



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Eficiencia de productos eco amigables para mejorar la
calidad del suelo en los biohuertos – distrito de Monsefú**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera ambiental

AUTORA:

Mego Lobatón, Ana Paola (ORCID: 0000-0001-5921-4087)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, José Elías (ORCID: 0000-0002-0190-3143)

CO ASESOR:

Ing. Pintado Ordoñez, Jandier Jordy (ORCID: 0000-0002-2748-5840)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios que me acompaña en cada paso de mi vida y durante mi formación profesional.

A mis abuelos, Etelvina Ortiz y Humberto Mego, que siempre me han estado apoyando desde el primer momento, mi familia que confía en mí, por darme el ejemplo para ser una profesional, a mi tío Humberto Mego siempre estuvo conmigo a pesar de las dificultades.

Ana Paola

Agradecimiento

Agradecer a Dios por protegerme, por permanecer a mi lado, en ayudarme a superar las dificultades que eh tenido en mi camino.

A mis abuelos, Etelvina Ortiz y Humberto Mego, por brindarme su apoyo, a siempre persistir, a cumplir mis metas y sueños y su amor incondicional. A mis padres y mis tías, Rossana Mego Ortiz y Etel Mego Ortiz por todo el apoyo que me brindan.

Especialmente agradecer a mi compañero César Chumán Perales, por ser pieza clave, por apoyarme a pesar de las dificultades que se tuvo en el proceso, y personas que estuvieron conmigo en el transcurso de mi etapa universitaria.

Ana Paola

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS.....	44

Índice de tablas

Tabla 01. Rangos óptimos para determinar el pH en el suelo	6
Tabla 02. Rangos de salinidad del suelo	6
Tabla 03. Rangos para determinar el nivel de materia orgánica.....	7
Tabla 04. Rangos de fósforo y potasio en el suelo	7
Tabla 05. Horizontes del suelo.....	9
Tabla 06. Servicios ecosistémicos del suelo.....	9
Tabla 07. Operacionalización de variables	11
Tabla 08. Cantidad de producto eco amigable aplicado por parcela	16
Tabla 09. Resultado de los parámetros de calidad del suelo testigo	17
Tabla 10. Resultado de los parámetros de calidad del suelo fertilizado con compost	18
Tabla 11. Resultado de los parámetros de calidad del suelo fertilizado con biol .	18
Tabla 12. Resultado de los parámetros de calidad del suelo fertilizado con humus	19
Tabla 13. Altura promedio de las plantas por parcela.....	24
Tabla 14. Número promedio de hojas por planta en las parcelas.....	24
Tabla 15. Promedio de diámetro por planta en las parcelas.....	25
Tabla 16. Promedio de peso por planta en las parcelas	25
Tabla 17. Producción total en cada una de las parcelas.....	25

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Clases texturales del suelo según la USDA	8
<i>Figura 02.</i> Nivelación de terreno	15
<i>Figura 03.</i> Habilitación de parcelas	15
<i>Figura 04.</i> Aplicación de productos eco amigables	16
<i>Figura 05.</i> Muestras de suelo	17
<i>Figura 06.</i> pH del suelo	19
<i>Figura 07.</i> CE del suelo	20
<i>Figura 08.</i> Materia orgánica del suelo	21
<i>Figura 09.</i> Fósforo del suelo.....	21
<i>Figura 10.</i> Potasio del suelo.....	22
<i>Figura 11.</i> Carbonato de calcio del suelo	22
<i>Figura 12.</i> Croquis de fertilidad en las cuatro parcelas	23

Resumen

La presente investigación se realizó en el distrito de Monsefú, con el objetivo de determinar parámetros representativos de la calidad del suelo en un biohuerto y con esa información observar si la aplicación de productos eco amigables tales como: compost, biol y humus mejoró la calidad del suelo e incrementó el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en cada una de las parcelas.

El estudio fue de tipo básico. La población estuvo conformada por el suelo de un terreno de 200 m², para el análisis de la calidad del suelo se recolectó cuatro muestras de suelo de 250 gramos cada una, tomadas a una profundidad de 30 centímetros, evaluándose siete parámetros fisicoquímicos.

Obteniéndose como resultado que la aplicación de abonos orgánicos en el suelo de las parcelas aumentó el porcentaje de materia orgánica y la concentración de fósforo; al comparar el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en las parcelas se pudo evidenciar que la mayor producción se obtuvo en la parcela fertilizada con humus.

En conclusión, es necesaria la incorporación de fertilizantes orgánicos en el suelo de las parcelas, tanto para mejorar la calidad del suelo, como para optimizar la producción total en el biohuerto.

Palabras clave: Calidad del suelo, compost, biol, humus y biohuerto.

Abstract

The present research was carried out in the district of Monsefu with the aim of determining representative parameters of the quality of the soil in a bio-garden. With this information, to observe if the application of eco-friendly products such as: compost, biol and humus improved the quality of the soil. Soil and increased the yield of the lettuce crop (*Lactuca sativa L.*) in each of the plots.

The study was a basic type. The population consisted of the soil of a 200 m² for the soil quality analysis, four soil samples of 250 grams each were collected, taken at a depth of 30 centimeters, evaluating seven physicochemical parameters.

Obtaining as a result that the application of organic fertilizers in the soil of the plots increased the percentage of organic matter and the concentration of phosphorus; When comparing the yield of the lettuce crop (*Lactuca sativa L.*) in the plots, it was possible to show that the highest production was obtained in the plot fertilized with humus.

In conclusion, the incorporation of organic fertilizers in the soil of the plots is necessary, not only to improve the quality of the soil, but also to optimize the total production in the bio-garden.

Keywords: Soil quality, compost, biol, humus and bio-garden.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la calidad del suelo viene siendo afectada producto de las actividades humanas Y procesos geológicos. La calidad del suelo evalúa de manera general o parcial la capacidad de éste para cumplir diferentes funciones en forma sostenible. Se puede definir como la aptitud del suelo para desempeñarse dentro de los términos ambientales, manteniendo el rendimiento, la calidad medioambiental, y fomentando la salubridad de la biota (Acevedo, Sánchez y Mendoza, 2021, p. 127).

El compost, el biol y el humus son productos eco amigables ricos en nutrientes, elaborados mediante la putrefacción de restos orgánicos, que permiten mejorar las propiedades y características del suelo, si se aplican en concentraciones y periodos adecuados.

El compost es un abono orgánico, que tiene efectos positivos sobre las propiedades físicas (aireación, almacenamiento de agua, estructura y densidad), químicas (capacidad de intercambio catiónico y pH) y biológicas del suelo, su aplicación mejora la producción agrícola (Bohórquez, 2019, p. 8).

El biol es un abono líquido muy utilizado en la actualidad, fácil de preparar y se obtiene en un tiempo corto, actúa como fitoregulador, y es efecto de descomponer restos de procedencia animal y vegetal, se emplea para aumentar el número y propiedad de los productos agrícolas (F. Gutierrez, Díaz, Rojas, W. Gutiérrez y Vallejos, 2019, p. 443).

El humus es un bioproducto, resultado de la actividad descomponedora de ciertos microorganismos sobre restos orgánicos; repara el suelo dañado, mejora el crecimiento de las plantas y desempeña un papel importante en la fijación de carbono (Pan et al, 2021, p. 2).

Un biohuerto es una pequeña porción de terreno donde se cultiva principalmente gran variedad de hortalizas, verduras y frutas, este provee productos orgánicos y para ello se le aplica productos eco amigables tales como: compost, humus y biol,

con el fin de eliminar el potencial peligro de producir perjuicio a la salud de los seres humanos y al medio (López, Espinoza y Chacón, 2020, p. 201).

El distrito de Monsefú carece de biohuertos, a ellos se le suma la falta de conocimiento de la población sobre el beneficio del uso de insumos naturales para fertilizar los suelos y la escasa capacitación técnica que brindan los diferentes niveles de gobierno referentes al aporte de los bio fertilizantes, por lo anteriormente expuesto surgió la necesidad de determinar ¿Cómo se puede mejorar la calidad del suelo en un biohuerto implementado en el distrito de Monsefú?

La actual investigación evaluó la eficiencia del compost, biol y humus como productos eco amigables, con la finalidad de determinar si estos abonos orgánicos contribuyen a mejorar la calidad del suelo en un biohuerto del distrito de Monsefú. En el distrito de Monsefú se vienen implementando áreas para el desarrollo de biohuertos, estos utilizan productos eco amigables o bioproductos como abonos y foliares orgánicos producidos por ellos mismos a partir de residuos sólidos municipales, específicamente residuos orgánicos.

Brindó un beneficio ambiental al exponer que el uso de bioproductos disminuye el impacto al entorno al descartar el gasto de fertilizantes de origen químico, brindó un beneficio económico al evidenciar que para preparar estos componentes no se necesita de mucho dinero, ya que se elaboran a partir de residuos vegetales y animales, brindó un beneficio social al concientizar a la población del distrito de Monsefú sobre la significación del uso de fertilizantes de origen orgánico. La importancia de esta investigación consiste en demostrar que el uso de productos eco amigables mejora significativamente las características del suelo y en consecuencia la calidad de las cosechas.

Como objetivo general se consideró determinar la calidad del suelo en un terreno designado para la instalación de un biohuerto en el distrito de Monsefú y como objetivos específicos tenemos: preparar cuatro parcelas para instalar un biohuerto en un terreno ubicado en el distrito de Monsefú, determinar parámetros representativos de la calidad del suelo en las parcelas, observar si la aplicación de productos eco amigables mejoró la calidad del suelo en las parcelas y comparar el rendimiento entre las parcelas de lechuga.

II. MARCO TEÓRICO

Se sustenta la presente investigación mediante los siguientes antecedentes.

Acevedo, Cruz y Taboada (2020), determinaron la adecuada mezcla de bio fertilizantes, con la finalidad de que por lo menos una de las mezclas incremente la producción agraria y mejore la calidad del suelo.

Así mismo, Beltrán et al. (2020), determinaron el contenido de nutrientes de ciertos fertilizantes naturales para usarlos en cultivos orgánicos y recuperar las propiedades de la tierra.

De igual manera Vásquez et al. (2019), determinaron la variación que se induce al suelo al incorporar abonos ecológicos. Los resultados señalaron que al cabo de medio año se presenta una elevada descarga de nutrientes.

