características físicas, químicas y biológica. (Negro et al. 2000)

- **Para el uso de estiércoles:** La composta disminuye el peso, la masa, la humedad y la actividad de los excrementos. Es sencillo su manejo y se acopia sin inconvenientes de olores o algún roedor. El compostaje puede ser usado en todas las temporadas del año. Disminuye las pérdidas de nitrógeno.
- **El uso en el suelo:** El compostaje como los excrementos son buenos acondicionadores del suelo con un gran valor fertilizante mediante un proceso de humificación. Generalmente el excremento se incorpora al suelo, proporcionando nutrientes comparables a lo que alcanzaría con el compost. Aunque, no hay justificación hacer compost por si solo a partir de estiércoles. Existen ventajas complementarias por utilizar compost:
 1. La composta hace la transformación del contenido de materia en N presente en los excrementos en una forma orgánica más estable. Produciendo mínimas pérdidas de nitrógeno, aportando a permanecer de una forma menos susceptible a tener lixiviación y de perder amonio.
 2. La gran parte de los excrementos tienen una relación entre C y N. En cuento el uso se realiza directamente al suelo, demasiado C en los excrementos provoca que el N en el suelo quede inmovilizado y no accesible para el desarrollo del cultivo. La composta ayuda a reducir la relación entre C y N a un nivel aceptable para el uso en el suelo.
 3. El incremento de temperatura en el desarrollo del compostaje disminuye la probabilidad de germinación de granos que podrían estar dentro del excremento.
- **Reduce las amenazas de contaminación y olores desagradables:** El compostaje puede potencialmente disminuir algunos problemas como el mal olor y la contaminación por nitratos. Mayor parte de las ganaderías los estiércoles son más un pasivo que un activo.
- **Elimina los patógenos e higieniza la masa:** Una adecuada etapa termófila permite el uso no contaminante del compost, tanto para el aplicador, para el campo y el medio ambiente.

Tabla 2

Temperatura y periodo de exposición esencial para la eliminación de los parásitos y patógenos más comunes (Golueke, 1972)

Organismos	Temperaturas y periodo de exposición
<i>Salmonella typhosa</i>	Se destruye rápidamente; Son suficientes con 30 minutos a temperatura de 55 – 60°C. No se puede desarrollar a temperaturas mayores a 46° C.
<i>Salmonella sp.</i>	Se eliminan al estar expuesto a un tiempo 1 hora a 55°C o 15 a 20 minutos a 60°C
<i>Shigella sp</i>	Se elimina al estar expuesto a un periodo de 1 hora a 55°C.
<i>Escherchia coli</i>	Gran parte se extinguen al estar expuesta de 1 hora a 55°C o 15 - 20 minutos a 60°C.
<i>Tennia saginata</i>	Se destruyen en poco tiempo (minutos) a 55°C
Larvas de <i>Trichinella spiralis</i>	Se destruyen rápidamente a 55°C e inmediatamente a 60°C
<i>Brucella abortus</i>	Se destruyen al estar expuesta a 62 – 63°C por 3 minutos o a 55°C durante 1 hora
<i>Micrococcus pyogens var. Aureus</i>	Muere después de 10 minutos de exposición a 50° C
<i>Streptococcus pyogens</i>	Muere después de 10 minutos a 54° C
<i>Mycobacterium tuberculosis var. Hominis</i>	Muere después de 15-20 min. a 66° C o instantáneamente a 67° C
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Se destruye al estar expuesto durante 45 minutos a 55° C
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	Se destruyen en menos de 1 hora a temperaturas superiores a 55° C.

Nota. Los organismos que puedes ser destruidos según la temperatura. (Negro et al. 2000)

Uso

El programa SIRSD-S (2017) recomienda el uso del compost para su uso debe ser entre 1 kg a 2 kg por m² anualmente. Para los cultivos (leguminosas) que necesitan nutrientes recomienda hacer el uso de 3 ton/ha de compost. Una dosis apropiada de 6 ton/ha para zanahoria, cebolla, ajo, betarraga y en frutales. Para otros cultivos como trigo, maíz y verduras (repollo, acelgas y zapallos), la medida apropiada tiene que estar entre 10 a 20 ton/ ha. En cuanto los cultivos extensivos que necesitan abono recomienda el uso entre 6 a 10 toneladas por hectárea anualmente incluso hasta 20 toneladas por hectárea anualmente conocidos como suelos carentes de nutrientes. En el suelo erosionado recomienda hacer el uso en específicas áreas como surcos permanentes y camellones.

Fertilización con Compost

La FAO (2013) menciona que la composta lleva elementos nutritivos para las plantas, de forma orgánica y proporciones menores a diferencia de los fertilizantes sintéticos. Se recomiendan realizar la aplicación de compost y hacer un buen estudio de suelo para llevar un control de los niveles de nutrientes, así se pueda regular la fertilización y se pueda hacer el uso según la necesidad del cada cultivo, ya que los nutrientes proceden también del agua, aire y el suelo, siendo como el guía de los nutrientes para el crecimiento de las plantas.

Según La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO,2013) los nutrientes en el suelo se parten en macronutrientes primarios (P, N y K) y los secundarios (Magnesio, Calcio y Azufre). Los micronutrientes (boro, hierro, molibdeno, zinc, manganeso, cobre y el cloro), son requeridos en pequeñas cantidades, por lo general son importantes para el metabolismo animal y vegetal.

El Nitrógeno (1%-4% sustancia seca de la planta) es el impulsor para el desarrollo de las plantas ya que está implicado en todos los procedimientos principales de crecimiento. La aportación de N para las

plantas es primordial como también para la absorción de los otros nutrientes.

El Fósforo (0,1%-0,4% sustancia seca de la planta) es el motor esencial para la transferencia de energía, por ello es importante la eficiencia de la fotosíntesis. El P es escaso en la mayor parte de los suelos agrícolas o dónde el pH restringe su disponibilidad.

El Potasio (1% - 4% sustancia seca de la planta) forma parte de una importante función en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, esto ayuda a generar un adecuado desarrollo de la planta. El Potasio aumenta el régimen hídrico de la planta e incrementa su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Con una porción adecuada de K en la planta sufren menos el ataque de ciertas enfermedades.

Tabla 3

N, P y K contenido en el Compost

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0, 3 % – 1, 5 % (3 gramos a 15 gramos x Kg de compost)
Fósforo	0, 1 % – 1, 0 % (1 gramos a 10 gramos x Kg de compost)
Potasio	0, 3 % – 1, 0 % (3 gramos a 10 gramos x Kg de compost)

Nota. Es indispensable conocer el nivel de los nutrientes que contiene el compost para el uso agrícola y saber la cantidad sugerida a la recomendación de algunos autores para un buen rendimiento nutricional. Posteriormente realizar una evaluación al suelo para conocer y/o controlar las proporciones de nutrientes (Jacob, 1961) y (Martínez, 2013).

2.2.2. MICROORGANISMOS EFICACES

Los Microorganismos Eficaces (EM) es una combinación de diferentes clases de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. Esta tecnología EM se elaboró en el periodo de los años 80 por el Dr. Teruo Higa en la ciudad de Okinawa-Japón. Actualmente la tecnología EM (Microorganismos Eficaces) es usado en más de 143 países en todo el mundo, como una alternativa sostenible al uso de agroquímicos.

Contenido

- Bacteria ácido láctica (*Lactobacillus spp*).
- Levadura (*Saccharomyces spp*).
- Bacteria fotosintética (*Rhodopseudomonas spp*).

EM 1 ® hace el proceso de inoculación biológico, producido a base de microorganismos que realizan la acción simbiótica. El contacto con este insumo no causa daño al medio ambiente ni afecta la salud de los animales o personas.

Activación:

1. Se debe mezclar 1 litro de miel (melaza o azúcar) que es el 5%, incorporando 18 litros de agua que es el 90% del contenido y agregar 1 litro de EM1 que es el 5%.
2. Colocar la mezcla en un envase limpio y seguro (contenga tapa), lo recomendable que sea de plástico, que ayude a cerrarse herméticamente (sin aire).
3. Debe reposar en sombra para tener una buena fermentación la mezcla, esto entre 5 a 7 días antes de su uso.

Beneficios:

- Aporta nutrientes para el desarrollo foliar, una mejor floración y fructificación de los cultivos.
- Aumenta la capacidad fotosintética de la planta.
- Potencia el desarrollo de las plantas como también evita la presencia de plagas y enfermedades.
- Aporta mejoras en las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del suelo.
- Disminuye los inconvenientes provocadas por la salinidad en los suelos.
- Ayuda a la aceleración de la degradación natural de la materia orgánica.

Frecuencia y modo de aplicación:

- Recomienda hacer aplicaciones semanales según las necesidades del cultivo.
- Aplicar con bomba de fumigación.
- Lavar bien los equipos previos al uso.
- Se recomienda hacer las aplicaciones por la tarde cuando la radiación solar es menor.

2.2.3. SUELO

El suelo es un procedimiento trifásico, compuesta por la fase sólida está compuesta del mineral que viene del material original y los restos orgánicos, la fase líquida se caracteriza por la procedencia de las lluvias que da el inicio al proceso de formación y desarrollo del suelo (retención de agua), la fase gaseosa (aire) accede a la respiración a los organismos del suelo y las plantas, estas tres fases constituyen el soporte mecánico del suelo y el sustento de las plantas (Juárez et al,2006).

El suelo podría ser conocido solo como un medio para el desarrollo de las plantas, no obstante, cumple un importante papel al ser regulador para el compartimiento y acumular la humedad, como también es fuente y sumidero de los principales gases que participan en el desarrollo (invernadero), es parte importante también en la interpretación de los cambios climáticos globales (Juárez et al,2006).

Indicadores físicos y químicos del suelo

Las propiedades físicas y químicas del suelo forman parte principal en el desarrollo para el proceso de evaluación de la calidad, ya que es considerado de difícil proceso de restauración. Singer y Ewing (2000).

Tabla 4

Conjunto de Indicadores Físicos y Químicos del suelo según Larson y Pierce, (1991); Doran y Parkin, (1994); Seybold, (1997)

Propiedades	Función o aporte al suelo	Unidades de medida (comparación para la evaluación)
Físicas		
Textura	Retención, transporte de agua y compuestos químicos. La erosión del suelo.	% de arena, limo y arcilla.
Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces	Estima la productividad potencial y la erosión en el suelo	cm o m
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte, humedad aprovechable, textura y materia orgánica	% (cm^3/cm^3), cm de humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación.
Químicas		
Materia orgánica (N y C total)	Establece la fertilidad, estabilidad y la erosión del suelo.	% del límite permitido para el desarrollo de la planta.
pH	Establece la actividad química y biológica del suelo	Comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
Conductividad eléctrica	Establece la actividad vegetal y microbiana	dSm-1; contraste entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
P, N, y K	Nutriente disponible para la vegetación (planta), pérdida potencial de N y productividad e indicadores de la calidad ambiental.	Kg ha ⁻¹ ; niveles suficientes para el desarrollo de los cultivos

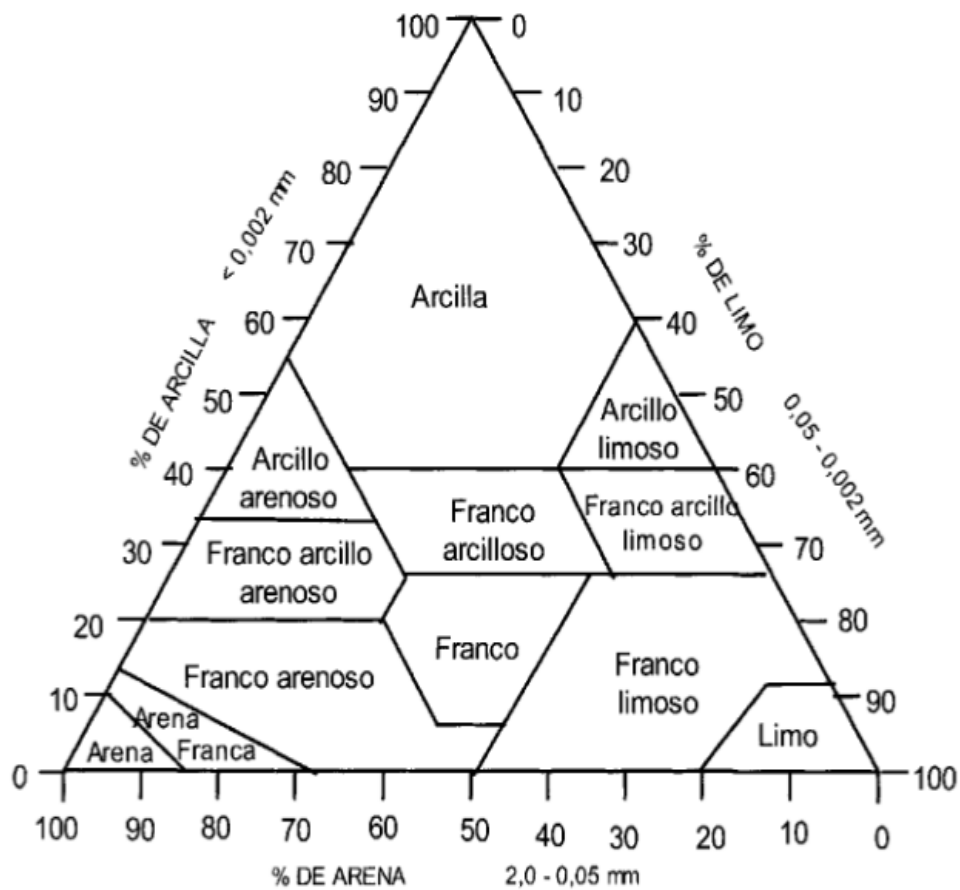
Nota. Según Singer y Ewing (2000) estas son las características necesarias para evaluar la fertilidad de un suelo.

