

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



---

**EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LAS  
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO Y EL  
RENDIMIENTO DEL PIMIENTO (*Capsicum annum*) EN  
CONDICIONES DE INVERNADERO – HUÁNUCO - 2022**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA  
AGRÍCOLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA:**

**Bach. ESTELA AMBICHO, Noel Daniel**

**ASESORA:**

**Dr. VEGA JARA, Liliana**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Queridos padres (Solano Estela, Hilda Ambicho)

A través de esta dedicatoria, quiero expresar mi más profundo agradecimiento por tu apoyo y aliento durante mi trayectoria académica. Gracias a su incondicional apoyo, he logrado completar este importante hito en mi vida: mi tesis.

Por eso, les dedico mi tesis como muestra de mi gratitud y reconocimiento a todo lo que han hecho por mí. Espero que este logro también sea un motivo de orgullo para ustedes, ya que sus contribuciones han sido fundamental en mi éxito

Su comprensión y motivación fueron clave para superar los desafíos que surgieron en el camino. muchas gracias por todo lo que han hecho por mí. Espero poder retribuir todo lo que me han dado en el futuro.

**Con todo mi cariño**

**Noel Daniel Estela Ambicho**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quisiera agradecer a mi asesora Dr. Liliana Vega Jara por su guía constante y apoyo incondicional durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Gracias a su experiencia y dedicación, he podido llevar a cabo un trabajo riguroso y completo.

También quiero agradecer a todos los profesores(a), que formaron parte de mi formación profesional, por sus valiosas enseñanzas, sugerencias y comentarios, que me han ayudado a mejorar mis conocimientos y poder sacar adelante este proyecto.

A mi familia y amigos, les agradezco por su apoyo y aliento en todo momento, especialmente durante aquellos momentos en que la carga de trabajo parecía abrumadora. Su confianza en mí me ha dado la fuerza para seguir adelante y alcanzar esta meta.

## RESUMEN

### **Efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo y el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero – Huánuco - 2022**

La investigación se realizó en el CIFO de la UNHEVAL, el objetivo general fue determinar el efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero. Para cumplir este objetivo, se realizó un experimento, con una población de 36 plantas de pimiento cultivadas en maceteros. Se utilizaron abonos orgánicos como biochar, compost y humus de lombriz cada uno en tres niveles de abonamiento (alto, medio y bajo). Al finalizar el experimento se determinó la concentración de materia orgánica, N, K, pH, CIC y Fósforo extractable en el suelo, además también se determinaron parámetros como peso de fruto, número de frutos por planta, y se evaluaron el tiempo a la floración, a la fructificación y a la madurez fisiológica. El diseño fue Experimental, en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones y 12 tratamientos haciendo un total de 36 unidades experimentales. Los parámetros medidos en el suelo no mostraron un patrón definido, algunas veces se vieron que los niveles bajos de los abonos orgánicos usados dieron mayores valores por ejemplo materia orgánica, Nitrógeno total y entre otras en las características del suelo, siempre se vio que el testigo tuvo un comportamiento mucho menor a los demás tratamientos en términos de número. Sin embargo, los componentes del rendimiento (número de frutos por planta y peso de frutos por planta) mostraron mayores valores con los tratamientos compost nivel alto, biochar nivel alto y humus nivel alto, el testigo siempre presentó menores rendimientos. Algo similar se vio cuando se evaluaron días a la floración, fructificación y madurez fisiológica, los tratamientos que más precoz fueron son compost nivel alto, biochar nivel alto y humus nivel alto, es decir tomaron menos tiempo para llegar a florecer, fructificar y madurar. En conclusión, pareciera que los niveles altos de abonos orgánicos (biochar, humus de lombriz y compost) son los recomendables para favorecer los aspectos agronómicos y desarrollo de la planta, aunque esto no siempre ocurre para las propiedades del suelo, ya que se vio una alta variabilidad de los tratamientos para cada parámetro analizado en el suelo.

**Palabra clave:** Biochar, compost, humus, características del suelo, días a la madurez fisiológica.

## ABSTRACT

### **Effect of organic fertilizers on soil chemical characteristics and yield of bell pepper (*Capsicum annuum*) under greenhouse conditions - Huánuco - 2022**

The research was conducted at CIIFO of UNHEVAL, the general objective was to determine the effect of organic fertilizers on soil chemical characteristics and yield of bell pepper (*Capsicum annuum*) under greenhouse conditions. To meet this objective, an experiment was conducted with a population of 36 bell pepper plants grown in pots. Organic fertilizers such as biochar, compost and earthworm humus were used at three levels of fertilization (high, medium and low). At the end of the experiment, the concentration of organic matter, N, K, pH, CEC and extractable phosphorus in the soil were determined, as well as parameters such as fruit weight, number of fruits per plant, and the time to flowering, fruiting and physiological maturity. The design was Experimental, in the form of a Completely Randomized Block Design (CSBD) with 3 replications and 12 treatments for a total of 36 experimental units. The parameters measured in the soil did not show a defined pattern, sometimes it was seen that low levels of the organic fertilizers used gave higher values for example organic matter, total nitrogen and among others in the soil characteristics, it was always seen that the control had a much lower behavior than the other treatments in terms of number. However, the yield components (number of fruits per plant and weight of fruits per plant) showed higher values with the treatments compost high level, biochar high level and humus high level, the control always presented lower yields. Something similar was seen when days to flowering, fruiting and physiological maturity were evaluated, the treatments that were the earliest were compost high level, biochar high level and humus high level, i.e. they took less time to flower, fruit and ripen. In conclusion, it seems that high levels of organic fertilizers (biochar, worm humus and compost) are recommended to favor agronomic aspects and plant development, although this is not always the case for soil properties, since there was a high variability of treatments for each parameter analyzed in the soil.