A su vez Nain, De Freitas, Watthier y Silva (2019), evaluaron el efecto de compost, bokashi y microorganismos eficientes en el crecimiento, producción de materia fresca y materia seca en cultivos de brócoli, como resultado encontraron que su aplicación conjunta estimula significativamente el desarrollo de la flora y mejora la naturaleza del terreno a corto plazo.

Por otra parte, Reyes, Luna, Reyes, Zambrano y Vásquez (2017), compararon el uso de bio abonos en el suelo, en conclusión, se mostró que los vegetales y el suelo suplementados con la combinación idónea de estiércol de lombriz mostraron resultados positivos.

Además, Orozco, Valverde, Martínez, Chávez y Benavides (2016), midieron el impacto de la utilización de la bio abonación, en los atributos del campo, concluyendo que el conjunto de beneficios aportados por el biofertilizante significó un aumento de la fertilidad del suelo.

Mientras tanto V. Cotrina, Alejos, G. Cotrina, P. Córdova e I. Córdova (2020), evaluaron el resultado de aplicar compuestos orgánicos como abono en el suelo, estos señalaron una amplia mejoría en la densidad de los nutrientes del componente suelo.

Igualmente, Bolo, Reynoso, Cosme, Arone y Calderón (2020), evaluaron el uso de excremento variado, sobre los indicadores de calidad del suelo, los resultados demostraron que esta mezcla fortalece las capacidades de la tierra.

Análogamente Miranda (2018), evaluó el efecto del abono natural proveniente de excreciones de diversos animales, en el suelo y plantas de bolaina blanca, se concluyó que el fertilizante foliar proveniente del excremento de conejillo de indias es el que brinda mejores resultados.

Por otro lado, Damián, Gonzales, Quiñones y Terán (2018), determinaron de qué manera ciertos bio fertilizantes, entre los que destaca el humus mejoran el suelo en el predio Santa Teresita, distrito y provincia de Lambayeque. Se concluyó que el uso de estos componentes naturales mejora significativamente la calidad del suelo agrícola.

De igual modo, Oliva, Neri, Huamán, Oyarce y Collazos (2017), determinaron el impacto del uso de tres tipos de fertilizantes ecológicos sobre el rendimiento de repollo, los resultados mostraron que el guano de isla mejoró la producción del cultivo y la calidad del suelo.

Por último, Medina, Quipuzco y Juscamaita (2015), evaluaron la eficiencia de fertilizantes líquidos producidos a partir de estiércol de ovino, concluyendo que las concentraciones adecuadas de biol favorecen el crecimiento de ciertos cultivos y por ende mejoran la calidad del suelo.

Los productos eco amigables, son abonos o fertilizantes orgánicos de origen animal y vegetal, que proporcionan nutrientes al suelo para recuperar y mejorar su calidad, ya sea a corto, mediano o largo plazo (Chew et al., 2019, p. 2).

El compost, es un producto eco amigable obtenido de la putrefacción de restos de animales y vegetales, es realizado por microorganismos aerobios, se aplica para proveer de nutrientes a un terreno (Oviedo, Marmolejo y Torres, 2017, p. 32). Se agrega al suelo para recuperar y conservar su naturaleza, es una técnica efectiva para reforzar el contenido de MOS (Camacho, Uribe, Newcomer, Masters y Kinyua, 2018, p. 331).

El biol, es un abono de origen natural y se obtiene de un proceso de descomposición y fermentación de estiércoles en ausencia de oxígeno (Mamani, 2020, p. 31), puede ser utilizado en una gran variedad de cultivos, con aplicaciones dirigidas a la floración, follaje, suelo, semilla y/o raíz (Condori, Ruiz, Ticona y Chipana, 2018, p. 51).

El humus, es un abono orgánico y es el efecto de la modificación química y biológica que atraviesa la MOS al transitar por el sistema gastrointestinal de las lombrizas, incluye variedad de microfauna y nutrientes, favoreciendo la estructura y biología del terreno (Luna y Mendoza, 2020, p. 46). Las sustancias húmicas, son parte importante de la materia orgánica del suelo, derivan de componentes vegetales y animales (Reyes, 2020, p. 340).

El suelo es un sistema dinámico que desarrolla múltiples interacciones en la pedosfera (Zanor et al., 2018, p. 2), el material original, clima, topografía, tiempo y organismos se interrelacionan entre sí, es el medio propicio para el desarrollo de la agricultura (Yáñez, Cantú y González, 2018, p. 370).

La circulación del agua, la retención hídrica, el drenaje, la aireación, la penetración de las raíces, el ciclo de nutrientes es condicionados por la estructura del suelo, de esta última depende la productividad agrícola (Bernal y Hernández, 2017, p. 50). Es considerado primordial al albergar la vida de la flora y fauna, y conservar la calidad del ambiente (Bravo et al., 2017, p. 249).

La calidad del suelo, evalúa el nivel de sustentabilidad y de las actividades agrícolas, esta puede medirse a través del análisis de variables fisicoquímicas y biológicas (Vallejo, Afanador, Hernández y Parra, 2018, p. 27).

Los indicadores de calidad de suelo, instrumentos de medida que proporcionan datos referentes a las cualidades, sucesos y características del suelo, son particularidades que muestran la producción y operatividad del suelo en el ambiente (Estrada et al., 2017, p. 815). Estos varían en relación al tipo y manejo del terreno pueden cambiar, en disponibilidad y funcionalidad, depende de las propiedades que tienen el suelo (Castillo, Etchevers, Hidalgo y Aguirre, 2021, p. 2).

El pH, se describe como la variable principal del suelo que influye en innumerables propiedades y procesos biológicos, químicos y físicos del suelo que afectan el crecimiento de las plantas y el rendimiento de biomasa (Neina, 2019, p. 1).

Tabla 01. Rangos óptimos para determinar el pH en el suelo

pH	Interpretación
5.1 – 5.5	Fuertemente ácido
5.6 – 6.0	Medianamente ácido
6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino

Fuente: Gómez (2021)

La conductividad eléctrica, señala la concentración de sales presentes en el suelo, por lo general las sales son esenciales para el crecimiento de las plantas, sin embargo, en demasía retrasan el desarrollo de las plantas (Ruiz, 2016, p. 31).

Tabla 02. Rangos de salinidad del suelo

CE (mmhos / cm)	Significado agronómico
< 2	Efectos de la salinidad casi nulos
2 – 4	El rendimiento de los cultivos más sensibles pueden ser restringidos
4 – 8	Se reduce el rendimiento de diversos cultivos.
8 – 16	Solo los cultivos tolerantes rinden favorablemente.
> 16	Solo cultivos muy tolerantes rinden favorablemente.

Fuente: Ruiz (2016)

La materia orgánica, es una fuente de nutrientes que ayuda a mejorar la estructura del suelo, así mismo aumenta la disponibilidad del agua total para las plantas (Maya, 2018, p. 56).

Tabla 03. Rangos para determinar el nivel de materia orgánica

Contenido (%)	Interpretación
1 – 2	bajo
2 – 4	medio
> 4	alto

Fuente: Gómez (2021)

El nivel de fósforo (P) disponible en el suelo es una variable dinámica, influenciada por las propiedades del suelo, la planta y las condiciones ambientales (Guecamburu, et al., 2019, p. 81).

El potasio (k), es un parámetro químico del suelo y es considerado un macronutriente, contribuye a mejorar significativamente la calidad del suelo agrícola (Beltrán, et al., 2019, p. 374).

Tabla 04. Rangos de fósforo y potasio en el suelo

Nivel en el suelo	Potencial rendimiento	Fósforo	Potasio ppm
Muy bajo	< 65 %	< 16	< 61
Bajo	65 – 85 %	16 – 25	61 – 90
Medio	85 – 95 %	26 – 35	91 – 130
Óptimo	100 %	36 – 50	131 – 175
Arriba del óptimo	100 %	> 50	> 175

Fuente: Universidad de Arkansas (2017)

La textura del suelo, Se refiere a la proporción relativa en % de las partículas finas (< 2 mm), se cataloga de forma general como: arena (2 mm > diámetro > 0.05 mm), limo (0.05 mm > diámetro > 0.002 mm) y arcilla (diámetro < 0.002 mm) (Salazar, 2018, p. 30).

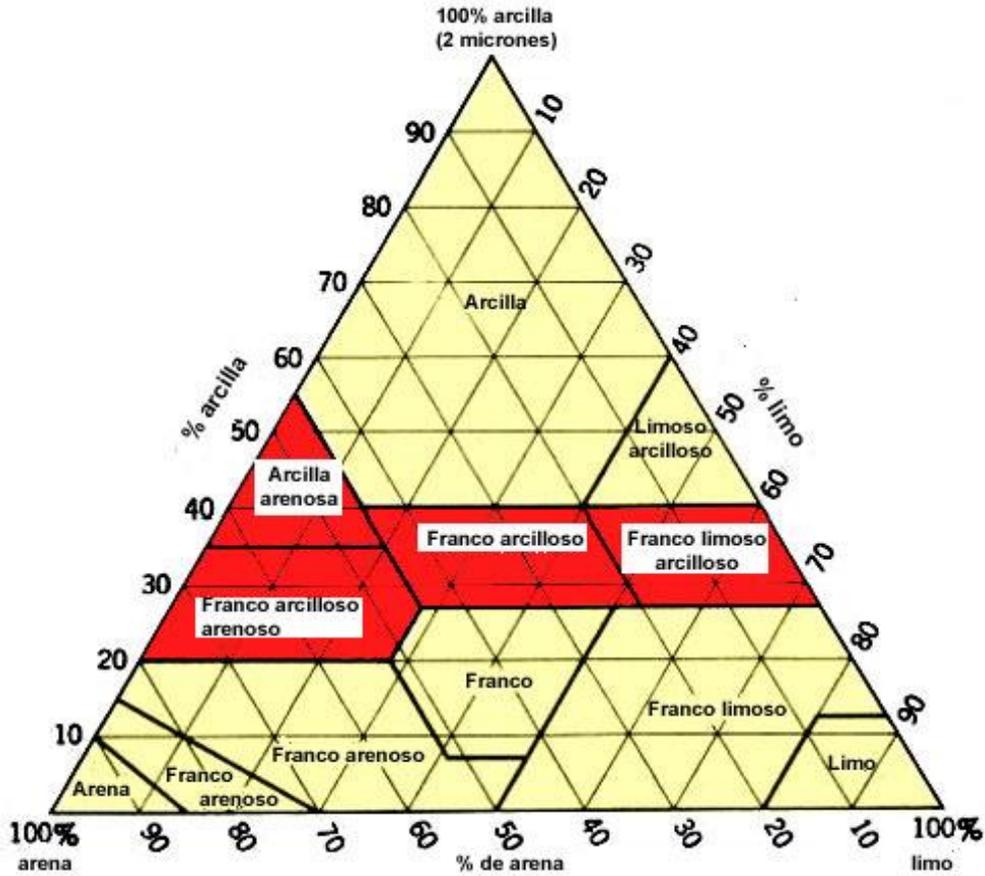


Figura 01. Clases texturales del suelo según la USDA

Fuente: FAO (2017)

Las características físicas del suelo restringen el incremento de raíz, a infiltrarse, la retención de agua, fundamentalmente la consistencia que estas tienen a ser más evaluada (Trujillo, Mahecha y Torres, 2018, p. 34).