Textura

Las fracciones que predominan en el suelo se conocen por ser un suelo arenoso, limoso o arcilloso, pueden darse combinaciones entre las tres fracciones; por ejemplo, areno-limosa, arena-arcillosa, limo-arenosa, limo-arcillosa, etc. Cuando presentan una proporción equilibrada entre arena, limo y arcilla, reciben el nombre de suelos francos (Juárez et al,2006).

Figura 2

Triángulo de clasificación de suelos según su textura



Nota. Las fracciones que predominan en el suelo se trata de unos suelos arenosos, limosos o arcilloso. El triángulo de clasificación según el Departamento Americano de Agricultura (USDA), (Juárez et al,2006).

Tabla 5
Clases Texturales de suelos

Nombres conocidos de suelo (Textura general)	Arena	Limo	Arcillosa	Clase Textural
Suelo arenoso (textura gruesa)	86 - 100	0- 14	0-10	Arenoso
	70 - 86	0- 30	0-15	Franco Arenoso
Suelo franco (textura moderadamente gruesa)	50 - 70	0- 50	0- 20	Franco arenoso
Suelo franco (textura mediana)	23 - 52	28 - 50	7- 27	Franco
	20 - 50	74 - 88	0- 27	Franco Limoso
	0- 20	88 - 100	0- 12	Limoso
Suelo franco (textura moderadamente fina)	20 - 45	15 - 52	27- 40	Franco Arcilloso
	45 - 80	0- 28	20- 35	Franco Arenoso Arcilloso
	0- 20	40 - 73	27- 40	Franco Limoso arcilloso
Suelo arcilloso (Textura fina)	45 - 65	0- 20	35-55	Arcillosos Arenoso
	0- 20	40- 60	40-60	Arcilloso Limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Nota. La clasificación de las partículas según su tamaño según el USDA (USDA, s/f)

La materia orgánica (MO)

La porción de materia orgánica en un suelo es crucial el material vegetal, el pH y la textura del suelo (Andrades y Martinez, 2022)

La proporción apropiado:

- Proporciona mejora para la buena aireación en el suelo, ayuda al crecimiento de una buena estructura y aporta a la retención del agua.
- Ayuda a evitar la erosión del suelo
- Proporciona la capacidad total de cambio proporcionando una buena conserva de elementos nutritivos.

Tabla 6

Interpretación de la materia orgánica

Interpretación de Materia Orgánica	Rango (%)
Bajo	<2
Medio	2-4
Alto	>4

Nota. Métodos analíticos del suelo según la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNASA,2022).

pH

El indicador pH tiene una importancia al influir en el crecimiento de los cultivos en el suelo según (Andrades y Martinez,2022):

- Diferentes solubilidades en los elementos nutritivos.
- Diferente crecimiento de los microorganismos.
- La rapidez del proceso de la humificación y la mineralización.

Según el pH en los suelos, presentan características distintas:

- Suelo con pH ácido:
 - Son perjudicial para el crecimiento radicular.

- Tienen a estar necesitados de bases de cambio: Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} .
 - Existe la reducción de la actividad microbiana.
 - Disminución de la asimilación del fósforo, que precipite dando formas insolubles con manganeso, hierro y aluminio.
- Suelo con pH básico:
- Disponen de un alto contenido en bases de cambio: Ca^{++} y Mg^{++} .
 - Por la concurrencia de carbonato cálcico presentan bloqueos y antagonismos que dificultan la asimilación del manganeso, zinc y hierro.
 - Si hay presencia de carbonato sódico surgen dificultades de compactación e impermeabilidad.
 - Reduce la asimilación del fósforo que cae dando formas insolubles como $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- Suelo con pH neutro:
- Es la posición esencial para el crecimiento de la gran mayoría de los sembríos como también para la adsorción de la mayoría de los nutrientes.

Tabla 7
Clasificación del pH

pH	Clasificación
< 5	Fuertemente Ácido
5 - 6	Francamente Ácido
6, 6 - 7,3	Neutro
7, 3 – 7,7	Ligeramente Básico
7,7 < pH	Básico

Nota. Análisis del pH según el criterio de USDA (Porta et al. 2003).

Nitrógeno

El nitrógeno en el suelo se encuentra de dos compuestos distintas, que es orgánica y química. De composición química aparece en forma de nitritos, nitratos y amoníaco. El N orgánico se encuentra formando parte de los residuos que puedan ser descompuestos como los restos de la cosecha, abonos orgánicos o en los microorganismos del suelo (Garrido s. f). Siendo el 90-95% del nitrógeno total del suelo, se conoce que no es directamente asimilable por vegetación, sino que debe pasar por procesos de transformación conocido como mineralización (Martín,2021).

Tabla 8

Interpretación de Nitrógeno Disponible

Interpretación de Nitrógeno Total	Rango (%)
Bajo	< 0.1
Medio	0.1-0.2
Alto	> 0.2

Nota. Métodos analíticos del suelo, Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNASA,2022).

Potasio

La conservación de niveles adecuados de K en el suelo agrícola es vital para que cumpla sus funciones en las plantas, las siguientes funciones son (Andrades y Martinez,2022):

- Favorecen la creación de nitratos de carbono.
- Mejora la dureza y la consistencia de los tejidos de las plantas (generando mejoras resistencias a ciertas enfermedades).
- Aporta una mejora para la calidad de los productos (sabor, peso y coloración).
- Incrementa la vigorosidad ante las plagas y enfermedades. Como también incrementa la resistencia a las heladas y la sequía.

Las aportaciones del potasio que se puede resaltar:

- Solo se puede utilizar solo una vez anualmente en cada cultivo. Ya que es almacenada y la planta lo toma cuando lo necesita.
- Para suelos arenosos el uso es de varias veces.
- El material orgánico coopera a un mejor provecho de los abonos potásicos por que cumple con la función de retención del agua, con la disminución de las pérdidas de potasio y previene que el potasio asimilable derive a formas que no sean asimilables.

Tabla 9

Interpretación de Potasio Disponible

Potasio Disponible	Rango (KG K ₂ O/ha)	Rango (ppm)
Bajo	<300	< 100
Medio	300-600	100-240
Alto	>600	> 240

Nota. Métodos analíticos del suelo, Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNASA,2022).

Fósforo

Según Andrades y Martínez (2022) la capacidad apropiado de P en el suelo es esencial para el crecimiento de las plantas, por ser parte del crecimiento de las raíces, crecimiento, favorece la floración y el fructificación teniendo la calidad de los granos y el producto. Beneficia al crecimiento de las raíces. Como también ayuda a tener porosidad en el terreno por el incremento de la respiración en las raíces y la absorción de nutrientes.

La actuación del fósforo en el suelo es complicada y al ser un elemento de poca movilidad, por eso se recomienda que:

- El P solo se utiliza una vez para cada cultivo anualmente, ya que se almacena y la planta tomara según su necesidad.
- Al tener poco movimiento en el suelo, es mejor soterrar para luego ser colocado al lado de las raíces.

- La absorción del P actúa mejor cuando está en un buen nivel de materia orgánica. Si se hace el proceso de abonamiento escaso el aprovechamiento del porcentaje del fosforo es menor a diferencia cuando se realiza el abonamiento con una dosis adecuada.

Tabla 10

Niveles de fósforo (ppm)

Interpretación del Fósforo Disponible	Rango (ppm)
Bajo	<7
Medio	7-14
Alto	>14

Nota. Métodos analíticos del suelo, Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNASA,2022).

Capacidad de intercambio catiónico

Pereira et al. (2011) el proceso principal es el intercambio iónico, unido a la fotosíntesis, siendo los 2 procesos primordiales para el desarrollo de la vegetación.

El origen del intercambio iónico se da por el motivo de la inestabilidad eléctrica de las partículas del suelo. Para que se pueda neutralizar las cargas se adsorben iones, pegándose a la superficie de las partículas. Para el suelo los materiales son varios que pueden cambiar cationes. Los primordiales cambiadores de cationes es la materia orgánica y la arcillas.

Los factores que determinan la capacidad de cambio de cationes en el suelo son varios como:

- Dimensión de partículas: Cuando la partícula del material sea más pequeña, más grande será la Capacidad de Intercambio.
- Calidad de las partículas: La estructura y la composición de las partículas inciden en las posibilidades de cambio de sus cationes.

Tabla 11
Valores de la CIC

CIC,meq/100g	Evaluación del suelo
0-10	Muy bajo (requiere incorporación de materia orgánica para alzar la C.I.C).
10-20	Bajo, requiere incorporación de materia orgánica.
20-35	Normal
35-45	Alto
Mayor de 45	Muy Alto

Nota. Los niveles de C.I.C según Martín (2021).

Pereira et al. (2011) describe las consideraciones primordiales de la CIC:

- La CIC participa en las fases de la floculación y el esparcimiento de la arcilla, por consecuente en el desarrollo de la estructura y equilibrio de los agregados.
- Actúa como un depurativo natural al permitir la detención de productos dañinos que son incorporados al suelo y cuida la reserva de nutrientes para las plantas: Ca ++, K, Mg ++, etc.

2.2.4. DEGRADACIÓN DEL SUELO

Para Gaiak, (2007) la degradación o contaminación del suelo se da a consecuencia del uso de diferentes productos químicos como herbicidas, pesticidas, lixiviados de residuos domésticos, fertilizantes, relaves mineras, derrame de petróleos, desecho de residuos inorgánicos y otros, ocasionando así la degradación de nutrientes, disminución de la materia orgánica, reducción de la fertilidad, acumulación de compuestos tóxicos, convirtiéndose un suelo acidificado, por tantos impactos producidos como a consecuencia se dan la pérdida fragmentado o total del rendimiento en el suelo y la modificación negativa de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

A pesar de los inconvenientes crecientes ante la degradación del suelo, pérdida de su calidad y el impacto que está ocasionando en el ambiente y en la salud, aún es precario los criterios para poder conllevar los problemas y obtener mejora de la calidad en el suelo. (Arshad y Coen, 1992).

El constante uso de fertilizantes sintéticos, insecticidas entre otros productos utilizados constantemente ante el suelo en una producción, realizan una alteración de la pérdida de microorganismos que ayudan a la nitrificación, afectan a los microorganismos fijadores de nitrógeno que ayudan con la aireación a las plantas, entre otros que afectan a hongos y bacterias que son beneficios para el suelo agrícola.

2.2.5. RECUPERACIÓN DE SUELOS

Existen diferentes métodos o técnicas de recuperación y/o restauración de suelos degradados. Las técnicas biológicas en la restauración de suelos se somete a la eliminación, disminución o transformación de componentes contaminantes por medio del uso de microorganismos vivos. Los métodos biológicos de recuperación o conocidos también como biorrecuperación realizan el uso de microorganismos o sistemas biológicos con el fin de disminuir los contaminantes dañinos (Bernal,2018).

La materia orgánica, contribuye fuentes importantes de C y N que aportan en la restauración de la fertilidad del suelo. Para Pérez et al. (2001) los desechos orgánicos que se desprenden ante el suelo (hojarasca, restos de animales, microorganismos o residuos domésticos transformados en compost) sufren dos procesos, mineralización (dando el inicio a la formación de compuestos inorgánicos como H₂O, CO₂, sulfato, fosfato, nitrato, etc.) y la humificación (donde se da la aparición de sustancias negras conocido como humus), según Arshad y Martin (2002) son procesos claves en el mantenimiento de la fertilidad edáfica.

La Humificación

Proceso que se da a la acumulación y es el transcurso final de la degradación de la materia biodegradable (materia orgánica) en el suelo, la cual es primordial en la partición de las moléculas de gran peso molecular en complejos coloides amorfos que comprende clases fenólicos. Llegando a la degradación total de los compuestos orgánicos dando lugar a productos inorgánicos sencillos como CO₂, H₂O, NH₃ (proceso de mineralización) según Dorronsoro, (s. f).