**Keyword:** Biochar, compost, humus, soil characteristics, days to physiological maturity.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
INDICE .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCION .....	xiii
<b>I. PROBLEMA DE INVESTIGACION .....</b>	<b>14</b>
1.1. Fundamentación del problema de investigación.....	14
1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos .....	15
1.2.1. Problema general.....	15
1.2.2. Problemas específicos .....	15
1.3. Formulación de objetivos generales y específicos.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación .....	16
1.5. Limitaciones.....	17
1.6. Formulación de Hipótesis generales y específicos .....	17
1.6.1. Hipótesis general .....	17
1.6.2. Hipótesis específicas .....	17
1.7. Variables .....	18
1.7.1. Variable independiente.....	18
1.7.2. Variable dependiente.....	18
1.7.3. Variable interviniente.....	18
1.8. Definición teórica y operacionalización de variables .....	18
1.8.1. Definición de términos operacionales .....	18
1.8.2. Variables y operacionalización de variables .....	20
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes .....	21

2.2.	Bases Teóricas .....	22
2.2.1.	Origen del cultivo.....	22
2.2.2.	Clasificación botánica (Taxonomía) .....	23
2.2.3.	Morfología de la planta .....	23
2.2.4.	Requerimientos edafoclimáticos .....	25
2.2.5.	La incorporación de abonos orgánicos.....	26
2.3.	Bases Conceptuales.....	30
2.3.1.	Los abonos orgánicos .....	30
2.3.2.	Biochar .....	32
2.3.3.	Propiedades físicas y químicas del biochar.....	34
2.3.4.	Compost .....	35
2.3.5.	Humus de lombriz .....	39
2.4.	Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas .....	42
III.	METODOLOGIA .....	44
3.1.	Ámbito .....	44
3.1.1.	Ubicación del lugar donde se ejecutó el experimento.....	44
3.1.2.	Ubicación Política y Geográfica. ....	44
3.2.	Población.....	45
3.3.	Muestra .....	45
3.4.	Nivel y tipo de estudio .....	45
3.4.1.	Tratamientos en Estudio.....	45
3.5.	Diseño de investigación .....	47
3.5.1.	Aleatorización y distribución de los tratamientos .....	48
3.5.2.	Modelo Aditivo Lineal .....	49
3.5.3.	Esquema de Análisis de la varianza para el diseño (DBCA) .....	49
3.5.4.	Datos a registrar. ....	49
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos .....	50
3.6.1.	Métodos.....	50
3.6.2.	Técnicas e instrumentos .....	51
3.6.3.	Instrumentos .....	51
3.6.4.	Materiales y equipos.....	52
3.7.	Validación y confiabilidad del instrumento .....	52

3.7.1. Validación de los instrumentos .....	52
3.7.2. Confiabilidad de los instrumentos.....	52
3.8. Procedimiento .....	53
3.8.1. Acondicionamiento y limpieza del lugar donde se instaló la investigación .....	53
3.8.2. Trazado y medición del diseño experimental en el invernadero de Hidroponía.....	53
3.8.3. Llenado de suelo en los maceteros para la siembra de las semillas de pimiento.....	53
3.8.4. Pesado de los abonos orgánicos, biochar, compost y humus de lombriz	53
3.8.5. Aplicación de los abonos orgánicos según la dosis indicado en los maceteros con suelo .....	53
3.9. Tabulación y Análisis de Datos .....	56
3.9.1. Tabulación.....	56
3.9.2. Análisis de datos.....	56
3.10. Consideraciones éticas .....	56
IV. RESULTADOS.....	57
4.1. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz sobre algunas características químicas del suelo. ....	57
4.2. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en algunas características fisiológicas. ....	61
4.3. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento. ....	64
V. DISCUSION .....	67
5.1. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz sobre algunas características físico-químicas del suelo.....	67
5.2. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento. ....	69
5.3. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en algunas características agronómicas. ....	70
CONCLUSIONES .....	71
RECOMENDACIONES .....	72



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	73
ANEXOS.....	77
Anexo 1 Matriz de Consistencia .....	78
Anexo 2 Datos de las Variables en Estudio .....	80
Anexo 3 Sección Fotográfica de las Actividades Realizadas .....	88