Las propiedades químicas se enlazan con la disponibilidad, idoneidad del agua y nutrientes con los que cuentan las plantas, las principales son potencial de hidrogeno, MOS, conductividad eléctrica, fosforo, nitrógeno y potasio (Calderón, Bautista y Rojas, 2018, p. 143).

Tabla 05. Horizontes del suelo

Horizontes	Características
Horizonte O	Es la franja superficial del suelo, allí encontramos la MOS.
Horizonte A	Es rico en humus, hospeda gran parte de raíces de las plantas, por lo general posee un color oscuro, debido a la abundancia de MOS.
Horizonte B	Es rico en minerales y posee menor cantidad de MOS, motivo por el cual posee un color claro.
Horizonte C	Está conformado por fracciones de la roca madre limitadamente fijados, contiene carbonatos, sílice y yeso.
Horizonte R	También llamado roca madre, a partir de este progreso la edafogénesis.

Fuente: Lozano (2018)

Tabla 06. Servicios eco sistémicos del suelo

Servicios	Descripción
Automantenimiento	Comprende los procesos físicos, químicos y biológicos de funcionamiento y mantenimiento propios del suelo en el desarrollo de sus actividades.
Extracción	Comprende el aprovisionamiento de alimentos y materias primas.
Regulación	Comprende el ciclo del agua, descomposición de restos orgánicos y filtración del agua que atraviesa el suelo.

Fuente: López – Acevedo, Poch y Porta (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Fue una investigación básica, encaminada a un intelecto completo mediante el conocimiento primordial de los acontecimientos (Concytec, 2018, p. 1).

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, porque estuvo basado en la medición numérica y en la estadística.

Diseño de la investigación

El diseño fue experimental, se refiere a realizar un procedimiento y después observar los resultados (Hernández y Mendoza, 2018, p. 151).

Esta investigación fue pre – experimental. Diseño de preprueba / posprueba con un solo grupo.

Al suelo se le realizó una prueba previa antes de aplicarle los productos eco amigables, luego se le aplicó fertilizantes orgánicos y finalmente se le aplicó una prueba posterior al estímulo, para evaluar si mejoró la calidad del suelo (Hernández y Mendoza, 2018, p. 163).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Productos eco amigables

Variable dependiente: Calidad del suelo

Tabla 07. Operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Productos eco amigables	Son abonos o fertilizantes orgánicos de origen animal y vegetal, que proporcionan nutrientes al suelo para recuperar y mejorar su calidad, ya sea a corto, mediano o largo plazo (Chew et al., 2019, p. 2).	Son productos orgánicos amigables con el ambiente, que fertilizan el suelo.	compost	Residuos vegetales	Nominal
			biol	Estiércol de vaca Estiércol de cuy Agua	
			humus	Estiércol bovino Estiércol de lombriz	
Variable dependiente: calidad del suelo	Evalúa el nivel de sustentabilidad y de las actividades agrícolas, esta puede medirse a través del análisis de variables fisicoquímicas y biológicas (Vallejo, Afanador, Hernández y Parra, 2018, p. 27).	Examina la condición actual del suelo en relación al uso que se le asigne.	indicadores de calidad del suelo	pH CE MO P K CaCO ₃ Textura	Intervalo Nominal

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: El suelo de un terreno de 200 m².

Criterios de inclusión: Suelo de las parcelas.

Criterios de exclusión: Suelo que no pertenezca a las parcelas.

Muestra: Cuatro muestras de suelo de 250 gramos cada una.

Muestreo: el muestreo no probabilístico por conveniencia permitió seleccionar los elementos muestrales necesarios para la investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Observación

Se visitó un terreno del distrito de Monsefú donde se instalaron las parcelas destinadas a los biohuertos, con la finalidad de tomar muestras de suelo.

Análisis de suelo

Se realizó un análisis de calidad del suelo, con la finalidad de determinar si mejoró la calidad del suelo en los biohuertos después de aplicar los productos eco amigables.

Análisis documental

Se realizó una búsqueda de información en revistas científicas y libros digitales para afianzar la investigación.

Instrumentos

Guía de observación de campo

Se diseñó una guía de observación de campo para detallar los valores de los parámetros representativos de la calidad del suelo y la ubicación de las parcelas.

Equipos

Se utilizó un equipo multiparámetro para evaluar los parámetros de calidad del suelo a nivel de laboratorio.

3.5. Procedimientos

Se inició con la visita al terreno donde se desarrolló la investigación en el distrito de Monsefú, lugar donde se implementó las parcelas para los biohuertos.

Mego Lobatón, Ana Paola fue la encargada de llevar a cabo la toma de muestra de suelo, para el muestreo se siguieron las recomendaciones de señaladas en la guía de Lozano (2018), se efectuó las siguientes acciones:

1. Se tomó cuatro muestras simples, de 250 mg cada una.
2. Se rotuló las bolsas donde se almacenó las muestras.
3. Se tomó una muestra de cada parcela, la primera parcela estuvo fertilizada con compost, la segunda con biol y la tercera con humus respectivamente. Así mismo se tomó una muestra de suelo testigo, al cual no se le aplicó fertilizante.
4. Para estimar los parámetros en campo se utilizó un equipo multiparámetro, el cual midió pH y conductividad eléctrica.

Los materiales utilizados fueron: cuatro bolsas herméticas estériles.

Los elementos de protección personal fueron; mameluco impermeable, botas de jebe, mascarilla, guantes quirúrgicos y protector facial.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó las hojas de cálculo de Excel para elaborar tablas y gráficos y ArcGIS para realizar un mapa de ubicación de la zona donde se realizó la investigación.

3.7. Aspectos éticos

Todo lo expuesto en esta investigación respeta los derechos de autor utilizando citas, así mismo se recabo información de diversos autores para decidir a qué contexto se asemeja nuestra problemática.

IV. RESULTADOS

1. Se preparó cuatro parcelas para instalar biohuertos en un terreno ubicado en el distrito de Monsefú.

- Se visitó el distrito de Monsefú, con el propósito de instalar un biohuerto.
- Se destinó 200 m² de terreno para habilitar las cuatro parcelas.
- Se niveló el terreno con ayuda de un cargador frontal.



Figura 02. Nivelación de terreno

Fuente: Elaboración propia

En la figura 02 podemos observar el terreno destinado para la instalación de los biohuertos, se logró nivelar el terreno con la ayuda de un cargador frontal.

- Se habilitó cuatro parcelas con un área de 50 m² cada una.



Figura 03. Habilitación de parcelas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 03 podemos observar la habilitación del terreno donde se instalaron las cuatro parcelas, acción que se llevó a cabo utilizando un pico y una pala para levantar bordos y surcos.

- Se aplicó los productos eco amigables (compost, biol y humus) en las parcelas.



Figura 04. Aplicación de productos eco amigables

Fuente: Elaboración propia

En la figura 04 podemos observar la aplicación de los productos eco amigables en las parcelas.

Tabla 08. Cantidad de producto eco amigable aplicado por parcela

Descripción	Producto aplicado	Unidad de medida	Cantidad
Parcela N° 1	---	---	---
Parcela N° 2	compost	Kg	150
Parcela N° 3	biol	L	5
Parcela N° 4	humus	Kg	150

Fuente: Elaboración propia

En tabla 08 podemos observar la cantidad de producto eco amigable aplicado a cada una de las parcelas.

- Se sembró las cuatro parcelas con lechuga (*Lactuca sativa L.*), cabe destacar que cada una de las parcelas tiene seis surcos.

2. Se determinó parámetros representativos de la calidad del suelo en las parcelas.



Figura 05. Muestras de suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 05 podemos observar las muestras de suelo testigo y suelo fertilizado con los productos eco amigables: compost, biol y humus, de 250 g cada una, estas se tomaron a 30 cm de profundidad, para su análisis de indicadores de la calidad del suelo en el laboratorio.

Tabla 09. Resultado de los parámetros de calidad del suelo testigo

Parámetros	Unidad de medida	Resultados
1. pH	valor de pH	7.60
2. Conductividad eléctrica	mmhos / cm	104.16
3. Materia orgánica	%	0.94
4. Fósforo	ppm	0
5. Potasio	ppm	300
6. CaCO ₃	%	3.45
7. Textura	A _o	64
	L _o	17
	Ar	19

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 09 se observa los valores de los parámetros de calidad de la muestra de suelo testigo, el pH es ligeramente alcalino, la CE es elevada y limita el uso agrícola del suelo para cultivos muy tolerantes, el porcentaje de materia orgánica es bajo, no hay presencia de P, la concentración de K es óptima, nivel muy bajo de CaCO₃ y la textura indica que es un suelo franco arenoso.

Tabla 10. Resultado de los parámetros de calidad del suelo fertilizado con compost

Parámetros	Unidad de medida	Resultados
1. pH	valor de pH	8
2. Conductividad eléctrica	mmhos / cm	65.67
3. Materia orgánica	%	5.90
4. Fósforo	ppm	75
5. Potasio	ppm	278
6. CaCO ₃	%	0.72
7. Textura	A _o	58
	L _o	20
	Ar	22

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 se presentan los resultados de los indicadores de calidad de la muestra de suelo abonado con compost, el pH es levemente alcalino, la CE es alta y limita el uso agrícola del suelo para cultivos muy tolerantes, el porcentaje de materia orgánica es alto, las concentraciones de P y K son óptimas, nivel muy bajo de CaCO₃ y la textura señala que es un suelo franco arcillo arenoso.