La Mineralización

Proceso bioquímico por medio de los microorganismos del suelo, esta posee el mecanismo enzimática apropiada, consiguen la energía precisa para efectuar sus procedimientos metabólicos, a través de rotura de los enlaces de las macromoléculas biológicos provenientes de la materia orgánica (compost) para que puedan ser transformados en moléculas inorgánicas de bajo peso molecular, luego mediante cambios químicas de hidrólisis e oxidación, pasan para que sean oxidadas catabólicamente a composiciones inorgánicos, en la que podrán ser inmovilizados en el suelo, lixiviados en las aguas profundas, volatilizados en el aire, absorbidas por las plantas y microorganismos ((Sánchez de Prager et al. ,2006) ; Ordoñez et al. ,2016 (como se citó en Monsalve et al.,2017)).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Abonos orgánicos: Es una expresión general que se menciona a cualquier elemento de procedencia vegetal o animal que pueda ser utilizado para que proveen nutrientes y ayudan a volver fértil el suelo, proporciona nutrientes al crecimiento de las plantas. Aun cuando, no es tan simple combinar cualquiera de estos residuos con el suelo o arrojarlos sobre ella. Los abonos orgánicos deben ser preparados apropiadamente o logran resultar perjudiciales para el suelo ya que podrían crear enfermedades a nuestras plantas. (Acosta, 2019)

Suelo: Es el mecanismo natural donde se da el desarrollo de las plantas. Se establece como una materia natural que tiene capas o conocidos horizontes del suelo, que están compuestas de materiales y minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el beneficio final del efecto del tiempo que se da la combinación con el ambiente (clima), la topografía, los organismos (flora, fauna y ser humano), materiales parentales (rocas y minerales originarios). De toda la combinación el resultado del suelo difiere de su material parental en sus características químicas, microbiológicas y físicas (FAO, 2019).

Microorganismos: Suchini (como se citó en Andrea et al,2014) describe que los microorganismos están conformados por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, donde se da la descomposición de la materia orgánica, convirtiéndose en nutriente esencial para el crecimiento de su flora. Según Martínez et al., (2014) también intervienen en otras actividades como en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, contribuye con la asimilación de nutrientes, respaldando un alto crecimiento y protección de los cultivos.

Degradación del suelo: Para el crecimiento de la vida se necesita el suelo. Con gran privilegio las plantas necesitan de este recurso para que puedan desarrollarse. A pesar que se conoce la necesidad e importante que es tener el suelo, se viene haciendo usos inapropiados que destruyen o lo degradan su fertilidad. Los procesos desencadenados provocada por diferentes actividades humanas. Los principales factores que causan los daños son de manera natural y antropogénicos como los

inapropiados sistemas de producción, la deforestación, la densidad poblacional, los sistemas de tenencia de la tierra, el sobrepastoreo, las políticas ambientales y públicas; la vegetación, la geología, la geomorfología, la hidrología y el cambio climático. (SEMARNAT, 2018)

Recuperación del suelo: La restauración de un suelo contaminado tiene como objetivo poder recuperar los niveles permisibles para desarrollar alguna actividad (calidad del suelo), como prioridad en el uso agrícola, para la calidad ambiental, para el beneficio de la salud vegetal y animal (Bernal,2018).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H1: El Compost y Microorganismos eficaces tiene efecto en la recuperación de suelos agrícolas degradados.

H0: El Compost y Microorganismos eficaces no tiene efecto en la recuperación de suelos agrícolas degradados.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICO

H1= Existirá diferencias en la evaluación de su propiedad físico del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

H0= No hay diferencias en la evaluación de su propiedad físico del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

H1= Existirá diferencias en la evaluación de su propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

H0= No hay diferencias en la evaluación de su propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

H1= Entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces tiene diferencias estadísticas significativas en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola.

H0= Entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces no tiene diferencias estadísticas significativas en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Compost y microorganismos eficaces

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Recuperación de suelos agrícolas degradados.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

EFFECTO DEL COMPOST Y MICROORGANISMOS EFICACES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE MOLINO – PROVINCIA DE PACHITEA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO 2022

VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	VALOR FINAL	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Compost y Microorganismos Eficaces	Compost	• Compost	Kilos	Manual (Balanza)
	Microorganismos eficaces	• Microorganismos eficaces	Litros	Manual
	Compost + Microorganismos eficaces	• Compost + Microorganismos eficaces	Kilos + Litros	Manual
Variable Dependiente: Recuperación del suelo degradado	Propiedad Física	• Textura (arena, limo y arcilla)	%	Laboratorio
	Propiedad Química	• Materia orgánica • pH • Potasio Disponible • Fosforo Disponible • Nitrógeno • CIC efectiva	• % • 1-14 • ppm • ppm • % • Meg/100g	Laboratorio

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La investigación presenta el enfoque cuantitativo, la descripción de las preguntas nos llevaron a establecer las hipótesis y se puntualizó las variables, proyectando un diseño para experimentar donde se analizaron las variables en un entorno delimitado, luego se analizó los resultados obtenidos mediante el uso de programas estadísticos, con ello se determinó las conclusiones respecto a la hipótesis planteada. (Hernández et al., 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación presenta un nivel explicativo, se enfoca en responder por las causas o efectos de los hechos. Enfocado en explicar el porqué del suceso de la relación de dos o más variables y en qué condiciones que se dio (Hernández et al., 2014).

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó acabo siguiendo el diseño experimental, indica a un estudio donde se dio la manipulación de tratamientos (variables independientes) para examinar y/o notar sus efectos sobre otras variables (variables dependientes), dentro de una fase de control. (Hernández et al., 2014).

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 bloques,4 tratamientos (1 testigo) con 4 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

El diseño experimental que se utilizo fue:

G1-----X1-----O1
 G2-----X2-----O2
 G3-----X3-----O3
 G4-----O4

Donde:

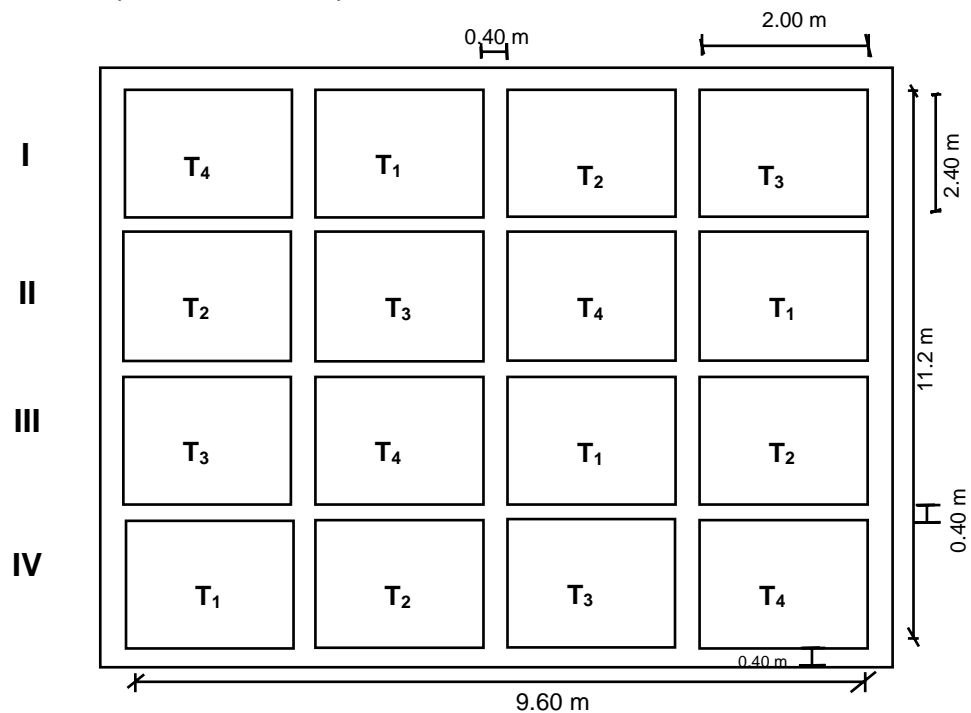
- G 1, G 2, G 3 y G 4: Son los bloques
- X1, X2 y X3: Tratamientos (T₁: Compost, T₂: Microorganismos Eficaces, T₃: Compost + Microorganismos Eficaces y T₄: Testigo)
- O1, O2, O3 y O4: Observación Final

Análisis de Varianza

Se hizo el uso de la prueba ANOVA para realizar la prueba de hipótesis, al nivel de significancia de 5 % entre los tratamientos y las repeticiones.

Para comparar (antes y después) de los promedios obtenidos a base de los tratamientos se utilizó la tabla interpretativa.

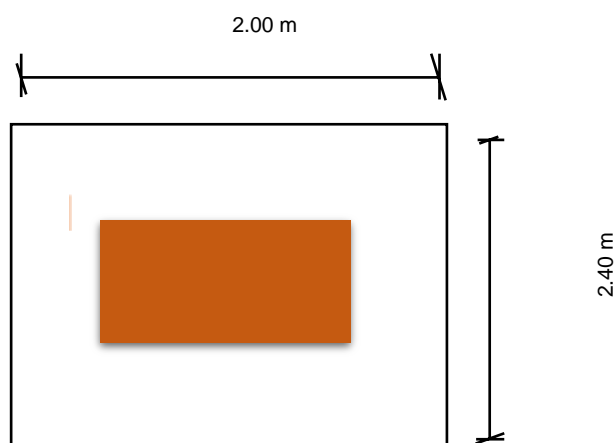
Figura 3
Diseño experimental en campo



La experimentación se realizó en una parcela de 9.60 m x 11.20m, con 4 divisiones (16 unidades experimentales), caminos de 0.40m.

Figura 4

Diseño de la unidad experimental



Las unidades experimentales tuvieron un espacio interior seleccionado para sacar la muestra para su análisis respectivo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El lugar de investigación fue un terreno agrícola que hasta hace 3 años atrás realizaban la siembra de papa constantemente (monocultivo) y el uso de productos químicos (fertilizantes, insecticidas, entre otros) dejando como antecedente un análisis de suelo que se realizó en el año 2015 (obteniendo como resultado un suelo con un pH muy ácido). El área total está constituida de 1 hectárea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Molino, Provincia de Pachitea-Departamento de Huánuco. La comunidad se encuentra ubicada a una altitud de 2,420 msnm.

3.2.2. MUESTRA

El suelo agrícola donde se realizó la investigación (el trazo y el recojo de las muestras) estuvo conformada de un área total de 107,52 m².

3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Trabajo en Campo

Se empleó la técnica de la observación, que nos permitió poder hacer la identificación del lugar y el modo de recolección de muestras para el análisis de suelos. Todo esto se realizó con el instrumento de la Guía para el muestro de suelos y el resultado del análisis de suelos (laboratorio)

Conducción del experimento

La ejecución del proyecto duro de 60 días (4 repeticiones cada 20 días) entre repeticiones, con 20 días de descanso final para la toma de muestra del suelo. Dentro de ello se realizó las siguientes actividades:

- **Muestreo de suelo:** Esta actividad se desarrolló antes de preparar el terreno para tener datos iniciales del suelo en el que se realizó el trabajo de investigación. La profundidad recomendada fue de 0.30 m, que se recogió de 3 puntos, utilizando el método de zig zag para tener una muestra compuesta de 1 kg. Esta actividad se desarrolló siguiendo el guía para Muestreo de Suelos (DS N° 002- 2013 - MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. La muestra de 1 kilo fue enviada al laboratorio (antes de la intervención).

Posterior a la intervención se envió 16 muestras experimentales en bolsas correctamente identificados como lo recomienda en el laboratorio.

Trabajos in situ

- Se realizó la limpieza del lugar (sacado de rastrojo, mala hierba y cospeo).
- Ubicación y señalización:

La ubicación se realizó según la información recopilada en la 1era salida (observación) y la señalización se realizó según las medidas que se describen en Figura 4 y 5.

- Análisis de las muestras: Fue trasladado al laboratorio para su análisis respectivo a la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Laboratorio de Análisis de suelos, Agua y Ecotoxicología).
- Insumos: Compost y microorganismos eficaces.

El compost fue recogido en coordinación con la Sub Dirección de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Huánuco y se obtuvo mediante el intercambio de compost por botellas reciclados.

El Microorganismo Eficiente se compró en la tienda autorizada. Ambos insumos fueron trasladados en el lugar de investigación.

- Materiales, equipos, herramientas, equipo de protección personal y otros:
 - Materiales: Bolsas ziploc, etiquetas de identificación, plumones y lapiceros.
 - Equipo: Bomba de mochila, balanza analítica, cámara fotográfica y otros.
 - Herramientas: Cinta métrica, pico, pala, costales, bidones y otros.
 - Equipo de protección personal: Casco, botas de jebe o zapato protector, guardapolvo, mascarilla, guantes descartables y otros.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos fueron procesados en programas respecto al tipo de la necesidad de la escritura. La redacción se realizó acuerdo al estilo de la 7ma edición APA para el uso de cuadros, gráficos y referencias bibliográficas.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

El método utilizado para el procesamiento de datos esta descrito en la Metodología de la Investigación y el análisis de la información generada en el antes y después de la intervención del uso del compost y microorganismos eficaces, se desarrolló a través del recojo de muestras de suelo (análisis procesado en el laboratorio) y el resultado del análisis de suelos, luego se hizo el uso de las pruebas estadísticas. Se utilizó el programa Excel y SPSS.