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de variables e indicadores .....	20
Tabla 2 Análisis físico del carbón vegetal (Escalante). .....	21
Tabla 3 Tratamientos y niveles en estudio .....	47
Tabla 4 Lista de materiales y equipos .....	52
Tabla 5 Valores de vinculación de los componentes principales y las variables medidas del suelo.....	58
Tabla 6 Análisis de la varianza y Prueba LSD al 0.05 de nivel de significancia para las variables evaluadas en el suelo. Las diferentes letras distintas significativa entre tratamientos.....	60
Tabla 7 Valores de correlación de los componentes principales y las características agronómicas .....	62
Tabla 8 Análisis de la varianza y Prueba LSD al 0,05 de nivel de significancia para características agronómicas. Las diferentes letras distintas significativa entre tratamientos.....	63
Tabla 9 Valores de correlación de los componentes principales y las variables medidas del suelo.....	65
Tabla 10 Análisis de la varianza y la Prueba LSD al 0.05 de nivel de significancia para las variables componentes del rendimiento. Las diferentes letras significativa diferencia entre tratamientos. ....	66

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la unidad de hidroponía .....	44
Figura 2 Requerimiento nutricional del cultivo de pimiento .....	47
Figura 3 Distribución de los Tratamientos y Unidades experimentales. ....	48
Figura 4 Análisis de características químicas del suelo en el grafico diplot.....	57
Figura 5 Análisis de algunas características fisiológicas en el grafico diplot.....	61
Figura 6 Análisis del rendimiento del cultivo de pimiento en el grafico biplot.....	64
Figura 7 Limpieza de terreno (1a) Nivelación del terreno (1b) presentación de maceteros en el campo experimental (1c). ....	88
Figura 8 Trazado y marcación de campo experimental (2a–2b) colocación de maceteros en el diseño experimental según bloques y tratamientos (2c– 2d)).....	89
Figura 9 Llenado de suelo y ubicación de los maceteros en el campo experimental (3a–3b) pesado del abono orgánico humus de lombriz (3c) pesado del abono orgánico compost (3d) pesado del abono orgánico biochar (3e) llenado de los abonos orgánicos en bolsas para ser trasladados a los maceteros y a realizar la aplicación (3f). ....	90
Figura 10 Distribución de los abonos orgánicos en tratamientos (4a) uso de los abonos orgánicos biochar y humus de lombriz (4b–4c) aplicación del abono de compost (4d–4e) preparación y pintado de los letreros de identificación de los bloques y tratamientos en estudio (4f) colocación de los letreros de identificación en los tres bloques y 36 tratamientos en estudio (4g–4h). ....	92
Figura 11 Deshierbo de las plantas de pimiento en los maceteros (5a–5b) desarrollo vegetativo del pimiento a los 30 días en los tratamientos en estudio (5c– 5d).....	92
Figura 12 Aparición de los primeros botones florales (6a) desarrollo vegetativo del pimiento a los 55 días y 60 días en los tratamientos en estudio (6b–6c) aparición de los primeros frutos de pimiento en los tratamientos (6d) desarrollo y maduración de frutos en los tratamientos con los abonos orgánicos de compost, humus de lombriz y biochar (6e–6f–6g–6h).....	94

- Figura 13 Maduración y cosecha de los frutos de pimiento en las unidades experimentales (7a–7b) pesado de los frutos cosechados de todo el tratamiento en una balanza electrónica (7c–7d). ..... 94
- Figura 14 Toma de muestra de los suelos de todos los tratamientos en estudio (8a–8b) embolsado, empacado y colocación de tiques de identificación para su traslado al laboratorio de análisis de suelos de la UNAS (8c–8d)..... 95
- Figura 15 Recepción de muestras de suelo y recorrido del laboratorio de la UNAS (9a–9b) disposición y tamizado con un tamiz de 10 ml de muestras de suelo para realizar los análisis respectivos (9c–9d)..... 96
- Figura 16 Pesado de las muestras y preparación de alícuota para los análisis (10a–10b) preparado de los materiales y filtración de muestras para el análisis de elementos solubles (10c–10d) adición de la solución para la lectura de los elementos esenciales (10e–10f) agitación y toma de lectura para las muestras de textura de suelo (10e–10f) lectura de PH a las muestras de suelo de la investigación (10i–10j) preparación de muestras y toma de lectura para fosforo (P) (10k–10l) preparación de equipos y toma de lectura para calcio (K) (10m–10n) preparación y medición de soluciones para los análisis de las muestras del trabajo de investigación (10o–10p). 99

## INTRODUCCION

A pesar del vasto potencial agrícola del Perú, la producción de hortalizas del país es decepcionante. Varios factores contribuyen a esto, incluida la falta de asistencia gubernamental para el campesinado del país y los sistemas de riego inadecuados, debido a la pésima producción y por lo tanto poco retorno económico para las familias que cultivan pimiento por falta de transferencia de conocimientos a los agricultores, falta de créditos agrícolas para la siembra, insuficiente fertilización, y otras dificultades.

Existe una amplia gama de tipos de suelos, texturas, formas, composiciones químicas, etc. a lo largo de la sierra peruana. Por lo tanto, es importante tener acceso a datos sobre opciones de fertilización orgánica para incrementar la calidad del suelo y aumentar la producción de los cultivos de pimiento, teniendo debidamente en cuenta los materiales vegetales que se emplearán en cada lugar.