Tabla 11. Resultado de los parámetros de calidad del suelo fertilizado con biol

Parámetros	Unidad de medida	Resultados
1. pH	valor de pH	7.85
2. Conductividad eléctrica	mmhos / cm	39.65
3. Materia orgánica	%	1.26
4. Fósforo	ppm	6
5. Potasio	ppm	287
6. CaCO ₃	%	2.45
7. Textura	A _o	62
	L _o	15
	Ar	23

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se muestran los valores de los parámetros de la muestra de suelo fertilizado con biol, el pH es ligeramente alcalino, la CE es elevada y limita el uso agrícola del suelo para cultivos muy tolerantes, el porcentaje de MO es bajo, la concentración de P es muy baja, mientras que la de K se encuentra por encima del nivel óptimo, nivel muy bajo de CaCO₃ y la textura determina que es un suelo franco arcillo arenoso.

Tabla 12. Resultado de los parámetros de calidad del suelo fertilizado con humus

Parámetros	Unidad de medida	Resultados	
1. pH	valor de pH	7.80	
2. Conductividad eléctrica	mmhos / cm	45.30	
3. Materia orgánica	%	6.76	
4. Fósforo	ppm	80	
5. Potasio	ppm	292	
6. CaCO ₃	%	0.80	
7. Textura	A _o	%	60
	L _o	%	22
	Ar	%	18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se exponen los resultados de los indicadores de calidad de la muestra de suelo abonado con humus, el pH es levemente alcalino, la CE es alta y limita el uso agrícola del suelo para cultivos muy tolerantes, el porcentaje de M0 es alto, las concentraciones de P y K superan los niveles óptimos, nivel muy bajo de CaCO₃ y la textura señala que es un suelo franco arenoso.

3. Se observó como la aplicación de productos eco amigables mejoró la calidad del suelo en las parcelas.

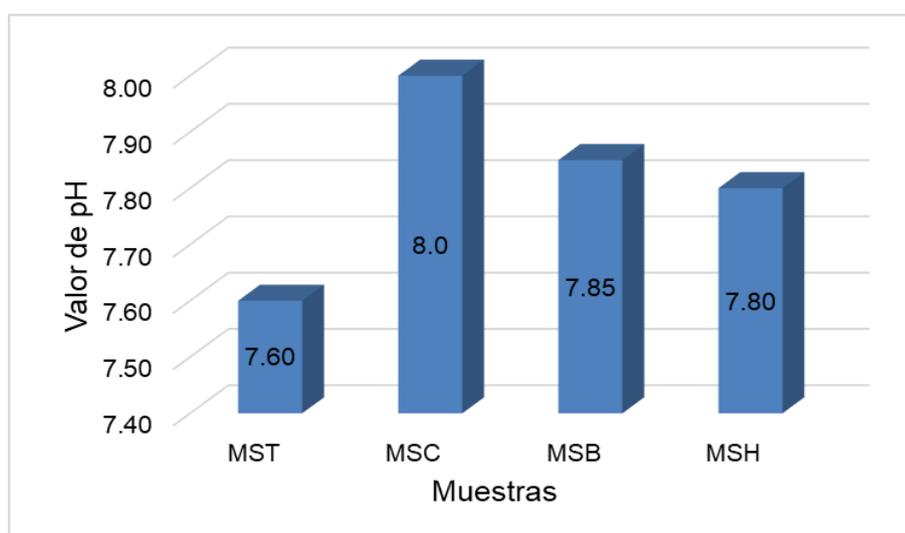


Figura 06. pH del suelo

Fuente: Elaboración propia

Nota:

MST: Muestra de suelo testigo.

MSC: Muestra de suelo fertilizado con compost.

MSB: Muestra de suelo fertilizado con biol.

MSH: Muestra de suelo fertilizado con humus.

En la figura 06 se presentan los valores de pH del suelo testigo, del suelo fertilizado con compost, biol y humus, se determinó que las muestras mantienen un pH ligeramente alcalino después de aplicarles los productos eco amigables.

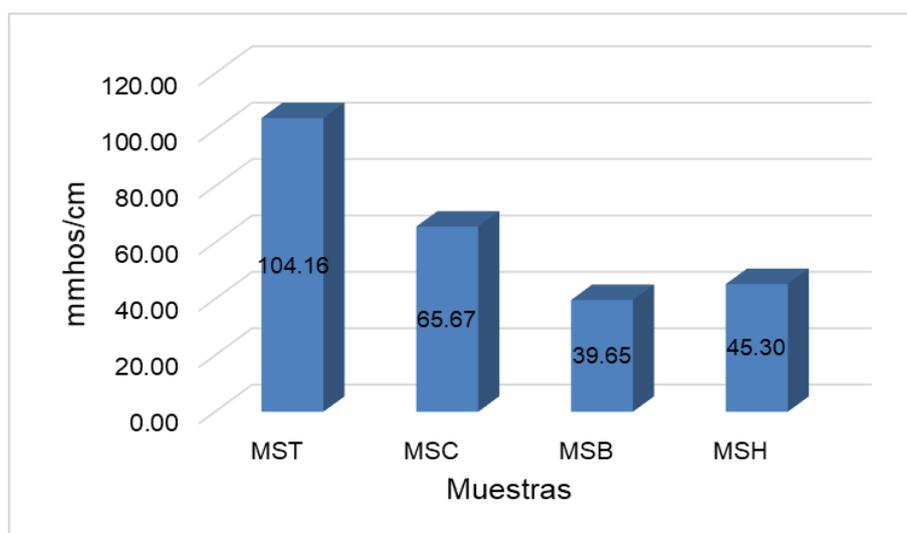


Figura 07. CE del suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 07 se observa los valores de la CE, la muestra de suelo testigo tiene un nivel elevado de CE con un valor de 104.16 mmhos/cm, mientras que en la parcela a la que se le aplicó biol se redujo significativamente el nivel de CE con un valor de 39.65 mmhos/cm.

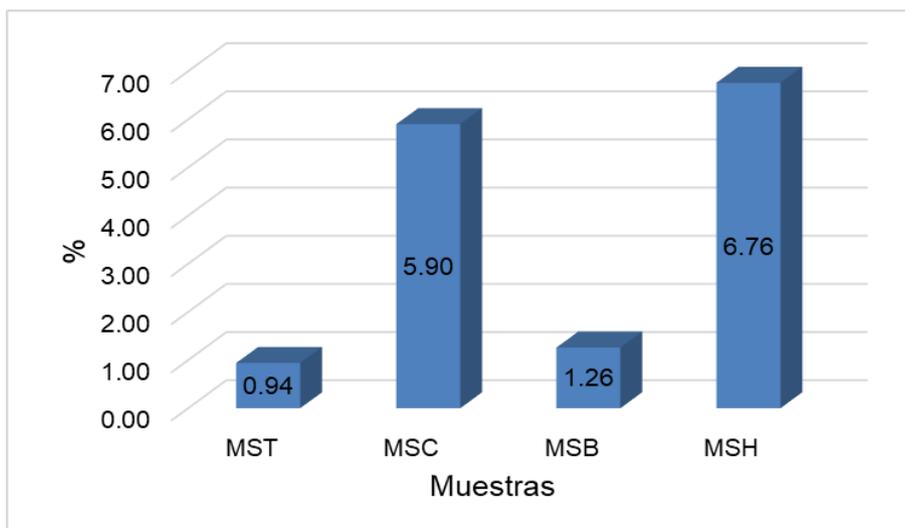


Figura 08. Materia orgánica del suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 08 se puede observar los valores de la MO, las muestras de suelo abonado con compost y humus tienen un alto contenido de MO mejorando significativamente las propiedades físicas y químicas del suelo, por el contrario, las muestras de suelo testigo y suelo abonado con biol tienen un escaso contenido de MO, siendo baja la capacidad de retención de humedad.

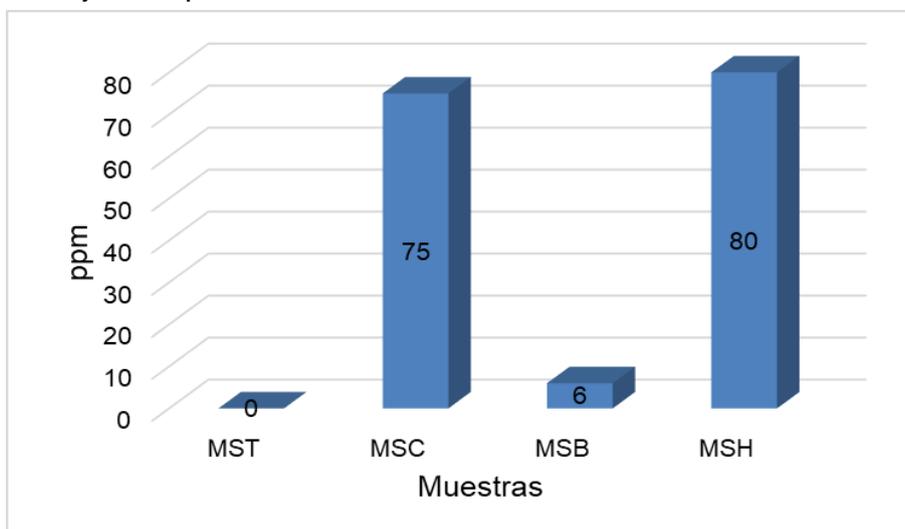


Figura 09. Fósforo del suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 09 presentamos los valores de P, las muestras de suelo a las que se le aplicó compost y humus tienen un nivel superior al óptimo, facilitando el crecimiento ideal de las plantas, por otro lado, el suelo testigo y suelo suministrado con biol tienen un nivel muy bajo, retrasando el crecimiento de las plantas.