Tabla 12*Aplicación de los tratamientos*

Tratamiento	Dosis	Tiempo de aplicación (repeticiones)	Hora recomendado	Labores culturales (Riego)
T1: Compost	5 kilos Compost	Primero : día 1 Segundo: día 20 Tercero : día 40 Cuarto: día 60	A partir de las 3.00 pm -6.00 pm de la tarde	Se realizó el riego después de 5 días de la aplicación, cuando no hubo la presencia de lluvia. Volteo del suelo por cada aplicación.
T2: Microorganismos eficaces	2L de EM en 20L de agua.	Primero : día 1 Segundo: día 20 Tercero : día 40 Cuarto: día 60	A partir de las 4.00 pm-6.00 pm de la tarde	Se realizó el riego cada 5 días después de la aplicación, cuando no hubo la presencia de lluvia. Volteo del suelo por cada aplicación.
T3:Compost +microorganismos eficaces	5 kilos Compost + 2L de EM en 20L de agua.	Primero : día 1 Segundo: día 20 Tercero : día 40 Cuarto: día 60	A partir de las 4.00 pm-6.00 pm de la tarde	Se realizó el riego cada 5 días después de la aplicación, cuando no hubo la presencia de lluvia. Volteo del suelo por cada aplicación.
T4 : Testigo	0	0	-	Volteo del suelo.

Nota. Descripción de las labores en campo según los tratamientos y la dosis descrita.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 13

Propiedad física del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022.

	Unid. de medida	Tratam.	Media	Pre test			Post test			
				E estándar	L. inferior	L. superior	Media	E estándar	L. inferior	L. superior
Arena	%	T1	31	0.00	31.0	31.0	50 %	0.58	48.2	51.8
	%	T2	31	0.00	31.0	31.0	49 %	1.41	44.5	53.5
	%	T3	31	0.00	31.0	31.0	50 %	0.58	48.2	51.8
	%	T4	31	0.00	31.0	31.0	49 %	0.82	46.4	51.6
Arcilla	%	T1	34	0.00	34.0	34.0	18 %	0.96	14.5	20.5
	%	T2	34	0.00	34.0	34.0	18 %	0.50	15.9	19.1
	%	T3	34	0.00	34.0	34.0	17 %	0.50	14.9	18.1
	%	T4	34	0.00	34.0	34.0	20 %	0.82	17.4	22.6
Limo	%	T1	35	0.00	35.0	35.0	33 %	0.50	30.9	34.1
	%	T2	35	0.00	35.0	35.0	34 %	1.26	29.5	37.5
	%	T3	35	0.00	35.0	35.0	34 %	0.96	30.5	36.5
	%	T4	35	0.00	35.0	35.0	31 %	0.00	31.0	31.0

Nota. Se describe los resultados obtenidos del suelo del pre test y del pos test para la propiedad Física del suelo con sus indicadores arena, arcilla y limo.

*T1: Compost

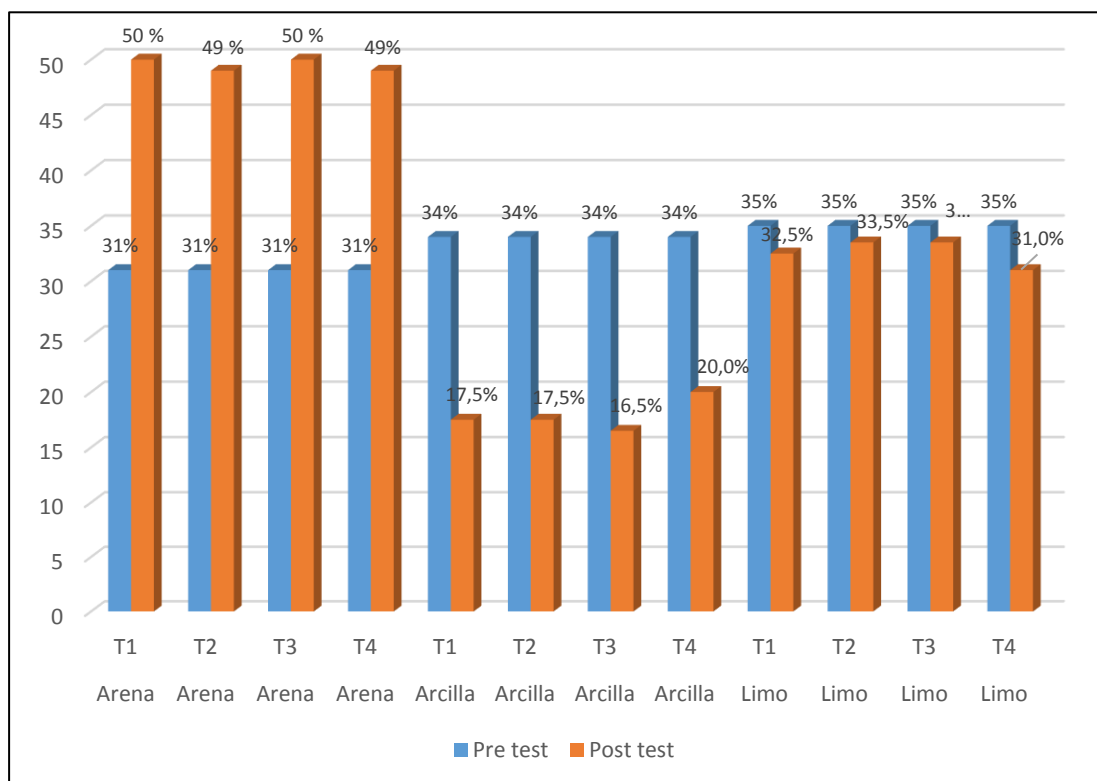
*T2: Microorganismos Eficaces

*T3: Compost más Microorganismos Eficaces

*T4: Testigo

Figura 5

Propiedad física (arena, arcilla y limo) del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost y microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022



Nota. La figura muestra el valor del pre test y post test de la intervención.

Se aprecia que, en el caso de la arena, se tiene un mayor incremento con T1 y T3, para el caso de la arcilla, el mayor decremento se dio con T3 y para el Limo, el mayor decremento se dio con T4

Tabla 14

Propiedad química del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022

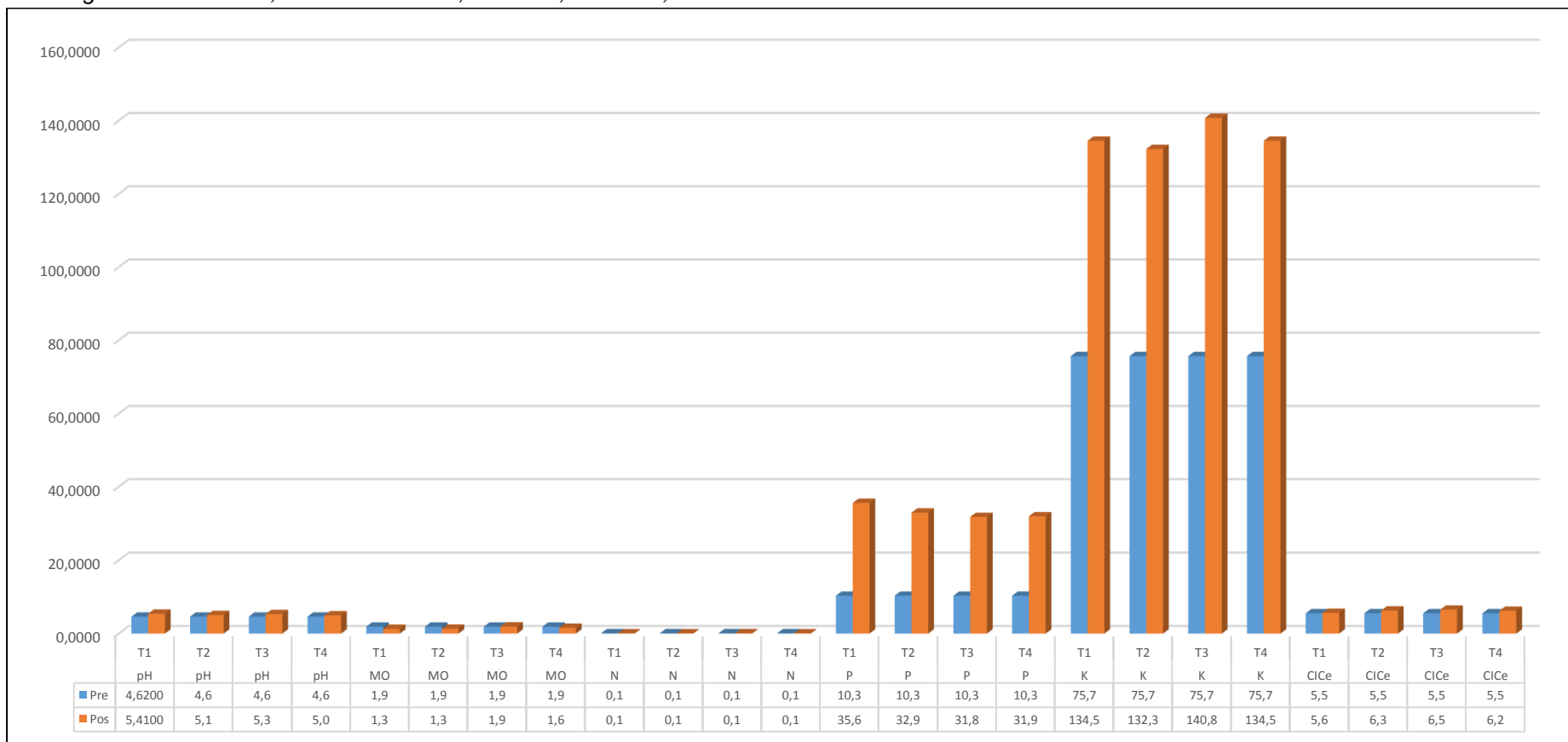
	Unid. de Medida	Tratam.	Media	Error estándar	Pre test		Media	Error estándar	Post test	
					Límite inferior	Límite superior			Límite inferior	Límite superior
pH	1-14	T1	4.6	0.0	4.6	4.6	5.4	0.03	5.28	5.53
pH	1-14	T2	4.6	0.0	4.6	4.6	5.1	0.1	4.6	5.5
pH	1-14	T3	4.6	0.0	4.6	4.6	5.3	0.1	5.1	5.5
pH	1-14	T4	4.6	0.0	4.6	4.6	5.0	0.0	4.9	5.1
MO	%	T1	1.9	0.0	1.9	1.9	1.3	0.1	0.8	1.7
MO	%	T2	1.9	0.0	1.9	1.9	1.3	0.1	1.0	1.7
MO	%	T3	1.9	0.0	1.9	1.9	1.9	0.3	0.8	3.0
MO	%	T4	1.9	0.0	1.9	1.9	1.6	0.2	0.8	2.3
N	%	T1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
N	%	T2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
N	%	T3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
N	%	T4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
P	ppm	T1	10.3	0.0	10.3	10.3	35.6	4.0	22.9	48.3
P	Ppm	T2	10.3	0.0	10.3	10.3	32.9	2.3	25.5	40.4
P	Ppm	T3	10.3	0.0	10.3	10.3	31.8	1.4	27.4	36.1
P	Ppm	T4	10.3	0.0	10.3	10.3	31.9	2.6	23.7	40.2
K	Ppm	T1	75.7	0.0	75.7	75.7	134.5	4.2	121.2	147.8
K	Ppm	T2	75.7	0.0	75.7	75.7	132.3	6.6	111.2	153.3
K	Ppm	T3	75.7	0.0	75.7	75.7	140.8	7.6	116.7	164.8
K	Ppm	T4	75.7	0.0	75.7	75.7	134.5	4.8	119.3	149.7
ClCe	Meg/100g	T1	5.5	0.0	5.5	5.5	5.6	1.7	0.3	10.9
ClCe	Meg/100g	T2	5.5	0.0	5.5	5.5	6.3	1.3	2.0	10.5
ClCe	Meg/100g	T3	5.5	0.0	5.5	5.5	6.5	1.3	2.4	10.6
ClCe	Meg/100g	T4	5.5	0.0	5.5	5.5	6.2	0.7	3.9	8.6

Nota. Se describe los resultados obtenidos del suelo del pre test y del pos test para la propiedad química del suelo con sus indicadores pH, Materia Orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva.

T1: Compost, T2: Microorganismos Eficaces, T3: Compost más Microorganismos Eficaces, T4: Testigo

Figura 6

Propiedades químicas del suelo agrícola degradado antes y después de la aplicación de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces, Distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022



Nota. La figura muestra el valor del pre test y post test de la intervención.