Comprender cómo los fertilizantes orgánicos aumentan la calidad del suelo usando la adición de nutrientes es crucial para apreciar la importancia científica y técnica del uso de fertilizantes orgánicos para el cultivo de pimentón, lo que a su vez ayuda a comprender los rendimientos adecuados y las ventajas para los agricultores. Esto proporcionará a los consumidores productos más sabrosos y saludables y promoverá la seguridad alimentaria.

La agricultura orgánica está basada en una serie de conceptos básicos, incluido el uso de prácticas sostenibles como el compostaje y la rotación de cultivos, así como la protección y mejora del agroecosistema, los ciclos biológicos y la biodiversidad del suelo. Restaurar el contenido de materia orgánica y mineral del suelo (microorganismos, bacterias y hongos) es crucial para el crecimiento de las plantas.

Este estudio se enfoca en probar tres tipos de abonos orgánicos (biochar, compost, humus.) lo que nos permitirá conocer el efecto de la calidad del suelo y la cosecha del pimiento, generando rendimientos suficientes con una importante rentabilidad económica. En consecuencia, esto mejora las características químicas del suelo y el nivel de vida de los pequeños agricultores de la zona de Huánuco.

## **I. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **1.1. Fundamentación del problema de investigación**

En el Perú la producción de hortalizas es relativamente baja teniendo en cuenta el potencial productor que tiene nuestro país, existen varios tipos de deficiencias y/o problemas como por ejemplo la falta de apoyo al campesino, la poca transferencia de tecnología a los productores, falta de créditos agrarios para la siembra, la inadecuada fertilización y otros problemas que permiten tener muy poca productividad y que no permite tener remuneraciones económicas para las familias que cultivan el pimiento.

En la sierra peruana no todos los suelos son iguales, varían mucho en la textura, forma y composición química, etc. Por estos motivos se hace importante poder conocer planes de fertilización orgánica para el rendimiento del cultivo de pimiento y como estos favorecen a mejorar el suelo, para cada zona especial se debe tener en cuenta los materiales vegetales a utilizar.

La utilización de abonos orgánicos en el cultivo de pimiento tiene gran interés científico y tecnológico, para poder saber los rendimientos satisfactorios y el beneficio de los agricultores es importante conocer de qué manera estos abonos orgánicos aportan nutrientes al suelo mejorando su calidad, de esta manera ofreceremos productos más apetecibles y saludables para el consumidor lo que contribuye a la seguridad alimentaria.

La necesidad de aplicar tecnologías empleando abonos orgánicos son una buena alternativa, uno de los principios básicos de la agricultura orgánica, es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro – ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar diversas actividades, que conllevan la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas.

Este estudio se enfocó en probar tres tipos de abonos orgánicos (biochar, compost y humus de lombriz.) en el que se logró determinar la influencia sobre la

calidad del suelo y rendimiento del pimiento obteniendo una adecuada cosecha con una importante rentabilidad económica que se vio reflejado en el mejoramiento de las características químicas del suelo, rendimiento del pimiento, números de fruto y peso del fruto, como también días de floración, días de fructificación y días de madurez fisiológica.

## **1.2. Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo, rendimiento y características fenológicas del pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero Huánuco 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cómo influirá el biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento en condiciones de invernadero?

¿Cómo influirá el biochar, compost y humus de lombriz en las características fenológicas del pimiento?

¿Cómo influirá el comportamiento de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo?

## **1.3. Formulación de objetivos generales y específicos.**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar el efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo, características fenológicas y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del biochar, compost y humus de lombriz sobre algunas características químicas del suelo (materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable) en el cultivo de pimiento en condiciones de invernadero
- Determinar el efecto del biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento (número de frutos por planta y peso de frutos por planta)
- Conocer el efecto del biochar, compost y humus de lombriz en algunas características fenológicas (días a la floración, días a la fructificación, días a la madurez fisiológica) del cultivo de pimiento.

### 1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación está enfocado en los beneficios que aporta el uso de abonos orgánicos para mejorar y mantener la capacidad productiva del suelo, y así incrementar la productividad del cultivo de pimiento.

**Económico:** Desde el punto de vista económico, los costos de producción del pimiento se reducirán, ya que se utilizó abonos orgánicos producidos a un bajo costo generando mayores beneficios para el suelo y los agricultores.

**Social:** Socialmente la población se verá favorecida al obtener mayores ingresos en la producción y un bajo costo, incentivando al uso de abonos orgánicos para la producción de pimiento, siendo favorables para la población y el medio ambiente.

**Ambiental:** El impacto ambiental, será positivo, porque se utilizarán abonos orgánicos ayudarán a mejorar la calidad del suelo, proporcionando elementos esenciales, incrementando la fauna microbiana, mejorando la estructura del suelo para mayor producción de los cultivos.

Los abonos orgánicos son productos que favorecen al suelo y al ser humano por ser de origen natural, el estudio está enfocado en determinar el efecto de los abonos sobre la fertilidad y la capacidad productiva del suelo.