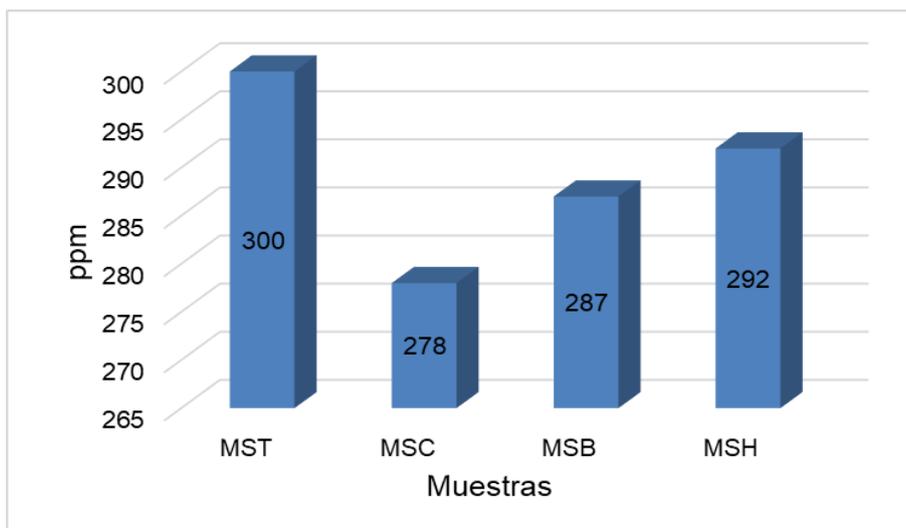


Figura 10. Potasio del suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se muestran los valores de K, tanto el suelo testigo, como los suelos a los que se les aplicó los productos eco amigables tienen un nivel superior al óptimo contribuyendo considerablemente al crecimiento ideal de las plantas.

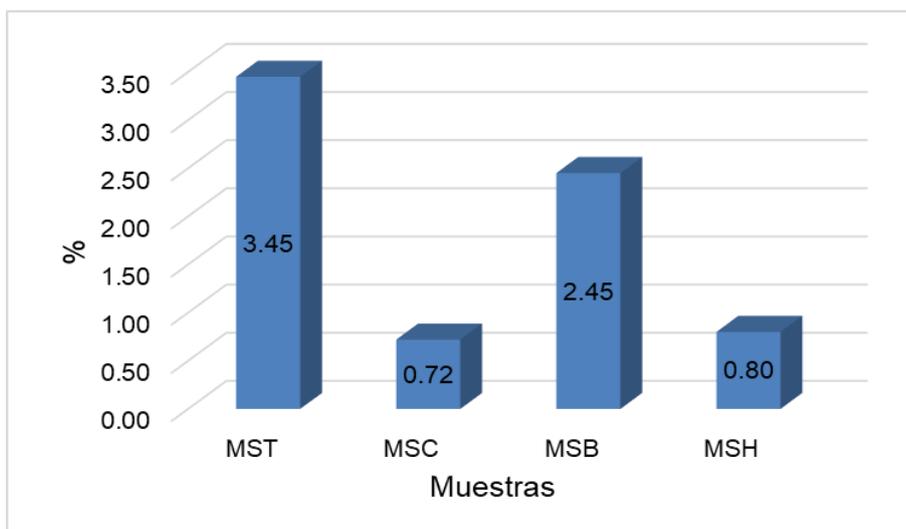


Figura 11. Carbonato de calcio del suelo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se evidencian los valores de CaCO_3 , las cuatro muestras tienen un nivel muy bajo, no obstante, se disminuyó significativamente las concentraciones de sales de sodio al aplicarse los productos eco amigables en el suelo.

4. Se comparó el rendimiento en cada una de las parcelas.

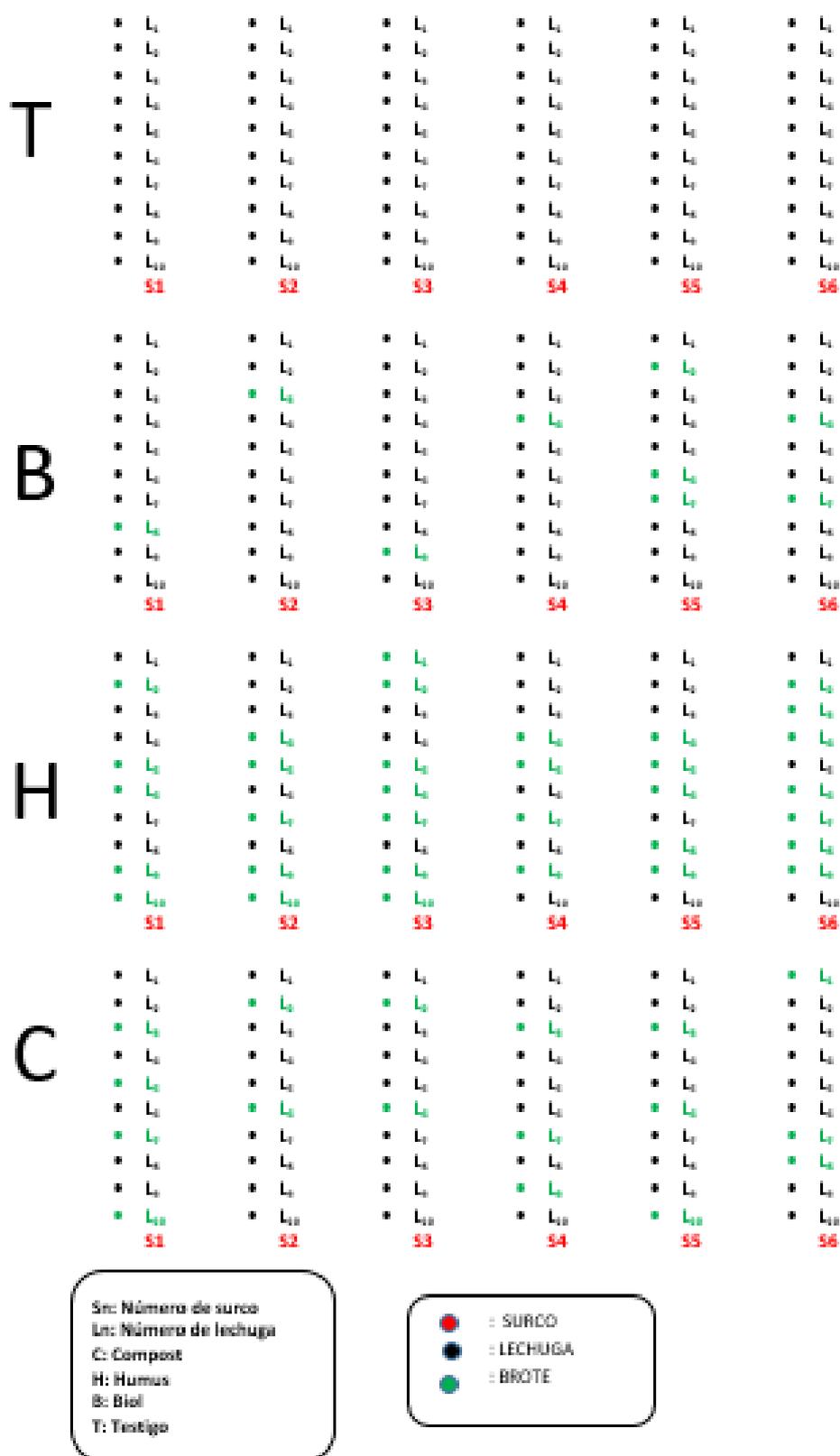


Figura 12. Croquis de fertilidad en las cuatro parcelas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 podemos apreciar un croquis que representa la fertilidad en las cuatro parcelas, donde se observa las semillas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) sembradas en cada surco y las que lograron germinar; se reflejó que en el suelo fertilizado con humus lograron crecer 33 plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*), siendo la parcela que mostró mejores resultados.

Tabla 13. *Altura promedio de las plantas por parcela*

Tipo	Unidad de medida	Altura promedio de la planta
Suelo testigo	Cm	---
Suelo fertilizado con compost	Cm	17.4
Suelo fertilizado con biol	Cm	13.3
Suelo fertilizado con humus	Cm	19.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se puede observar que los mayores promedios de altura de las plantas en periodo de cosecha se consiguieron al fertilizar el suelo con humus y compost, con 19.9 cm y 17.4 cm respectivamente, mientras que el menor promedio se obtuvo al aplicar biol al suelo con 13.3 cm, con respecto al suelo testigo no se le agregó productos eco amigables y no germinaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Tabla 14. *Número promedio de hojas por planta en las parcelas*

Tipo	Unidad de medida	Nº de hojas por planta
Suelo testigo	Unidad	---
Suelo fertilizado con compost	Unidad	10
Suelo fertilizado con biol	Unidad	5
Suelo fertilizado con humus	Unidad	12

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se observa que los mayores promedios de número de hojas de las plantas en la fase de cosecha se obtuvieron al abonar el suelo con humus y compost con valores de 12 y 10 hojas respectivamente, en cambio el menor promedio de número de hojas se obtuvo al incorporar biol al suelo con un valor de 5 hojas, por otro lado, no brotaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el suelo testigo.

Tabla 15. Promedio de diámetro por planta en las parcelas

Tipo	Unidad de medida	Diámetro
Suelo testigo	Cm	---
Suelo fertilizado con compost	Cm	20.3
Suelo fertilizado con biol	Cm	12.7
Suelo fertilizado con humus	Cm	25.6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se presenta que los mayores promedios de diámetro de las plantas en etapa de cosecha se alcanzaron al fertilizar el suelo con humus y compost con estimaciones de 25.6 cm y 20.3 cm respectivamente, por el contrario, el menor promedio de diámetro se obtuvo al añadir biol al suelo con un valor de 12.7 cm. En cuanto al suelo testigo no crecieron plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Tabla 16. Promedio de peso por planta en las parcelas

Tipo	Unidad de medida	Peso
Suelo testigo	G	---
Suelo fertilizado con compost	G	47.5
Suelo fertilizado con biol	G	14.5
Suelo fertilizado con humus	G	68.5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se muestra que los mayores promedios de peso de las plantas en periodo de cosecha se lograron al abonar el suelo con humus y compost con valores de 68.5 g y 47.5 g correspondientemente, mientras que el menor promedio de peso se presentó al adicionar biol al suelo con un valor de 14.5 g. Por lo que se refiere al suelo testigo no brotó plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*).