Tabla 15*Prueba de normalidad de los datos*

Indicador	Tratamiento	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Arena_DIF	T1	0.829	4	0.240
	T2	0.827	4	0.161
	T3	0.729	4	0.054
	T4	0.945	4	0.683
Arcilla_DIF	T1	0.863	4	0.272
	T2	0.630	4	0.510
	T3	0.630	4	0.611
	T4	0.945	4	0.683
Limo_DIF	T1	0.630	4	0.551
	T2	0.895	4	0.406
	T3	0.863	4	0.272
pH_DIF	T1	0.897	4	0.414
	T2	0.791	4	0.087
	T3	0.990	4	0.957
	T4	0.814	4	0.130
MO_DIF	T1	0.822	4	0.149
	T2	0.852	4	0.233
	T3	0.914	4	0.505
	T4	0.999	4	0.997
N_DIF	T1	0.729	4	0.024
	T2	0.630	4	0.511
	T3	0.916	4	0.515
	T4	0.993	4	0.972
P_DIF	T1	0.931	4	0.601
	T2	0.936	4	0.628
	T3	0.960	4	0.781
	T4	0.895	4	0.408
K_DIF	T1	0.994	4	0.975
	T2	0.718	4	0.618
	T3	0.988	4	0.948
	T4	0.908	4	0.470
CICe_DIF	T1	0.850	4	0.227
	T2	0.965	4	0.813
	T3	0.738	4	0.301
	T4	0.920	4	0.540

En vista de que se ha obtenido valores de la significancia bilateral (p-valor) superiores a 5% (0.05), se procederá a realizar el análisis estadístico con una prueba paramétrica, tal como el ANOVA con un factor Inter sujetos.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El presente estudio plantea la contrastación de la siguiente hipótesis (H_1):

H_1 : El Compost y Microorganismos eficientes tiene efecto en la recuperación de suelos agrícolas degradados.

Por otra parte, se tiene la hipótesis nula (H_0), que rechaza dicha afirmación:

H_0 : El Compost y Microorganismos eficaces no tiene efecto en la recuperación de suelos agrícolas degradados.

El nivel de significancia que se establece es el convencional, es decir, **5%**.

La prueba estadística para emplearse fue ANOVA con un factor Inter sujetos. Cálculo del p-valor mediante la prueba estadística. La prueba estadística permitirá determinar las diferencias existentes entre los resultados al emplearse los distintos tratamientos.

Tabla 16

ANOVA para los indicadores de la propiedad físico (Textura)

Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Arena	T1	T2	1.00	1.29	0.86	-2.83	4.83
		T3	0.00	1.29	1.00	-3.83	3.83
		T4	1.00	1.29	0.86	-2.83	4.83
	T2	T3	-1.00	1.29	0.86	-4.83	2.83
		T4	0.00	1.29	1.00	-3.83	3.83
		T3 T4	1.00	1.29	0.86	-2.83	4.83
Arcilla	T1	T2	0.00	1.02	1.00	-3.03	3.03
		T3	1.00	1.02	0.76	-2.03	4.03
		T4	-2.50	1.02	0.12	-5.53	0.53
	T2	T3	1.00	1.02	0.76	-2.03	4.03
		T4	-2.50	1.02	0.12	-5.53	0.53
		T3 T4	-3.50	1.02	0.02	-6.53	-0.47
Limo	T1	T2	-1.00	1.17	0.83	-4.48	2.48
		T3	-1.00	1.17	0.83	-4.48	2.48
		T4	1.50	1.17	0.59	-1.98	4.98
	T2	T3	0.00	1.17	1.00	-3.48	3.48
		T4	2.50	1.17	0.20	-0.98	5.98
		T3 T4	2.50	1.17	0.20	-0.98	5.98

Nota: La prueba estadística para la propiedad física en la textura nos indica que existe diferencia significativa en la arcilla con el tratamiento T3 a diferencia del tratamiento T4. Para los indicadores de arena y limo, la prueba estadística indica que no existe diferencia significativa.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) para los indicadores químicos

Variable dependiente		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
pH	T1	T2	0.36	0.11	0.02	0.04	0.68
		T3	0.11	0.11	0.76	-0.21	0.42
		T4	0.43	0.11	0.01	0.12	0.75
	T2	T3	-0.26	0.11	0.13	-0.57	0.06
		T4	0.07	0.11	0.90	-0.24	0.39
		T3	0.33	0.11	0.04	0.01	0.64
MO	T1	T2	-0.04	0.32	1.00	-1.00	0.93
		T3	-0.65	0.32	0.24	-1.61	0.31
		T4	-0.28	0.32	0.83	-1.24	0.68
	T2	T3	-0.62	0.32	0.28	-1.58	0.34
		T4	-0.24	0.32	0.88	-1.20	0.72
		T3	0.38	0.32	0.66	-0.59	1.34
N	T1	T2	0.00	0.02	1.00	-0.05	0.05
		T3	-0.03	0.02	0.31	-0.08	0.02
		T4	-0.02	0.02	0.80	-0.06	0.03
	T2	T3	-0.03	0.02	0.31	-0.08	0.02
		T4	-0.02	0.02	0.80	-0.06	0.03
		T3	0.02	0.02	0.80	-0.03	0.06
P	T1	T2	2.65	3.88	0.90	-8.86	14.16
		T3	3.84	3.88	0.76	-7.67	15.34
		T4	3.66	3.88	0.78	-7.85	15.17
	T2	T3	1.18	3.88	0.99	-10.33	12.69
		T4	1.01	3.88	0.99	-10.50	12.52
		T3	-0.17	3.88	1.00	-11.68	11.34
K	T1	T2	2.25	8.40	0.99	-22.69	27.19
		T3	-6.25	8.40	0.88	-31.19	18.69
		T4	0.00	8.40	1.00	-24.94	24.94
	T2	T3	-8.50	8.40	0.75	-33.44	16.44
		T4	-2.25	8.40	0.99	-27.19	22.69
		T3	8.50	8.40	0.75	-16.44	33.44
CICe	T1	T4	6.25	8.40	0.88	-18.69	31.19
		T2	-0.64	1.84	0.99	-6.10	4.83
		T3	-0.88	1.84	0.96	-6.34	4.59
	T2	T4	-0.57	1.84	0.99	-6.03	4.89
		T3	-0.24	1.84	1.00	-5.70	5.22
		T4	0.07	1.84	1.00	-5.40	5.53

La prueba estadística para la propiedad química nos indica que existe diferencia significativa en el indicador del pH con el tratamiento entre el T1 y el T2. Como también existe diferencia significativa en el tratamiento T1 a diferencia del T4 que es el testigo. Para el tratamiento T3 existe diferencia significativa a diferencia del T4(testigo).

Para los indicadores en Materia Orgánica, Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Capacidad de Intercambio Catiónico nos indica que no existe diferencia significativa.

Tabla 18

Tabla interpretativa del efecto sobre el suelo agrícola degradado antes y después de la intervención

Propiedad del suelo	Referente (Autor)	Indicador	Unidad de medida	Parámetros del Suelo		Pre test	Rango	Interpretación	Post test				Rango	Interpretación
				Rango Recomendado					T1	T2	T3	T4		
Propiedad Física	A	Arena	%	23-52		34	Franco Arcilloso	Suelo con mucha retención del agua, no tiene buena aireación, por lo general contiene muchos nutrientes. No muy recomendado para hacer agricultura.	50	49	50	49	Franco	Un suelo Franco tiene una buena retención de agua, buena aeración y es buena para la retención de nutrientes. Recomendable para el desarrollo de una planta.
		Arcilla	%	7-27		34			18	18	17	20		
		Limo	%	28-50		35			33	34	34	31		
Propiedad Química	B	pH	1-14	6,6-7,3	Neutro	4.6	Fuerte-mente ácido	Se encuentra al suelo siendo fuertemente ácido, insuficiente.	5.4	5.1	5.3	5.0	Franca mente ácido	Ante el pre test, se pudo observar mejoramiento con el uso del T1 y T3 (proceso de mejoramiento). Aún es insuficiente para realizar actividad agrícola.
	C	Materia orgánica	%	2-4	Medio	1.9	Bajo	La MO se encuentra a un nivel medio, lo que es recomendado para el uso agrícola.	1.3	1.3	1.9	1.6	Bajo	Solo el T3 pudo mantener la MO en el nivel medio a diferencia de los demás tratamientos.
	D	Nitrógeno	%	0.1-02 %	Medio	0.1	Medio	Recomendable	0.1	0.1	0.1	0.1	Medio	Con el uso de todo el tratamiento, se pudo mantener el nivel de N. Lo que es recomendable para la agricultura.

E	Fosforo	ppm	7-14 ppm	Medio	10.3	Medio	La medida recomendada	35.6	32.9	31.8	31.9	Alto	Con el uso de los tratamientos se alteró la medida recomendada para P.
F	Potasio	ppm	100-240 ppm	Medio	75.7	Bajo	Considerado muy bajo para realizar actividad agrícola	134.5	132.3	140.8	134.5	Medio	Con el uso de los tratamientos pudo tener una mejora llegando a la medida remendada para realizar actividad agrícola.
G	CICe	meq/100g	20-35 meq/100g	Norma I	5.54 meq/100g	Muy Bajo	Para el pre test el resultado obtenido fue muy bajo ,con 5.54 meq/100g,	5.6	6.3	6.5	6.2	Muy Bajo	Después de la intervención se obtuvo un resultado mayor al pre test, pero también considerados muy bajo, esto indica que aún necesita mayor aporte de materia orgánica.

*A: Clasificación del USDA de las partículas según su tamaño (USDA, s/f).

*B: Interpretación del pH según los criterios USDA (Porta et al.2003).

*C: Métodos analíticos del suelo (UNASA,2022).

*D: Métodos analíticos del suelo (UNASA,2022).

*E: Métodos analíticos del suelo (UNASA,2022).

*F: Métodos analíticos del suelo (UNASA,2022).

*G: Los niveles de C.I.C según Martín (2021).

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En relación al objetivo general

Demostrar el efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino-Provincia de Pachitea-Departamento de Huánuco. Con los datos obtenidos en el pre test y post test, considerando todos los procesos realizados en in situ y con los resultados obtenidos con el análisis de suelo, se obtuvo que en la propiedad físico (textura) hubo diferencia significativa y en la propiedad químico (pH) hubo una diferencia significativa.

Para el tratamiento 3 (compost más microorganismos eficaces) en la propiedad física en su indicador textura (arcilla) tuvo mejora significativa a diferencia de los tratamientos 1, tratamiento 2 y tratamiento 4 (testigo), siendo un suelo Franco. Este resultado sucede también en su trabajo de investigación de Kcana (2019) titulada “Microorganismos eficientes (EM) en la recuperación de un suelo contaminado con cadmio en Cusco”, menciona que, dentro de todos sus tratamientos utilizados, el que tuvo mejor resultado fue el uso del tratamiento con el 20 % de EM + 20% de compost, dentro de ello mantuvieron estable la clase textural que fue franco al inicio y al final de su investigación. Considerado un suelo con buena aireación, adecuada para la facilidad de la penetración de las raíces, para la retención de agua y nutrientes.

Para la propiedad química en el indicador pH se tuvo diferencias significativas en los tratamientos T1 (compost) y T3 (compost más microorganismos eficaces) a diferencia del T2 (microorganismos eficaces) y el T4 (testigo) desarrollado la investigación en in situ por un tiempo de 60 días. Estos resultados fueron diferentes a de Illatopa (2018) en su tesis “Incorporación de abonos orgánicos en la recuperación de suelos agrícolas degradadas en Panao” indica que en la propiedad química (pH), con el uso del compost, no tuvo mejores resultados a comparación de otra materia orgánica, este resultado puede haber ocurrido debido que solo se realizó una sola intervención (antes de la siembra). En cuanto Kcana (2019) menciona que el

resultado obtenido en su proyecto referente a la propiedad química tuvo una diferencia significativa en el indicador pH siendo moderadamente alcalino al inicio con 7.98, posterior al tratamiento se mantuvo en el grado de alcalinidad con 8.09, esto se dio con la aplicación del tratamiento 20 % EM + 20% compost, siendo desarrollado el proyecto en un laboratorio. Según estos resultados se deduce que el uso de EM con compost provee mejores resultados ya que aumenta la descomposición de cualquier tipo de materia orgánica.

Referente al objetivo específico 1

Describir la propiedad física del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

En el parámetro físico, la textura inicial tuvo como resultado arena 31 %, arcilla 34 % y limo 35 % considerado un suelo con textura franco arcilloso.

Luego de la intervención obtuvieron un suelo con textura Franco, considerando que para arena según los tratamientos fue: T1 con 50 %, T2 con 49%, T3 con 50% y T4 con 49%. Para Arcilla según los tratamientos fue: T1 con 18 %, T2 con 18%, T3 con 17% y T4 con 20% y para limo T1 con 33%, T2 con 34%, T3 con 34% y T4 con 31%. Se tuvo mejoras en los resultados del después ante antes, destacando como el mejor resultado para la arcilla con el uso de compost más microorganismos eficaces.