## **1.5. Limitaciones**

Las limitaciones más importantes son los escasos de biochar y la baja disponibilidad de insumos, reactivos y equipos de laboratorio para hacer las mediciones de las variables físicas y químicas del suelo. Sin embargo, se ha buscado en otras universidades, como la universidad Agraria La Selva para los distintos análisis de las muestras de suelo de la investigación.

## **1.6. Formulación de Hipótesis generales y específicos**

### **1.6.1. Hipótesis general**

- Si aplicamos abonos orgánicos tendremos efectos significativos en las características químicas del suelo, características fenológicas y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- Si aplicamos el biochar, compost y humus de lombriz, entonces se verán efectos diferenciados sobre algunas características químicas del suelo (materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable) con cultivo de pimiento en condiciones de invernadero
- Si aplicamos el biochar, compost y humus de lombriz, entonces se verán efectos diferenciados en el rendimiento del cultivo de pimiento (número de frutos por planta y peso de frutos por planta).
- Si aplicamos el biochar, compost y humus de lombriz, entonces se verán efectos diferenciados en algunas características agronómicas (días a la floración, días a la fructificación, días a la madurez fisiológica) del cultivo de pimiento.

## 1.7. Variables

### 1.7.1. Variable independiente

- Abonos orgánicos (biochar, compost, humus de lombriz)

### 1.7.2. Variable dependiente

- Rendimiento del pimiento (Números de frutos por planta, peso de frutos por planta)
- Características químicas del suelo (Materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable)
- Características fenológicas del cultivo de pimiento (Días a la fructificación, días a la madurez fisiológica, días a la floración)

### 1.7.3. Variable interviniente

- Condiciones edafoclimáticas (Temperatura, Humedad)

## 1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

### 1.8.1. Definición de términos operacionales

**Métodos físicos:** Métodos que consisten en incorporar enmiendas al suelo, su objetivo es secuestrar o inmovilizar metales pesados en el suelo, es decir hacerlos no disponibles para las plantas.

**Métodos químicos:** En el análisis de suelos es un procedimiento específico basado en principios químicos que se utiliza para determinar las características y propiedades químicas del suelo. Estos métodos implican la aplicación de reactivos químicos y técnicas de medición para cuantificar los componentes químicos presentes en el suelo.

**El nitrógeno:** Es un macronutriente esencial para las plantas, ya que desempeña un papel importante en la formación de proteínas, enzimas y otros componentes celulares

**El fósforo:** Es fundamental para el desarrollo de raíces, flores, frutas y semillas, así como para la transferencia de energía durante la fotosíntesis.

**Potasio:** Es necesario para el transporte y la acumulación de carbohidratos, la regulación del balance de agua en las plantas y para la apertura y cierre de las estomas.

### 1.8.2. Variables y operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Cuadro de variables e indicadores*

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	SUBVARIABLES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Abonos orgánicos	El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos.	Biochar Compost Humus	Dosis alta 170-35-94 kg/Ha, Dosis media 142-10-47 kg/Ha. Dosis baja 84-5-48 kg/Ha.
DEPENDIENTE	Rendimiento del pimiento	Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta.	Número de frutos. Peso de frutos.	Números de frutos Peso en gramos
	Características químicas del suelo.	Parte de la ciencia del suelo que estudia la composición, las propiedades y las reacciones químicas de los suelos.	Materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable.	%. %
	Características fenológicas del cultivo de pimiento	El período durante el cual aparecen, se transforma o desaparecen los órganos de las plantas.	Días a la fructificación, días a la madurez fisiológica, días a la floración.	ppm meq/100gr ds/cm Unidad/Días
INTERVINIENTE	Condiciones edafoclimáticas	Detección de áreas geográficas homogéneas en sus características climáticas y edáficas.	Temperatura Humedad	°C g / m <sup>3</sup>

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

OIRSA, (2003) señala que la agricultura orgánica es un enfoque holístico de la producción de alimentos que mejora los ecosistemas agrícolas, utilizar insumos naturales, reciclar los nutrientes tanto como sea posible y no recurrir a fertilizantes y pesticidas artificiales (ambos productos producidos a partir de combustibles fósiles) son todas características distintivas de este enfoque. En lugar de comenzar en el suelo, los microorganismos que descomponen las plantas y los animales muertos necesitan el inóculo suministrado por los fertilizantes. Se garantiza que las verduras cultivadas con fertilizantes orgánicos no contienen productos químicos nocivos y se adhieren a los más altos estándares de calidad. (Duque & Oña, 2007).

Castillo & Chiluisa, (2011), encontraron que las plantas cultivadas con T4 = A24 (4 toneladas/ha de estiércol bovino) eran un 34,2 % más altas después de 60 días, tenían frutos que eran un 5,6 % más anchos y un 14,4 % más largos. con una cosecha típica de 5.121 kg por planta. Mientras que Roque & Palacio, (2008) mencionan que los hallazgos demuestran que los pimientos necesitan 32 días para florecer y producir 12 pimientos por planta cuando se aplican 45 toneladas de materia orgánica por hectárea.

Escalante, (2013) Quien realizó el estudio titulado "Biocarbonos (Biochar), caracterización y su efecto sobre la biomasa y nutrición de NP K en un pasto" descubrió las siguientes características del carbón vegetal en cuanto a sus cualidades físicas.