Tabla 17. Producción total en cada una de las parcelas

Tipo	Unidad de medida	N° de plantas
Suelo testigo	Unidad	---
Suelo fertilizado con compost	Unidad	17
Suelo fertilizado con biol	Unidad	9
Suelo fertilizado con humus	Unidad	33

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 podemos observar la producción total de lechugas (*Lactuca sativa L.*) en cada una de las parcelas, en la parcela fertilizada con humus se obtuvo la mayor producción con un total de 33 lechugas, en la parcela abonada con compost se consiguió una producción baja con un total de 17 lechugas, en la parcela a la que se le añadió biol se logró una producción muy baja con un total de 9 lechugas; con respecto a la parcela testigo a la que no se le aplicó productos eco amigables no germinaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) y la producción fue igual a cero.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se resaltó y comparó los principales hallazgos con los de otros estudios y se destacó la importancia de la investigación.

Evaluar la calidad del suelo fue el objetivo general de esta investigación, para examinar la calidad de un suelo es imprescindible medir y detallar sus propiedades, este examen se debe realizar periódicamente, con la finalidad de determinar un manejo óptimo para el recurso, proponer un tratamiento eficiente que permita mantener en un rango óptimo sus parámetros de calidad en caso sea necesario y eliminar el potencial peligro de causar alteraciones en su composición. Frente a ello Acevedo, Sánchez y Mendoza, (2021), afirman que la calidad de un suelo se degrada a consecuencia de un uso inadecuado, es por ello que al evaluar un determinado suelo se selecciona los indicadores de calidad en función del ambiente.

En el mismo sentido Estrada et al. (2017), sostienen que un examen de la calidad del suelo facilita la monitorización periódica de una extensión de terreno, determina la variación en sus cualidades y permite plantear un manejo adecuado en función del uso que se le asigne.

Los resultados encontrados en este estudio referente a preparar parcelas para la instalación de biohuertos, señalan la importancia de habilitar porciones de terreno para cultivar diversas hortalizas y tubérculos, la calidad del suelo se puede recuperar o mejorar adicionando productos eco amigables como: compost, biol y humus, con la finalidad de optimizar sus propiedades físicas y químicas.

Estos resultados se asemejan a los de la investigación de Acevedo, Cruz y Taboada (2020), donde se prepararon extensiones de terreno para el cultivo de hortalizas, así mismo se aplicó abonos orgánicos, con la finalidad de mejorar la calidad del suelo y en consecuencia aumentar la producción agraria.

Así mismo estos resultados son coincidentes con los de la investigación de Nain, De Freitas, Watthier y Silva (2019), en la que se acondicionó terrenos para convertirlos en pequeñas parcelas de cultivo. Al mismo tiempo los resultados están en contraste con los de la investigación de J. Reyes, Luna, M. Reyes, Zambrano y Vásquez (2017), quienes habilitan parcelas cerradas para instalar diferentes tipos de cultivos.

Determinar parámetros representativos de la calidad del suelo en las parcelas, es el segundo objetivo específico de este estudio, para ello se evaluó los indicadores (pH, CE, MO, P, K, CaCO₃ y textura) en las cuatro muestras de suelo, con la finalidad de señalar si los parámetros ambientales se encuentran en los niveles óptimos para el desarrollo de los cultivos en los biohuertos.

Parcialmente estos resultados coinciden con los de la investigación de Beltrán et al. (2020), indagación en la que se determinó la concentración de nutrientes (N, P y K) en terrenos a los que se les aplicó diversos abonos orgánicos, con la finalidad de restaurar las propiedades fisicoquímicas de la tierra.

Al mismo tiempo los resultados están en contraste con los de la investigación de Vásquez et al. (2020), estudio en el que se midieron parámetros en el suelo antes y después de incorporar abonos orgánicos, demostrándose que la adición de enmiendas orgánicas mejoró la fertilidad química del suelo.

Señalar si la aplicación de productos eco amigables mejoró la calidad del suelo en las parcelas, es el tercer objetivo específico de esta investigación, los resultados demostraron que la incorporación de bio fertilizantes mejoró notablemente los parámetros representativos de la calidad del suelo.

Estos resultados son apoyados por los de la investigación de Orozco, Valverde, Martínez, Chávez y Benavides (2016), en la que se adicionó bio abonos, con el objetivo de aumentar la fertilidad del suelo, lográndose demostrar que el tratamiento mejoró las propiedades del recurso.

Por otra parte, estos resultados son respaldados por los de la investigación de V. Cotrina, Alejos, G. Cotrina, P. Córdova e I. Córdova (2020), en donde se evaluó el impacto de la aplicación de abonos orgánicos sobre las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, obteniéndose como resultado que se incrementó la concentración de los nutrientes (N, P y K) en el componente suelo.

De manera semejante estos resultados encajan con los de la investigación de Bolo, Reynoso, Cosme, Arone y Calderón (2020), dado que se evaluó el efecto de abonos naturales sobre las propiedades físicas del suelo, los resultados revelaron que las aplicaciones de estos fertilizantes naturales optimizaron las propiedades del suelo.

Los hallazgos encontrados por un lado se asemejan a los de la investigación de Damián, Gonzales, Quiñones y Terán (2018), en la que se indicó que el humus es el fertilizante biológico que mejora notablemente la calidad del suelo si se agrega en concentraciones adecuadas y continuamente. Así mismo concuerdan con los resultados de la investigación de Oliva, Neri, Huamán, Oyarce y Collazos (2017), donde se comprobó que el uso de bio abonos aumenta la concentración de nutrientes y mejora la calidad del suelo a mediano y largo plazo.

Según los resultados de esta investigación el compost y el humus aumentaron significativamente el porcentaje de MO y el nivel de P, mientras que el biol fue el producto eco amigable que mejoro en menor proporción la calidad del suelo, sin embargo, Miranda (2018), determinó en su estudio que el biol mantiene los indicadores de la calidad del suelo en un rango óptimo.

Acorde con lo anterior Camacho, Uribe, Newcomer, Masters y Kinyua (2018), aseguran que el compost es un abono de naturaleza orgánica que proporciona nutrientes y materia orgánica al suelo, ayudando a mejorar la calidad de los suelos. Por otro lado, Condori, Ruiz, Ticona y Chipana (2018), afirman que el biol es un abono líquido que reemplaza totalmente el uso de fertilizantes nitrogenados y mejora las propiedades del suelo. Por otra parte,

Luna y Mendoza (2020), garantizan que el uso de humus contribuye a mejorar la estructura y la actividad microbiológica de un terreno.

Comparar el rendimiento en cada una de las parcelas donde se sembró lechuga es el último objetivo específico de este estudio, para ello se tomó como referencia los valores promedio de altura, número de hojas, diámetro, peso de las plantas de lechuga y producción total en etapa de cosecha, lo cual nos llevó a la conclusión que el humus es el producto eco amigable más eficiente para mejorar la calidad del suelo e incrementar la producción agrícola.

Estos resultados son avalados por los de la investigación de Neri, Collazos, Huamán y Oliva (2017), indagación en la que se evaluó el resultado de la incorporación de abonos orgánicos y biofertilizante en el suelo para aumentar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.), usando una parcela como testigo y otras parcelas a las que se les aplicó fertilizantes orgánicos y biol, para ello se examinó una serie de parámetros en las plantas, obteniéndose como resultado que el tratamiento más eficiente es la aplicación combinada de biol, humus y guano de islas.

Los usos de productos eco amigables ayudan a mejorar la producción de los cultivos, incrementan la materia orgánica del suelo, promueven la actividad microbiológica, contribuyen al mejoramiento de la estructura y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos. Mediante su aplicación se pueden conseguir buenos resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo al retener los nutrientes y nivelar los niveles de pH, con la aplicación de estos se busca mejorar la calidad de los diferentes tipos de suelos, convirtiéndolos en aptos para la agricultura.

VI. CONCLUSIONES

1. Se preparó una extensión de terreno para instalar biohuertos, con la finalidad de demostrar que la incorporación continua de productos eco amigables en concentraciones adecuadas puede estabilizar y optimizar los niveles de los parámetros de la calidad de suelos franco arenosos, a través de la liberación lenta de nutrientes.

2. La evaluación de la calidad del suelo se realizó mediante la selección de los parámetros representativos de la calidad del terreno, en relación a las características del ambiente. Según los resultados de los indicadores de la calidad del suelo, los productos eco amigables que optimizaron y aumentaron los niveles de concentración de materia orgánica y fósforo fueron el compost y el humus.

3. El biol fue el producto eco amigable que mejoró en menor porcentaje las características y propiedades del suelo.

4. Según los resultados de los parámetros (altura, número de hojas, diámetro, peso de las plantas y producción total en cada una de las parcelas) evaluados en la fase de cosecha de la lechuga (*Lactuca sativa* L.), el humus resultó ser el producto eco amigable con el que se obtuvo mayor producción agrícola.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los agricultores analizar el suelo periódicamente, con la finalidad de determinar el producto eco amigable necesario para recuperar, mejorar y mantener la calidad del suelo.
2. Aplicar humus días antes de la siembra, ya que demostró ser el producto eco amigable más eficiente para aumentar la concentración de materia orgánica, P y K, y obtener una mayor producción agrícola.
3. Se sugiere aplicar los bio fertilizantes con frecuencia y en concentraciones adecuadas, con la intención de reducir la concentración de sales, aumentar la retención de agua y optimizar el nivel de los nutrientes en el suelo.
4. Difundir el presente estudio para que sirva como base para el desarrollo de futuras investigaciones, que garanticen el aumento de la producción agrícola de diversos cultivos a través de la aplicación de abonos orgánicos.

REFERENCIAS

ACEVEDO, Ingrid, SÁNCHEZ, Aymara y MENDOZA, Betty. Evaluación del nivel de degradación del suelo en dos sistemas productivos en la depresión de Quíbor. II. Calidad del suelo. *Bioagro* [en línea]. Enero – mayo 2021, v. 33, n.º 2. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2021].