Referente al objetivo específico 2

Describir la propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

Referente a la propiedad química en su análisis inicial se tuvo, el pH de 4.62, materia orgánica con 1.88 %, Nitrógeno de 0.09 %, Fosforo de 10.31 ppm, Potasio de 75.67 ppm y para Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva fue de 5.54 meq/100g.

Resultados después de la intervención para pH según los tratamientos se obtuvo para el T1 con 5.4, T2 con 5.1, T3 con 5.3 y T4 con 5.0. En cuanto a materia orgánica se tuvo el T1 con 1.3 %, T2 con 1.3 %, T3 con 1.9 % y T4 con 1.6 %. Para nitrógeno se tuvo en el T1 con 0.1 %, T2 con 0.1 %, T3 con 0.1 % y T4 con 0.1 %. Para Fosforo se tuvo en el T1:35.6 ppm, T2 :32.9 ppm, T3:31.8 ppm y T4:31.9 ppm. Para Potasio se tuvo en el T1:134.5 ppm, T2:132.3 ppm, T3:140.8 ppm y T4:134.5 ppm y para Capacidad de Intercambio Catiónico efectiva se tuvo en el T1: 5.6 meq/ 100g, T2: 6.3 meq/ 100g, T3: 6.5 meq/ 100g y T4:6.2 meq/ 100g.

Referente al objetivo específico 3

Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola degradado.

El análisis de varianza (ANOVA) para los resultados obtenidos, indica que existe diferencia significativa con la aplicación del compost más microorganismos eficaces a diferencia de los demás tratamientos, en la propiedad física, en su indicador textura (arcilla).

De igual forma el compost y microorganismos eficaces tuvieron efecto significativo en la propiedad química (pH), a diferencia de los demás tratamientos.

CONCLUSIONES

En relación con el objetivo general

Existe efecto significativo en los tratamientos que corresponden a Tratamiento 1 (compost) y Tratamiento 3 (compost más microorganismos eficaces), en las propiedades físicas (textura) y en la propiedad química (pH). Fueron los 2 tratamientos con excelentes resultados en el mejoramiento de las propiedades del suelo agrícola, donde proporcionan nutrientes para la conservación y recuperación de nutrientes del suelo. Siendo diferente a su análisis inicial, al tratamiento 2 (microorganismos eficaces) y tratamiento 4 (testigo).

Referente al objetivo específico 1

Dentro de la propiedad física del suelo agrícola se tuvo efecto significativo en la textura (arcilla), haciendo la comparación con el análisis del antes y después de la intervención. Siendo el T3 (compost más microorganismos eficaces) con mejores resultados.

Referente al objetivo específico 2

En la propiedad química si hubo diferencia significativa en el indicador pH, donde los tratamientos que corresponde a T1 (compost) y T3 (compost más microorganismos eficaces) reporto con mayor diferencia al análisis del pre test del suelo agrícola degradado.

Referente al objetivo específico 3

De acuerdo con el resultado obtenido, existe diferencia significativa con la aplicación del tratamiento 1 (compost) y tratamiento 3 (compost más microorganismos eficaces) para la propiedad física en la textura (arcilla) y en la propiedad química en el pH, a diferencia de los tratamientos T2 (microorganismos eficaces) y T4 (testigo).

RECOMENDACIONES

Según las conclusiones obtenidas, recomiendo considerar en las posteriores investigaciones la evaluación de la propiedad microbiológica del suelo cuando se hace el uso de algún abono orgánico.

Se sugiere realizar investigaciones relacionados a recuperación del suelo, considerando distintos indicadores dentro de la propiedad física y hacer el uso de abonos orgánicos de diferentes procedencias

Efectuar análisis de suelos en el antes, durante y posterior de la investigación cuando se realiza el uso del compost y microorganismos eficaces, cuando se considera como indicador a la propiedad química.

Desarrollar investigaciones teniendo en cuenta su temporada estacional, ya que la lluvia ayuda tener humedad en el suelo (trabajos en In situ) y considerar otras cantidades de compost o microorganismos eficaces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Belén (2019) Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo. Recuperado de: <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>
- Agurto (2019) Noticias Perú, Urge promover buenas prácticas agrícolas para preservar la productividad del suelo. Disponible en <https://www.yara.com.pe/noticias-y-eventos/noticias-peru/productividad-del-suelo/>
- Arshad, M.A. y Coen, G.M. (1992). Caracterización de la calidad del suelo: criterios físicos y químicos. American J. of Alternative Agriculture 7: 25-31. Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/572-1080-1-SM.pdf>
- Arshad M. A. y Martin S. (2002) Identificación de límites críticos para indicadores de calidad del suelo en agroecosistemas. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880901002523>
- Barrios. C. L (2011) en su tesis: Efecto del estiércol de cuy, aserrín y microorganismo de montaña en la génesis de la estructura del suelo degradado en Tingo María del 2011. la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1102>
- Bernal, P. (2018) Técnicas biológicas de recuperación de suelos. Recuperado en: <https://www.secs.com.es/calendario/2018.pdf>
- Campo, Martínez., Acosta, Sánchez., Morales, Velasco., y Alonso, Prado. (2014) Evaluación de Microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. Recuperado en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a10.pdf>
- Collings, G.H (s. f.) Fertilizantes comerciales sus fuentes y uso. Disponible en : https://www.ecured.cu/Fertilizante_sint%C3%A9tico

- Cotrina, C.V (2019) en su tesis: Efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola.
- Chung, B. (2008). Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Control de los contaminantes químicos en el Perú. Lima-Perú. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400012
- Cubas, D. L y Reyna, P. D (2019) en su tesis: Efecto de la aplicación de abonos orgánicos de biomasa de bambú (*Guadua angustifolia*) para la recuperación de suelos degradados Pacayzapa, Lamas 2019. Universidad César Vallejo, Moyobamba-Perú. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49521/Cubas_DC-Reyna_PDA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Chilón, C. E (2017) Revolución verde-agricultura y suelos, aportes y controversias. Revista científica de la Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz Bolivia.
- Doran, J.W. y Parkin, B.T. 1994. Definición de la calidad del suelo para un medio ambiente sostenible. Sociedad de Ciencias del Suelo de América, Inc. Publicación especial. Número 35. Madison, Wisconsin, USA.
- Efus, O. A (2017) tesis: Empleo de abonos sintéticos y su impacto ambiental en la degradación de la calidad de suelos agrícolas en la comunidad de Coyunde Grande, Distrito Chugur, 2017. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo-Perú. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28145>
- FAO, (2013) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Manual de compostaje del agricultor, Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- FAO (como se citó en Jacob (1961) & Martínez (2013)), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Manual de compostaje del agricultor, Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

- FAO, (2015) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Estado Mundial del recurso Suelo, Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>
- FAO (2019) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Definiciones Clave, ¿Qué es el suelo? ,Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- Florensa, P. and Martínez, J. (1991) Horticultura y materia orgánica. Recuperado de : https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1991_66_42_50.pdf
- Garder (2020) El uso sostenible del nitrógeno ofrece una triple ventaja: para la economía, la salud humana y el medio ambiente. Disponible: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/fertilizantes-desafios-y-soluciones-para-proteger-nuestro-planeta>
- Gaiak, E. (2007) Fertilizantes de plantas, esterilizantes de suelos. Agricultura y contaminación, Gara, Baigorri Argitaletxea,2007.160 p.
- Gomez P. K, (2013) tesis: Evaluación del efecto de los fertilizantes químicos y orgánicos en el suelo, caso de estudio: cultivo de jitomate en invernadero tipo túnel en el municipio de Zinacantepec, Estado de México de la Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49249>
- Gonzales, U.P (2019) Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Asesoría Técnica Parlamentaria. Recuperado de: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
- Gruposacsa (2015) Conozca los efectos ambientales de los fertilizantes químicos, noticias. Recuperado de: <https://www.gruposacsa.com.mx/conozca-los-efectos-ambientales-de-los-fertilizantes-quimicos/>
- Hernández, T. J (2017). Tesis: Efecto del compost y vermicompost de estiércol pecuario, en el suelo y en la producción de jitomate y maíz, Universidad Autónoma del Estado de México, Temascaltepec, Estado de México. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/69318/MCARN.jjht.tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernández, Fernández y Baptista, (2014) Metodología de la investigación – Quinta Edición. Disponible en: https://www.academia.edu/23889615/_Hern%C3%A1ndez_Sampieri_R._Fern%C3%A1ndez_Collado_C._y_Baptista_Lucio_M._P_2010_
- Hernández, Fernández y Baptista, (2010, p.4) Metodología de la investigación –Quinta Edición. Disponible en: https://www.academia.edu/23889615/_Hern%C3%A1ndez_Sampieri_R._Fern%C3%A1ndez_Collado_C._y_Baptista_Lucio_M._P_2010_
- Juárez et al, (2006) Química del suelo y medio ambiente. Recuperado de <https://www.digitaliapublishing.com/a/781/quimica-del-suelo-y-medio-ambiente>
- INIA (2012) Instituto Nacional de Innovación Agraria-Papa INIA 303-Canchán. Recuperado de: https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf
- INIA (2015) Instituto Nacional de Innovación Agraria-Hoja Divulgativa, elaboración de compost. Recuperado de: <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/43>
- INEI (2012) Instituto de Estadística e Informática -IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/documentospublicos/resultadosfinalesivcenagro.pdf>
- Kcana-Puma, H. (2021) en su tesis, Microorganismos eficientes (EM) en la recuperación de un suelo contaminado con cadmio del distrito de San Jerónimo, Cusco. Recuperado en: repositorio de la Universidad César Vallejo.
- Larson, W. y Pierce, F. (1991). Conservación y mejora de la calidad del suelo. En Evaluación para tierra sostenible Ecosistemas 13 (2). Mayo 2004. 96 La gestión en el mundo en desarrollo. En Proc. de la int. Taller de trabajo sobre evaluación para la gestión sostenible de la tierra en el mundo en desarrollo, Chiang Rai. pp. 175-203. 15-21 de septiembre de 1991. Int. Junta de Suelo Res. y Gestionar., Bangkok, Tailandia.

Disponible en [file:///C:/Users/user/Downloads/572-1080-1-SM%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/572-1080-1-SM%20(2).pdf)

Loayza, C. (2020) Tesis: Degradación de la fertilidad química y biológica del suelo por efecto del cultivo intensivo de la papa en Potreropampa, Andahuaylas, Apurímac. Universidad Nacional del Altiplano de Puno-Perú. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15922>

Martinez-Campo, Sánchez-Acosta, Morales-Velasco, & Alonso-Prado. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), pp. 79- 87.

Monjarás, C. (2016) *Vía Orgánica. Migroorganismo de Montaña*. Recuperado de: <https://viaorganica.org/microorganismos-de-montana/>

MINAGRI (2017) Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Ficha técnica de la papa. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/25-sector-agrario/papa/207-papa>

Martín, A. (2021) Interpretación de análisis de suelo. <https://herografertilizantes.com/interpretacion-de-analisis-de-suelo/>

Negro et al. (2000) Producción y gestión del compost. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>

Negro et al. (Golueke,1972) Temperatura y tiempo de exposición necesario para la destrucción de los parásitos y patógenos más comunes. Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>

Noda, Y. (2009) Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001

ONU (2020) Programa para el medio ambiente, fertilizantes: desafíos y soluciones para proteger nuestro planeta. Disponible en :

<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/fertilizantes-desafios-y-soluciones-para-proteger-nuestro-planeta>

ONU para la Agricultura y la Alimentación (2003), Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Disponible en: <https://www.fao.org/3/Y4137S/y4137s00.htm#Contents> / <https://www.fao.org/3/Y4137S/y4137s05.htm#bm05>

ONU para la Agricultura y la Alimentación (2003) Factores que impulsan el crecimiento agrícola orgánico. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y4137s/y4137s0e.htm#bm14>

ONU para la Agricultura y la Alimentación (2015), La importancia de la materia orgánica del suelo. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/277721/>

Pereira et al. (2011) Edafología 1, propiedades del suelo. Recuperado en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>

Perez, J. ,Alvarez, C. y Osorio, N. (2021) El suelo un componente del medio natural. Recuperado en : <https://digital.csic.es/bitstream/10261/58319/1/Mineralizaci%C3%B3n%20y%20humificaci%C3%B3n%20de%20la%20materia%20org%C3%A1nica%20del%20suelo%20consecuencias%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n.pdf>

Perez-Vasquez, S. (2020) en su tesis Remoción de Cadmio en Suelo Agrícola mediante la aplicación de Carbón Activado y Microorganismos de Montaña, en la Urbanización Nueva Vida-Morales-2019. Recuperado en: Repositorio de la Universidad Peruana Unión, Tarapoto.

SEMARNAT (2018) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.Mexico,2018. Suelos, sostén de la vida humana. Disponible en: https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.2_Degradacion/index.htm
<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/suelos-de-importancia-crucial-para-la-vida-humana-y-la-biodiversidad?idiom=es>

Silva, A. S y Correa, R. F (2009) Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica.