**Tabla 2**

*Análisis físico del carbón vegetal (Escalante).*

Resultados de Escalante	
pH	9,5
Densidad aparente	0,39 g/cm <sup>3</sup>
Densidad real	1.01 g/cm <sup>3</sup>
Porosidad	56,3 %
Capacidad de campo	16, 5 %
Humedad equivalente	3,79 %
Punto de marchitamiento	32,0 %

Mero & Gilces (2007), Agregar N, P y K al suelo alrededor de las plantas de chile en la parroquia Charapotó del cantón Sucre y observar los efectos resultantes en las hojas de la planta fue objeto de una investigación, luego de aplicar nutrihumus a razón de 2t/Ha en Manab y suplementar con N, P y K, observó un Retorno Marginal de 378% y un rendimiento de 32,376 frutos/ha.

Por su parte López (2010), La empresa ANDEAN ORGANICS realizó un experimento con dos tipos de lechuga y tres bioactivadores diferentes, Se probaron tres concentraciones diferentes de los fertilizantes Max Foliar FD, A-miesur plus y Bokashi (fertilizante de frutas). Los resultados revelaron que una dosis media de fertilizante de frutas (0,5 kilos por metro cuadrado) puede resultar en un rendimiento de 13,91 toneladas por hectárea. Nuñez (2009) El tratamiento con Nitrato de Amonio + Biol dio como resultado el mayor rendimiento por parcela (21,37 kg) cuando se probaron tres fuentes nitrogenadas y dos bioestimulantes en el cultivar 10G Agronomic Pepper. (35616.66 kg/Ha).

Como se puede ver, existen muchos antecedentes de producción de cultivos usando abonos orgánicos diversos. En este trabajo se plantea usar los abonos orgánicos existentes y de fácil disponibilidad en la localidad, además de tener bajos costos. La idea es buscar una comparativa de los abonos orgánicos tradicionales con el biochar, ya que éste puede ser una alternativa prometedora de abonamiento orgánico.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Origen del cultivo**

El pimiento (*Capsicum annuum*) Tiene su origen en la misma región entre Bolivia y Perú, donde se han cultivado con éxito otras cuatro especies. Colón lo introdujo inicialmente en el Viejo Mundo (1493). Su cultivo ya se había extendido por España en el siglo XVI, se había extendido por Europa y el resto del mundo con la ayuda de los portugueses (Ruano & Sánchez, 1999).

*Capsicum annuum*, Una de las verduras más populares y buscadas en el mercado hoy en día. A excepción de la Antártida, la pimienta se cultiva en todos los

continentes, con un rendimiento mundial total de 31.167 millones de kg en una superficie de 1.914.685 ha. (FAO, 2012).

### 2.2.2. Clasificación botánica (Taxonomía)

González, (2008), menciona que la taxonomía del pimiento es:

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embriobionta
División	Magnoliophyta
Sub-división	Magnoliopsida
Familia	Solanaceae
Orden	Solanales
Especie	annuum
Clase	Asteridae
Género	Capsicum
Nombre común	Pimentón

### 2.2.3. Morfología de la planta

**Planta:** Hierba que regresa año tras año y varía en altura desde medio metro (cuando se cultiva al aire libre) hasta dos metros (cuando se cultiva en el interior) o más. (Fertiberia, 2010).

**Raíz:** Hay varias raíces que crecen horizontalmente desde la raíz de la planta de pimiento, y su longitud puede variar de 50 centímetros a 1 metro, siempre que el suelo sea adecuado para plantar en terrazas profundas (Falcón, 2014).

**Tallo:** Su desarrollo es comedido y erguido. Desde un punto de vista fijo, la "cruz" envía dos o tres extremidades, según la especie, y sigue enviando pares de retoños hasta que se completa el ciclo de vida, el pimiento produce múltiples hojas alternas en su tallo, luego se divide en dos ramas. Este proceso se repite continuamente hasta que la planta muere (Falcon, 2014).

El germen embrionario es el origen del tallo principal. El epicótilo sirve como su eje, mientras que el meristema apical y una región de división celular rápida se asientan sobre él. En mayor o menor medida, se parecen a otras dicotiledóneas por debajo del meristema apical, de afuera hacia adentro (Martínez, 2011).

**Hoja:** Es entero, liso y lanceolado, con una punta muy marcada (espiga) en el pimiento y un tallo largo y discreto. La superficie exterior de las hojas del pimiento es suave y lisa al tacto, de un verde más o menos intenso (según la variedad).

Los pimientos tienen hojas individuales, lanceoladas u ovadas, formadas por un largo pecíolo y una parte ensanchada, una hoja o limbo, que conecta la hoja con el tallo, es todo el borde o solo situado dentro de la base (Martínez, 2011).

**Flor:** La flor se inserta en las axilas de las hojas y aparece individualmente en cada nudo a lo largo del tallo. Tienen una corola diminuta y blanca y son bastante delicados. La autógena es la norma en la polinización, aunque solo representa alrededor del 10% de la alogamia (Falcón, 2014).