Disponible en <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/3197>

ISSN: 2521 – 9693

ACEVEDO, Patricia, CRUZ, Javier y TABOADA, Oswaldo. Abonos orgánicos comerciales, estiércoles locales y fertilización química en la producción de plántula de chile poblano. *Revista fitotecnia mexicana* [en línea]. Enero – marzo 2020, v. 43. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802020000100035

ISSN: 0187 – 7380

BELTRÁN, Félix [et al]. Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de abonos de origen natural para su uso en agricultura orgánica. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Marzo – noviembre 2019, v. 37, n.º 4. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792019000400371&script=sci_abstract&tlng=pt

ISSN: 2395 – 8030

BERNAL, Andy y HERNÁNDEZ, Alberto. Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura. *Cultivos Tropicales* [en línea]. Octubre – diciembre 2017, v. 38, n.º 4. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000400010&script=sci_arttext&tlng=en

ISSN: 1819 – 4087

BOHÓRQUEZ, Wilson. El proceso de compostaje [en línea]. Colombia: Universidad de la Salle, 2019 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Capítulo 1. Introducción.

Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=X_1DwAAQBAJ&lpg=PA1&dq=El%20proceso%20de%20compostaje&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=El%20proceso%20de%20compostaje&f=false

ISBN: 9789585486683

BOLO, J. [et al]. La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Agropecuaria* [en línea]. Julio – septiembre 2020, v. 11, n.º 3. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300401&script=sci_arttext

ISSN: 2077 – 9917

BRAVO, Carlos [et al]. Indicadores morfológicos y estructurales de calidad y potencial de erosión del suelo bajo diferentes usos de la tierra en la Amazonía ecuatoriana. *Anales de Geografía* [en línea]. Diciembre – mayo 2017, v. 37, n.º 2. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/57725-Texto%20del%20art%C3%ADculo-116810-4-10-20180510.pdf>

ISSN: 0211 – 9803

CALDERÓN, Claudia, BAUTISTA, Gina y ROJAS, Salvador. Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. Orinoquía [en línea]. Noviembre 2018, v. 22, n.º 2. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7051757>

ISSN: 0121 – 3709

CAMACHO, Fabricio, URIBE, Lidieth, NEWCOMER, Quint, MASTERS, Karen y KINYUA, Maureen. Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO). *UNED Research Journal* [en línea]. Julio – diciembre 2018, v. 10, n.º 2. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662018000200330

ISSN: 1659 – 4266

CASTILLO, Ximena. Evaluación de la calidad de suelo: generación e interpretación de indicadores. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Enero – abril 2021, v. 39. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792021000100103&script=sci_arttext

ISSN: 2395 – 8030

CHEW, Kit [et al]. Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *Sustainability* [en línea]. Marzo – abril 2019, v. 11, n.º 8. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/8/2266>

ISSN: 2071 – 1050

CONDORI, Sandra [et al]. Evaluación del desarrollo vegetativo de maralfalfa (*pennisetum sp.*) bajo la aplicación de biol bovino en la estación experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* [en línea]. Diciembre 2018, v. 5, n.º 2. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182018000200008&script=sci_arttext

ISSN: 2518 – 6868

COTRINA, Victor [et al]. Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola* [en línea]. Abril – junio 2020, v. 47, n.º 2. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852020000200031&script=sci_arttext&tlng=en

ISSN: 0253 – 5785

DAMIÁN, Manuel [et al]. Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arnaldoa* [en línea]. Enero – abril 2018, v. 25. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992018000100009&script=sci_abstract&tlng=en

ISSN: 2413 – 3299

ESTRADA, I. [et al]. Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia* [en línea]. Noviembre – diciembre 2017, v. 51, n.º 8. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000800813&script=sci_arttext

ISSN: 2521 – 9766

Food and Agriculture Organization. Textura del suelo [en línea]. Roma. 2017. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en: http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

GÓMEZ, Ronny. Análisis multicriterio para determinar la fertilización del cultivo de banano (*musa acuminata aaa*) en la hacienda La Chepa. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, 2021. 90 pp.

Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20MOROCHO%20RONNY%20AN DRES.pdf>

GUECAIMBURU, Juan [et al]. Evolución del fósforo disponible a distintos niveles de compactación por tráfico agrícola en un argiudol típico. *Chilean journal of agricultural & animal sciences* [en línea]. Septiembre – noviembre 2019, v. 35. [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2021].

Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902019000100081&script=sci_arttext&tlng=n

ISSN: 0719 – 3890

GUTIÉRREZ, Felipe [et al]. Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *vicus*) en Cajamarca. *Revista Perspectiva* [en línea]. Julio 2019, v. 20, n.º 4. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en <http://revistas.upagu.edu.pe/index.php/PE/article/view/658>

ISSN: 1996 – 5389

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. METODOLOGÍA de la INVESTIGACIÓN – Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018. 752 pp.

ISBN: 9781456260965

Ley n.º 30806. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 05 de julio de 2018.

Disponible en https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf

LÓPEZ, Dionicio, ESPINOZA, Ulises y CHACÓN, Josué. El biohuerto como recurso pedagógico y aprendizaje de la biodiversidad en instituciones educativas. *Conrado* [en línea]. Septiembre 2020, v. 16, n.º 76. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442020000500199&script=sci_arttext&tlng=pt

ISSN: 1990 – 8644

LOZANO, William. Suelos: Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio [en línea]. Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2018 [fecha de consulta: 01 de mayo de 2021]. Capítulo 1. Prácticas de campo.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=lrJZDwAAQBAJ&lpg=PP1&dq=toma%20de%20muestra%20de%20suelos&hl=es&pg=PP12#v=onepage&q=toma%20de%20muestra%20de%20suelos&f=false>

ISBN: 9789588957593

LUNA, Gina y MENDOZA, Nicole. Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo* [en línea]. Octubre – noviembre 2020, v. 6. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1405

ISSN: 2410 – 843X

MAMANI, Félix. Producción de grano de ecotipos locales de cañahua (*chenopodium pallidicaule aellen*) con aplicación de biol de estiércol bovino en la estación experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* [en línea]. Junio 2020, v. 7. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182020000100005&script=sci_arttext

ISSN: 2518 – 6868

MAYA, Miguel. Preparación del terreno para la instalación de infraestructuras, siembra y plantación de cultivos herbáceos [en línea]. Málaga: IC Editorial, 2018 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Capítulo 3. Labores superficiales de preparación de suelos.

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=q1cpEAAAQBAJ&lpg=PT93&dq=materia%20org%C3%A1nica%20del%20suelo&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=materia%20org%C3%A1nica%20del%20suelo&f=false>

ISBN: 9788491981558

MEDINA, Alicia, QUIPUZCO, Lawrence y Juscamaita, Juan. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. *Anales Científicos* [en línea]. Enero – junio 2015, v. 76. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171095>

ISSN: 2519 – 7398

MIRANDA, Edwin. Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol), en la etapa de desarrollo en vivero de bolaina blanca (guazuma crinitac.martius) en Pucallpa Perú. *TZHOECOEN* [en línea]. Abril – septiembre 2018, v. 10, n.º 3. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/855>

ISSN: 1997 – 8731

NAIN, Antonio, DE FREITAS, Gilberto, WATTHIER, Maristela y SILVA, Ricardo. Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)* [en línea]. Junio 2019, v. 37, n.º 2. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292019000200059&script=sci_arttext&tlng=p

ISSN: 0718 – 3429

NEINA, Dora. The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science* [en línea]. Agosto – noviembre 2019, v. 20. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/aess/2019/5794869/>

ISSN: 1687 – 7667

NERI, Juan [et al]. Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*), distrito de Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable* [en línea]. Enero – febrero 2017, v. 1. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/348>

ISSN: 2520 – 5145

OLIVA, Manuel [et al]. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable* [en línea]. Julio – agosto 2017, n.º 3. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/370>

ISSN: 2520 – 9760

OROZCO, Alonso [et al]. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Octubre – diciembre 2016, v. 34, n.º 4. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000400441

ISSN: 2395-8030

OVIEDO, Edgar, MARMOLEJO, Luis y TORRES, Patricia. Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología* [en línea]. Enero – marzo 2017, v. 18. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432017000100031&script=sci_arttext

ISSN: 1405 – 7743

PAN, Chaonan [et al]. Modified montmorillonite and illite adjusted the preference of biotic and abiotic pathways of humus formation during chicken manure composting. *Bioresource Technology* [en línea]. Enero 2021, v. 319. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085242031395X>

ISSN: 0960 – 8524

REYES, Amada. Características de la actividad enzimática y el humus en suelos de Chinampa. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Octubre – marzo 2020, v. 37, n.º 4. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792019000400339

ISSN: 2395 – 8030

REYES, Juan [et al]. Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. *Centro Agrícola* [en línea]. Octubre – diciembre 2017, v. 44, n.º 4. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000400013

ISSN: 0253 – 5785

RUIZ, Gean. Estudio fisicoquímico del suelo del sistema de andenería del centro poblado Cacara, provincia de Yauyos, Lima. Tesis (Título de Magister en Química). San Miguel: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de posgrado, 2016. 145 pp.

Disponible en: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/146622>

SALAZAR, José. Aprovechamiento de recursos y manejo de suelo ecológico [en línea]. Málaga: IC Editorial, 2018 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Capítulo 2. Manejo del suelo en cultivos ecológicos.

Disponible en: en:

<https://books.google.com.pe/books?id=y1EpEAAAQBAJ&lpg=PT97&dq=Textura%20del%20suelo&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q=Textura%20del%20suelo&f=false>

ISBN: 9788491982616

TRUJILLO, Juan, MAHECHA, Juan y TORRES, Marco. El recurso suelo; un análisis de las funciones, capacidad de uso e indicadores de calidad. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea]. Noviembre – abril 2018, v. 9, n.º 2. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2095>

ISSN: 2145 – 6453

UNIVERSIDAD DE ARKANSAS. Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos [en línea]. Arkansas: División de agricultura, 2017. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.uaex.edu/publications/pdf/fsa-2118sp.pdf>

VALLEJO, Victoria [et al]. Efecto de la implementación de diferentes sistemas agrícolas sobre la calidad del suelo en el municipio de Cachipay, Cundinamarca, Colombia. *Rev. Bioagro* [en línea]. Abril 2018, v. 30. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612018000100003&script=sci_arttext&tlng=pt

ISSN: 1316 – 3361

VÁSQUEZ, Luisa [et al]. Cambios edáficos provocados por el uso de abonos de origen natural en una región cafetalera de Veracruz, México. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Octubre – marzo 2019, v. 37, n.º 4. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792019000400351

ISSN: 2395 – 8030

YÁÑEZ, María, CANTÚ, Israel y GONZÁLEZ, Humberto. Efecto del cambio de uso de suelo en las propiedades químicas de un vertisol. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Octubre – diciembre 2018, v. 36, n.º 4. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792018000400369&script=sci_arttext

ISSN: 2395 – 8030

ZANOR, Gabriela [et al]. Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. *Ingeniería, investigación y tecnología* [en línea]. Octubre – diciembre 2018, v. 19, n.º 4. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021].

Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432018000400006&script=sci_arttext

ISSN: 2594 – 0732

ANEXOS

Anexo 01. RESOLUCIÓN DE CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL N° 0086 – 2021 – UCV – VA – P15 – F02/



RESOLUCIÓN DE CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL N° 0086-2021-UCV-VA-P15-F02/

Chiclayo, 03 de mayo de 2021

VISTO:

El informe del asesor Dr. José Elías Ponce Ayala sobre el registro de investigaciones presentado a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo – Campus Chiclayo, el cual solicita se emita la Resolución de Aprobación de Proyecto de Investigación, y:

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 31° del Reglamento de Investigación señala: SE ENTIENDE POR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EL PLAN QUE PRESENTA LA ELABORACIÓN SISTEMÁTICA DE UN PROBLEMA CIENTÍFICO CON UNA ESTRUCTURA TEÓRICA METODOLÓGICA EN LA CUAL SE DEFINE CLARAMENTE LOS COMPONENTES CIENTÍFICOS Y ADMINISTRATIVOS A PARTIR DE LOS CUALES SE PUEDE EVALUAR LA CALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

Que, en el artículo 6° del Reglamento de Investigación en su Capítulo I, señala: LAS INVESTIGACIONES QUE PUEDAN DESARROLLAR LAS FACULTADES DEBERÁN OBSERVAR LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ESTABLECIDAS POR LAS UNIDADES ACADÉMICAS ADSCRITAS A LA MISMA.

Que, el alumno (a) Mego Lobatón Ana Paola, han sustentado ante el (la) docente Dr. José Elías Ponce Ayala, obteniendo nota aprobatoria y ha cumplido con los requisitos establecidos por la Ley Universitaria N° 30220 y el Reglamento de Investigación:
Estando a lo expuesto y en uso de las atribuciones conferidas.

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR el Proyecto de Investigación titulado **Eficiencia de productos eco amigables para mejorar la calidad del suelo en los biohuertos – distrito de Monsefú**, cuya Línea de Investigación es: **Calidad y gestión de los recursos naturales**, a cargo del (la) Bachiller **Mego Lobatón Ana Paola** de la Escuela Profesional de Ing. Ambiental – del Pregrado regular de la Universidad César Vallejo – Campus Chiclayo.

ARTÍCULO 2°: DESIGNAR como docente asesor al **Dr. José Elías Ponce Ayala**, del proyecto de investigación mencionado en el Artículo Primero.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



CC: DI, Programa Académico, Archivo.

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Anexo 02. *Instrumento de recolección de datos*

Guía de observación de campo	
Responsable:	Mego Lobatón, Ana Paola
Componente de estudio:	Suelo
Finalidad de la evaluación:	Determinar la calidad del suelo
Informe de ensayo fisicoquímico:	pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), carbonato de calcio (CaCO ₃) y textura
Localidad:	Monsefú
Distrito:	Monsefú
Provincia:	Chiclayo
Departamento:	Lambayeque
Accesibilidad:	Camino carrozable
Coordenadas UTM	
Norte:	79.8932
Sur:	6.8991
Zona:	17 Sur
Altitud:	5 msnm

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03. Resultado del análisis de parámetros representativos de la calidad del suelo



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS Y SUELO

Tipo de Análisis : FERTILIDAD
Muestras : SUELOS(4)
Nombre : MEGO LOBATÓN ANA PAOLA
Procedencia : MONSEFÚ
Fecha de Emisión : 28 de Junio de 2021

Interpretación de Resultados de análisis:

- Reacción alcalina y niveles muy Altos de salinidad, con presencia Sódica, cuyos valores limitan su uso agrícola para cultivos tolerantes porque sus valores superan la resistencia técnica de cultivos fuertes.
- Los más afectados son las muestras M-2 y M-3, y en menor la muestra M-1 en comparación al testigo(M-4) que está muy degradado.
- La fertilidad de las Mezclas es variable respondiendo mejor del punto vista nutricional con riqueza de Materia Orgánica, Fósforo y Potasio las muestras M-2 y M-3 y con textura ligera Franco Arcillo Arenosa, que facilita el lavado de las sales.
- En términos generales la incorporación o mezclas de abonos solidos o líquidos(Biol) con el tiempo van a ir mejorando los suelos degradados, si lo comparamos con el Testigo que es muy salino sódico. Estos productos favorecen con aporte de nutrientes y aumento de Porosidad, que facilita el lavado y el drenaje de las Sales. Se sugiere con este estudio, pero incrementando dosis más altas para ir recuperando los suelos.

ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
JEFE DE LABORATORIO DE QUIMICA Y SUELOS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL VISTA FLORIDA
JEFE LABORATORIO QUIMICA
Y SUELOS

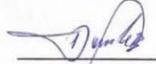


Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis **FERTILIDAD** Muestras **SUELOS - 4**
Nombre **MEGO LOBATÓN ANA PAOLA**
Procedencia **MONSEFÚ** Fecha de Emisión **28/06/2021**

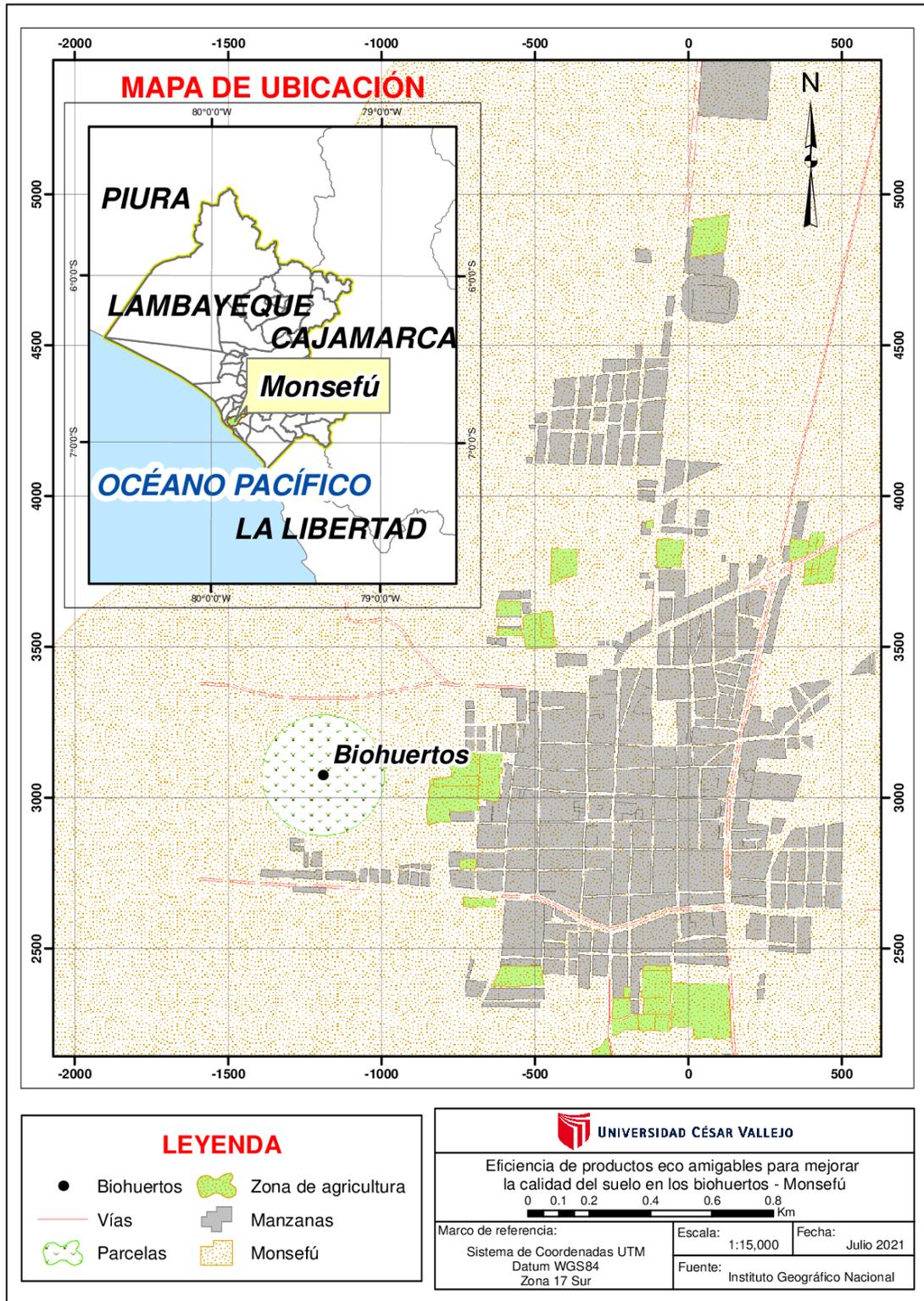
MUESTRA	Extracto Saturado									Tipo de suelo
	pH	C. elec	M.O	P	K	CaCO3	Texturas (%)			
		mmhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao	Lo	Ar	
M1: TIERRA + BIOL	7.85	39.65	1.26	6.00	287	2.45	62	15	23	Fo Ar Ao
M2: TIERRA + COMPOST	8.00	65.67	5.90	75.00	278	0.72	58	20	22	Fo Ar Ao
M3: TIERRA + HUMUS	7.80	45.30	6.76	80.00	292	0.80	60	22	18	Fo Ao
M4: TESTIGO	7.60	104.16	0.94	0.00	300	3.45	64	17	19	Fo Ao


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
JEFE DE LABORATORIO DE QUIMICA Y SUELOS
JEFE LABORATORIO QUIMICA
Y SUELOS

Anexo 04. Terreno en el que se instaló los biohuertos



Anexo 05. Mapa de ubicación de la zona donde se desarrolló la investigación



Fuente: Elaboración propia