Semest. Econ. vol.12 no.23 Medellín Jan./June 2009. Disponible en :
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-63462009000100002

Singer, M.J. y Ewing, S. (2000) Soil Quality. En Handbook of Soil Science. Chapter 11 (ed. Sumner, M. E.), 271-298, CRC Press, Boca Raton, Florida. Disponible en: <file:///C:/Users/user/Downloads/572-1080-1-SM.pdf>

SIRSD-S (2017) Servicio agrícola y ganadero región de Atacama. Pauta Técnica para la aplicación de compost. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/pauta-tecnica-aplicacion-de-compost-conc.1-2-3_region_atacama.pdf

Suchini, R. J. (2012) Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7790/118.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Tencio, B. L. (s. f) ¿Cómo hacer Microorganismos de Montaña (MM)? Receta para productores. Lamina informativa.

Tencio, C. R. (2015) Ministerio de Agricultura y Ganadería Región Central Oriental-Costa Ricas. Reproducción y aplicación de los microorganismos de montaña (MM) en la actividad agrícola y pecuaria.

Terrón, P.U. (1992) Tratado de fitotecnia general. Disponible: <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484763307/tratado-de-fitotecnia-general>

Tineo Bermúdez, A., & Cabrera Carranza, C. (2015). Optimización de la calidad de un suelo agrícola por la aplicación de compost y abono sintético. Pampa del Arco, Ayacucho. Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas, 18(35). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11672>

- Umaña, C. (2017). Tesis: Efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas, Universidad de Costa Rica. Sede Rodrigo Facio-Costa Ricas. Disponible en: <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2017/06/Tesis-StevenUmana.pdf>
- Umaña, S., Rodriguez, k. y Rojas, C. (2017) Revista de Ciencias Ambientales: ¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-FuncionanRealmenteLosMicroorganismosDeMontanaMMCom-6055219%20(2).pdf
- Vallejos, P. (2021). Tesis: Análisis sobre la eficiencia del uso de microorganismos de montaña para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7617/1/MUTC-000917.pdf>
- Vargas. H. D (2018) en su tesis: caracterización Nutricional de Abonos Orgánicos Compostados con residuos agropecuarios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Recuperado en : http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1470/VHD_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vinvula. L. J (2019) en su tesis: Determinación de microorganismos eficiente a partir de los desechos de hojarasca en la montaña de la margen derecha del rio Cozo en el Distrito de Quisqui, Provincia y Departamento de Huánuco-2019, Universidad de Huánuco.
- Terrón, P.U, (1992) Efectos destacados de la materia orgánica en los suelos cultivados.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Modesto Pajuelo, G. (2023) *Efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022* [Tesis pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis General	Variable	
<p>¿Cuál es el efecto compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino-Provincia de Pachitea-Departamento de Huánuco 2022?</p>	<p>Demostrar el efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino-Provincia de Pachitea-Departamento Huánuco 2022.</p>	<p>H1: El Compost y Microorganismos eficaces no tiene efecto en la recuperación de suelos agrícolas degradados.</p> <p>H0: El Compost y Microorganismos eficaces tiene efecto en la recuperación de suelos agrícolas degradados.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Compost y microorganismos eficaces</p> <hr/> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Suelos agrícolas degradados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compost • Microorganismos eficaces • Compost Microorganismos eficaces <p>Propiedad física</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textura <p>Propiedad química</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia orgánica Total • pH • Potasio Total • Fosforo Total • Nitrógeno Total • CIC
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especifico	Indicadores	Sub Indicadores
<p>¿Cuál será la composición de la propiedad física del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces?</p>	<p>Describir la propiedad física del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.</p>	<p>H1= Existirá diferencias en la evaluación de su propiedad físico del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.</p> <p>H0= No hay diferencias en la evaluación de su propiedad físico del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.</p>	<p>Propiedad Física</p>	<p>Textura (Limo, arcilla y arena)</p>

¿Cuál será la composición de la propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces?

Describir la propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

H1= Existirá diferencias en la evaluación de su propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

H0= No hay diferencias en la evaluación de su propiedad química del suelo agrícola antes y después del uso de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces.

Propiedad Química

- Materia orgánica
- pH
- Conductibilidad eléctrica
- Potasio
- Fosforo
- Nitrógeno
- CIC

¿Existirán diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola degradado?

Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola degradado.

H1=Entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces tiene diferencias estadísticas significativas en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola.

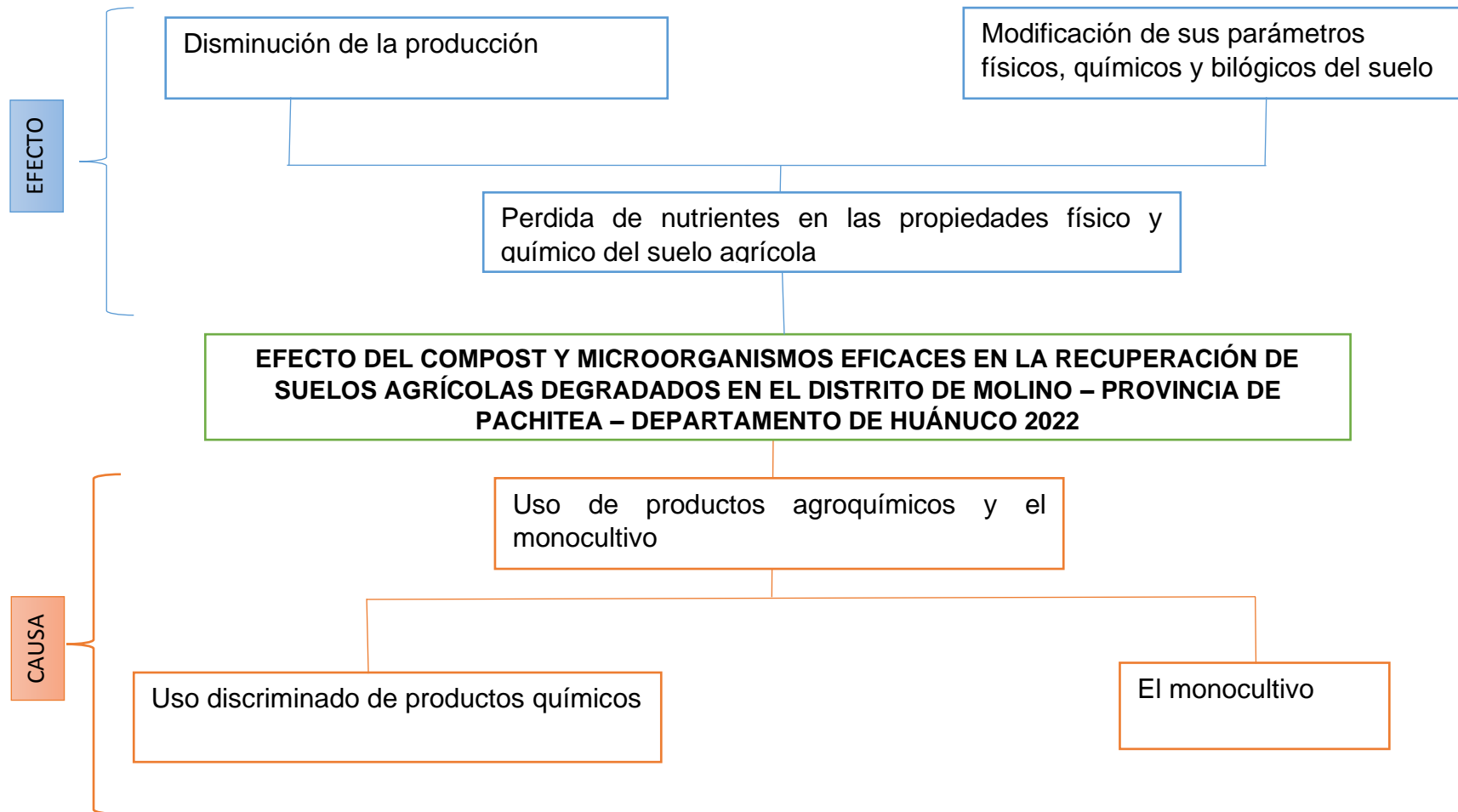
H0= Entre los tratamientos con compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces no tiene diferencias estadísticas significativas en las propiedades físico y químicas del suelo agrícola.

Tratamientos de compost, microorganismos eficaces y compost más microorganismos eficaces

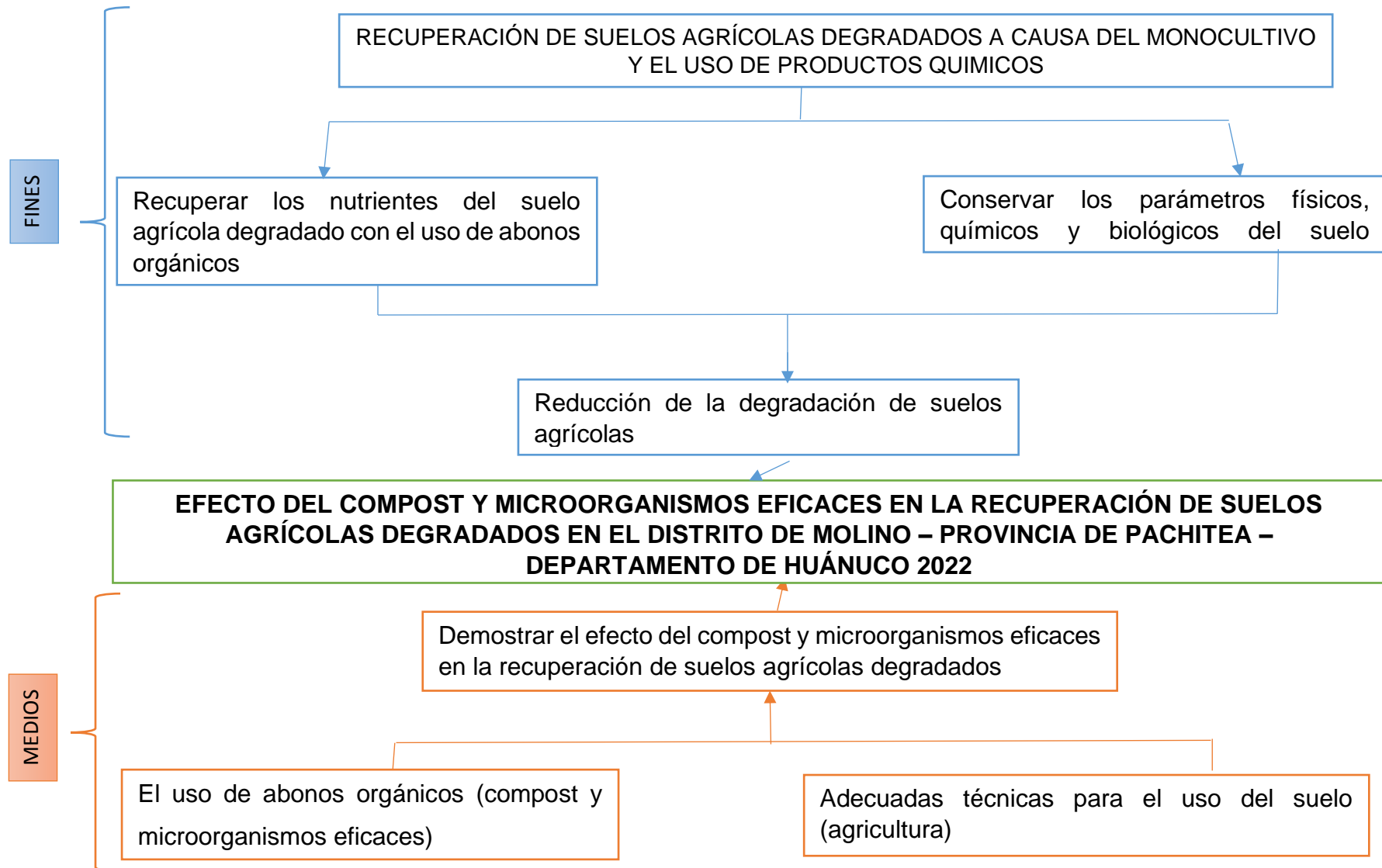
Propiedades físico y químicas del suelo agrícola.

Resultados de laboratorio del análisis de suelo del antes y después (Propiedades físicas y químicas).