**Fruto:** Fruto semicartilaginoso, verde, rojo, amarillo, anaranjado, violeta o blanco con interior hueco; a medida que envejecen, ciertos tipos cambian de verde a naranja y luego a rojo. Los pesos van desde los bajos cientos hasta más de un kilo. Las semillas se implantan en medio de una placenta que tiene forma de cono. Miden entre 3 y 5 cm de longitud y tienen un tono dorado pálido con forma esférica, algo arriñonada. (Guevara, 2013).

**Semilla:** La semilla tiene que estar enterrada como un centímetro, tarda alrededor de cuatro o cinco días en germinar, la temperatura ideal es de unos 15 grados Fahrenheit y una bandeja de plástico puede usarse como invernadero para proteger el semillero (Falcon, 2014).



Durante el tiempo que transcurre entre la germinación de una semilla y el momento en que emerge como planta, se forman dos largas hojas (cotiledones) y una pequeña raíz pivotante (radícula). Cuando aparecen por primera vez, la planta pone casi toda su energía en hacer crecer una raíz pivotante profunda, mientras que el resto de sus partes se desarrollan a un ritmo glacial. Cuando las temperaturas son más altas, el período de preemergencia de 8 a 12 días se acorta. La radícula y el hipocótilo a menudo comienzan a formarse después de tres o cuatro días dentro de la semilla. (Pérez, 2014).

#### **2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

Debido a su naturaleza interconectada y el efecto dominó de cambiar uno, los otros elementos climáticos deben manejarse sistemáticamente para que el cultivo florezca (Fertiberia, 2010).

- **Temperatura**

Requiere temperaturas más cálidas que los tomates, pero temperaturas más frías que las berenjenas. Las bajas temperaturas (entre 15 y 10 °C) Ocurren durante el desarrollo del botón floral y se reflejan en flores con características tales como pétalos redondeados e inmaduros, estambres y pistilo acortados, ovario y pistilo engrosados, anteras fusionadas, etc., pueden conducir a la producción de muchos ovarios, que pueden evolucionar simbióticamente para producir frutos que se dispersan alrededor del principal (Infojardin, 2012).

Los frutos más pequeños, que surgen como resultado de las bajas temperaturas, pueden tener estructuras que disminuyan la viabilidad en el polen y promuevan el desarrollo de frutos partenocárpico. Las flores que caen y los frutos jóvenes son el resultado directo de las olas de calor. (Infojardin, 2012).

- **Luminosidad**

Requiere mucha luz, sobre todo en sus primeras fases de crecimiento y durante la floración. necesitan un ambiente brillante y la colocación en la luz solar directa. (Infojardin, 2012).

- **Suelo**

Necesita suelos que sean ricos, pero bien drenados, profundos y sueltos. Aunque las plantas de pimiento son susceptibles a la asfixia de las raíces, Aunque son adaptables, crecen mejor en suelos sueltos, profundos y ricos en materia orgánica que se mantienen húmedos pero que drenan bien. Es tolerante a los ácidos y prospera en suelos con un rango de pH de 5,5 a 7. (Biblioteca de la Agricultura, 2010).

Los pimientos prosperan en suelos profundos y bien drenados que también son ricos en materiales orgánicos. Los suelos ideales son ligeros y arenosos, en lugar de densos y arcillosos. La pudrición de la raíz es fomentada por la presencia de hongos en suelos anegados y sin oxígeno (Aerobic, 2011).

- **Agua**

Humedades más bajas, es decir, entre 50 y 70%, tienen un impacto significativo. (Biblioteca de la Agricultura, 2010).

### **2.2.5. La incorporación de abonos orgánicos**

Cóndor (1999), destaca la importancia de los fertilizantes orgánicos como método para mantener la vida del suelo, ya que se incorporan fácilmente al suelo y ofrecen alimento para todos los organismos que habitan en el suelo. Esta estrategia comprobada ha sido utilizada por sociedades de todo el mundo para neutralizar de manera efectiva los recursos biológicos durante siglos.

Núñez (1993), cuando se habla de alimentar a las comunidades biológicas del suelo, la aplicación y el reciclaje de materia orgánica son términos clave, es decir, necesitamos cambiar el concepto de fertilizar y alimentar las plantas y fertilizar el suelo para proporcionar alimentos, restableciendo así el ciclo natural de los elementos naturales de la fertilidad (N, P, K, C, etc.).

Azabache (2003), llama la atención sobre el hecho de que los estiércoles son los productos de desecho de la digestión animal. Los beneficios más importantes de los fertilizantes son el suministro de nutrientes, una mayor retención de agua y una mejor actividad biológica del suelo.

#### **2.2.5.1. Propiedades de los abonos orgánicos**

INFOAGRO (2005), menciona que las siguientes son algunas de las características más universales de los fertilizantes orgánicos:

Aumenta la integridad estructural del suelo, lo cual es especialmente importante para los suelos agrícolas, hace que el suelo sea menos denso a primera vista, lo que aumenta su porosidad y permeabilidad y, por lo tanto, su capacidad para retener agua. Busque un suelo que tenga un excelente drenaje y retención de agua.