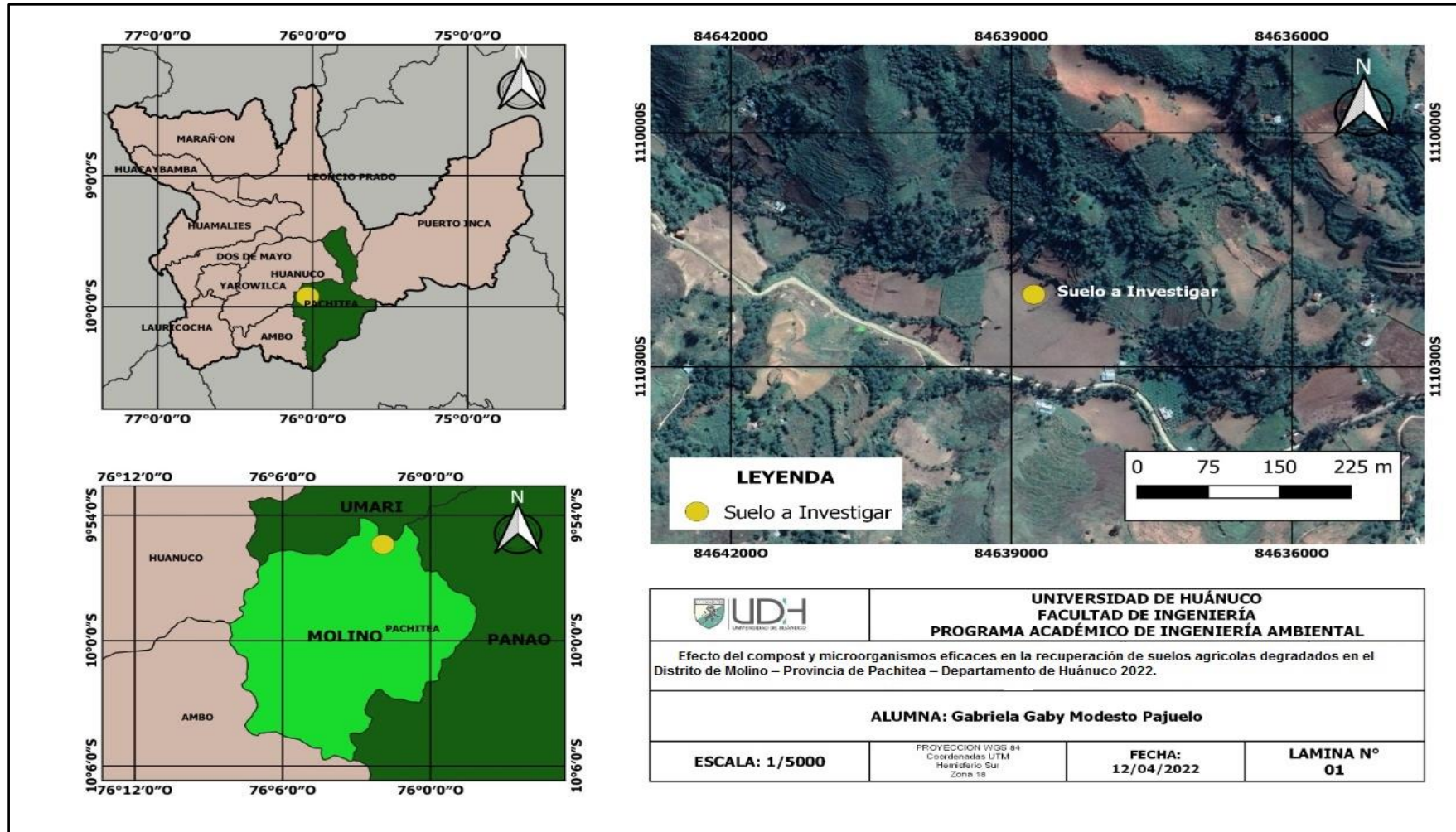
ANEXO 2 DIAGRAMA DE CAUSA -EFECTO



ANEXO 3 ARBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4 MAPA DE UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN



ANEXO 5 PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Muestreo de suelos



Se realizó de acuerdo al guía de muestreo de suelos. La profundidad que se realizó fue de 0.30 cm, lo recomendable para suelo agrícola

Fotografía 2

Extracción de las muestras



Se extrajo considerando sub-muestras, para luego unir las en una muestra compuesta, para luego poder guardar en una bolsa con un contenido de 1kg de muestra compuesta, se detalló su identificación y fue trasladado al laboratorio.

Fotografía 3

Recojo del compost

FORMULARIO ÚNICO DE TRAMITE
www.munihuauuco.gob.pe
Nº 245030

2. ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO

3. PETICIÓN
Solicito que me puedan proporcionar COMPOST

4. DATOS GENERALES (NOMBRES Y APELLIDOS / RAZÓN SOCIAL)
Gabriela Gaby Modesto Pajuelo

5. DOMICILIO
Avda. Fernando Coronado Barco 07-Cayhuayna
() AVENIDA () JIRÓN () CALLE () PASAJE () URBANIZACIÓN () AA.HH. () PUEBLO JOVEN, ETC

6. RUC
7. CORREO ELECTRÓNICO Y/O TELÉFONO
modestogaby53@gmail.com

8. DNI
712446244

9. FUNDAMENTO DEL PEDIDO
Solicito que me puedan proporcionar sacos de COMPOST que sero utilizado en la ejecución de un proyecto de Investigación.
Para cualquier coordinación dejo escrito mi Nº de celular 958333353

10. DOCUMENTOS ADJUNTOS

FIRMA DEL SOLICITANTE

Jr. General Prado Nº 750 Central Telefónica: 062-513340 Fax: 062-512014 - Lunes a Viernes de 7:30 am. a 3:30 pm.

1. SELLO Y FIRMA DE RECEPCIÓN
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO
SECRETARÍA DE TRÁMITE DOCUMENTARIO
RECIBIDO
01 JUN. 2022
EXP. N° 202221199
HORA: 13:20
POLICIA: 1 FIRMA: [Firma]

En coordinación de la Sub Dirección de tratamiento y disposición final de Residuos Sólidos de la Dirección de Gestión de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Huánuco (mediante el formulario único de trámite, se realizó la coordinación).

Fotografía 4

Recojo de la primera muestra de suelo (pre test)



Se empezó a realizar el trabajo de campo. Se desarrolló la limpieza del terreno, posterior a ello se pasó a delimitar el espacio de trabajo de investigación (midiendo el espacio de cada bloque y unidades experimentales).

Fotografía 5

Identificación de cada unidad experimental



Fotografía 6

Primera aplicación de los tratamientos



Preparación de los insumos a utilizar en la investigación, el pesado del compost y la activación de microorganismos eficaces (este proceso se desarrolló para las 4 aplicaciones).

Fotografía 7

Aplicación de los insumos



Aplicación de los tratamientos en cada unidad experimental (T1: Compost, T2: Microorganismos eficaces, T3: Compost más microorganismos eficaces y T4: Testigo), siendo este proceso lo mismo para las 4 aplicaciones.

Fotografía 8

Después de cada aplicación se realizó el volteo (cospeo) de cada unidad experimental



Después de cada aplicación se realizó el volteo (cospeo) de cada unidad experimental.

Fotografía 9

Visita a campo del asesor el Mg. Simeón Calixto posterior a la tercera aplicación



Fotografía 10

Recojo de muestras del suelo por cada unidad experimental (16 muestras)



Después de la cuarta aplicación, se realizó el recojo de las muestras de las 16 unidades experimentales.

Fotografía 11
Entrega de las 16 muestras al laboratorio



ANEXO 6 ANALISIS DE SUELO REALIZADO EL 2015 EN EL TERRENO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: SIMON ATANACIO EDGAR

PROCEDENCIA: UMARI

CULTIVO: QUINUA

Cod. Lab	DATOS			ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al	
				Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca
	%	%	%	Fundo	Anexo	Distrito																	
M221	Ushumayo	Umari	Pachitea	35.68	23.04	41.28	Franco	4.76	3.36	0.15	1.68	80.71	-	1.64	0.78	-	-	0.59	0.50	3.49	68.99	31.01	16.77

FECHA: 06/03/2015

RECIBO N° 407586

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

M.Sc. Blgo. Miguel Muaya Rojas
JEFE

ANEXO 7 RESULTADO INICIAL DEL ANÁLISIS DE SUELO AGRÍCOLA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		MODESTO PAJUELO GABRIELA GABY				PROCEDENCIA				SOLINO PAMPA - MOLINO - PACHITEA - HUANUCO														
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%		
	CODIGO DEL LAB.	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	uS/cm	%	%	%		disponible		Ca	Mg	K	Na		Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%								ppm	ppm										
1	S1224	MUESTRA 01	31	34	35	Franco Arcilloso	4.62	73	1.88	0.09	10.31	75.67	----	3.19	0.43	0.16	0.092	1.62	0.05	5.54	70	30	29	

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO No. 001-0655207
 TINGO MARIA, 05 DE AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

ANEXO 8 RESULTADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL COMPOST EN COORDINACIÓN CON LA SUB DIRECCIÓN DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO Y POR INTERCAMBIO DE COMPOST POR BOTELLAS RECICLADOS (RECICLATÓN DEL 6 DE AGOSTO DEL 2022).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 944407531
 analisisdesuelosumas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			MODESTO PAJUELO GABRIELA GABY																	
DATOS DE LA MUESTRA			T °C	PH 1:2	CE uS/cm	RESULTADOS EN BASE HUMEDA			RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Tipo	Referencia				Humedad Hd (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E0369	COMPOST	MUNICIPALIDAD DE HUANUCO	25.90	9.64	8610	32.24	20.69	47.07	30.53	69.47	1.40	0.3176	3.429	0.169	0.250	3.191	19.20	898.43	87.79	505.45

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0652438
 Tingo María 01 de julio 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María

[Signature]
 Dr. HUGO ALBERTO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANEXO 9 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO AGRÍCOLA DEGRADADO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: MODESTO PAJUELO GABRIELA GABY											PROCEDENCIA: MOLINO - PACHITEA - HUANUCO												
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	% Bas. Camb.	% Ac. Camb.	% Sat. Al
			Arena	Arcilla	Limo	Textura								1:1	dS/cm	%	%	disponible					
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%					ppm	ppm												
1	S01827	T1 - I	51	16	33	Franco	5.42	0.312	1.02	0.05	25.27	124	----	1.270	0.240	0.248	0.061	0.050	0.780	2.649	68.66	31.34	1.89
2	S01828	T1 - II	51	16	33	Franco	5.30	0.313	1.07	0.05	42.92	133	----	1.610	0.392	0.255	0.091	0.130	0.500	2.978	78.85	21.15	4.37
3	S01829	T1 - III	49	18	33	Franco	5.44	0.476	1.50	0.08	40.71	137	----	5.950	0.780	0.264	0.117	0.085	0.500	7.697	92.40	7.60	1.10
4	S01830	T1 - IV	49	20	31	Franco	5.48	0.546	1.56	0.08	33.49	144	----	7.540	0.997	0.268	0.130	0.010	0.300	9.245	96.65	3.35	0.11
5	S01831	T2 - I	51	18	31	Franco	5.00	0.246	1.01	0.05	28.27	124	----	1.340	0.165	0.251	0.057	0.250	1.050	3.112	58.23	41.77	8.03
6	S01832	T2 - II	49	18	33	Franco	4.87	0.254	1.34	0.07	29.92	126	----	3.310	0.402	0.251	0.061	0.638	1.350	6.011	66.94	33.06	10.60
7	S01833	T2 - III	51	16	33	Franco	4.89	0.261	1.45	0.07	35.13	127	----	3.850	0.454	0.265	0.065	0.952	0.780	6.366	72.80	27.20	14.95
8	S01834	T2 - IV	45	18	37	Franco	5.44	0.275	1.49	0.07	38.46	152	----	7.710	0.963	0.294	0.070	0.100	0.490	9.627	93.87	6.13	1.04
9	S01835	T3 - I	51	18	31	Franco	5.32	0.391	0.99	0.05	28.23	124	----	1.540	0.182	0.269	0.096	0.102	0.480	2.668	78.19	21.81	3.82
10	S01836	T3 - II	49	16	35	Franco	5.18	0.485	2.04	0.10	31.04	134	----	4.490	0.564	0.311	0.104	0.320	1.750	7.540	72.55	27.45	4.24
11	S01837	T3 - III	49	16	35	Franco	5.44	0.487	2.10	0.10	33.29	146	----	5.490	0.811	0.389	0.152	0.160	0.610	7.612	89.88	10.12	2.10
12	S01838	T3 - IV	51	16	33	Franco	5.28	0.490	2.63	0.13	34.49	159	----	6.010	1.007	0.414	0.157	0.204	0.460	8.251	91.95	8.05	2.47
13	S01839	T4 - I	47	22	31	Franco	4.98	0.180	0.99	0.05	27.55	125	----	2.770	0.358	0.289	0.065	0.476	0.750	4.708	73.96	26.04	10.11
14	S01840	T4 - II	49	20	31	Franco	4.91	0.190	1.40	0.07	29.04	128	----	3.230	0.399	0.298	0.070	0.468	0.780	5.244	76.21	23.79	8.91
15	S01841	T4 - III	49	20	31	Franco	5.01	0.226	1.72	0.09	31.92	140	----	4.990	0.627	0.310	0.083	0.383	0.650	7.041	85.34	14.66	5.43
16	S01842	T4 - IV	51	18	31	Franco	5.01	0.231	2.15	0.11	39.23	145	----	5.690	0.647	0.319	0.087	0.468	0.650	7.860	85.78	14.22	5.95

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO 001 N° 001-0662404
 TINGO MARIA, 30 DE NOVIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María

[Firma manuscrita]

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