Es un medio de suministro y almacenamiento de nutrientes para las plantas, con características químicas mejoradas, mayor contenido de macro y microelementos y mayor capacidad de intercambio catiónico.

Entre las propiedades químicas tenemos:

- El nitrógeno, el potasio, el fósforo, el hierro y el azufre se vuelven más accesibles.
- Mejora la productividad de fertilizantes, especialmente nitrógeno.
- Amortigua las reacciones del suelo, previniendo cambios extremos.
- Sus propiedades de absorción inutilizan las trazas de plaguicidas.
- Previene la proliferación de bacterias y hongos dañinos para las plantas.

Entre las propiedades físicas tenemos:

- Añade flexibilidad a los suelos densos y une los materiales granulares a los sueltos.

- Reduce la erosión del suelo.
- Aumenta la porosidad, lo que aumenta la permeabilidad y el flujo de aire.
- Mejora la capacidad de retener la humedad.
- Produce un suelo negro que absorbe y almacena mejor el calor.

En lo que se refiere a la biología tenemos:

- Los microorganismos se benefician del compost porque les proporciona un suministro de alimentos.
- La flora microbiana prospera y se diversifica en circunstancias ideales de aireación, permeabilidad, pH, etc.
- El compostaje tiene otros beneficios para nosotros además de enriquecer nuestro suelo.
- Aumenta el ritmo al que germinan las semillas y crecen las plantas jóvenes.
- Mejora el aspecto de plantas, árboles y arbustos.
- Minimiza el riesgo de infección y otras complicaciones después de un trasplante, y disminuye el impacto de traumatismos o temperaturas y humedad extremas.
- Ayuda al mantenimiento y crecimiento de la microflora y la fauna del suelo.
- Fomenta el crecimiento de hongos pequeños que trabajan en armonía con las raíces de las plantas.
- Debido a su nivel de pH, puede usarse de manera segura alrededor de plantas sensibles.
- Es un antibiótico y hace que las plantas sean más resistentes a enfermedades y plagas.
- Permite que la planta absorba más de los nutrientes que necesita.
- Transporta nutrientes del suelo como hormonas, vitaminas, proteínas y componentes humificantes hasta la planta.

- Aumenta la superficie activa del suelo mientras reduce el desgaste; agrega y libera lentamente nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro; interviene en la fertilidad física del suelo.

Barrios (2004), señala que las diferentes especies, dietas, métodos de gestión, medidas de conservación y niveles de descomposición tienen un papel en la composición del estiércol.

#### **2.2.5.2. Usos de los abonos orgánicos en la agricultura**

Morales (2002) explica que las plantas obtienen todo lo que necesitan para un crecimiento y desarrollo saludable del suelo por sí solo cuando se mantiene ecológicamente. El propósito de combinar estos componentes físicos y biológicos es mejorar el microbioma biológico del suelo. La estructura del suelo, la fertilidad y la eficiencia de los nutrientes pueden mejorarse agregando guano y compost, y los biocatalizadores pueden aumentar la durabilidad. Cuando se identifican ciertos déficits, hay fertilizantes orgánicos especializados disponibles que pueden mezclarse para producir el impacto deseado.

Núñez (1993) señala que una buena nutrición para las comunidades biológicas del suelo es a lo que nos referimos cuando hablamos de aplicar o reciclar materia orgánica en el suelo, es decir, necesitamos un cambio de paradigma en cómo pensamos sobre fertilizar y alimentar las plantas y fertilizar el suelo para producir alimentos, restableciendo así el ciclo de los componentes naturales de la fertilidad. (N, P, K, C, etc.).

Morales (2002), sugiere que el entorno degradante puede optimizarse ajustando la temperatura y la humedad entre 30 y 55 grados centígrados y entre 40 y 60 por ciento de humedad.

Morales (2002) menciona que se está utilizando estiércol, restos de cereales, compostaje de frijol y hojas. Esta es una técnica estándar en la

jardinería orgánica, donde los fertilizantes sintéticos están prohibidos. Para practicar la agricultura ecológica, es necesario reponer el suelo con estos materiales orgánicos de forma regular.

Cony (2003) hace referencia a buenas prácticas agronómicas para agregar materia orgánica a las tierras agrícolas y se recomienda cierto grado de descomposición y estabilización.

Alaluna (2002) explica cómo se puede lograr la fertilización orgánica básica utilizando de 5 a 10 toneladas de estiércol por hectárea al año, pero señala que esta cantidad rara vez se alcanza en la realidad y, por lo tanto, solo aplica su recomendación una vez cada 3 a 5 años.

Agriologica (2004), Esto significa que cultivos como piña, árboles frutales, hierbas perennes, cardo, apio, calabaza, repollo, maíz, papas, puerros y tomates prosperarán en un ambiente con alta actividad biológica y un equilibrio mineral saludable.

## **2.3. Bases Conceptuales**

### **2.3.1. Los abonos orgánicos**

Morales (2002), sugiere que los microorganismos han transformado y oxidado componentes vegetales y animales del suelo para generar materia orgánica.

Coraminas & Pérez (1994), explica que existen fertilizantes naturales, enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos y más nombres para los fertilizantes orgánicos, el estiércol, los abonos verdes, el humus de lombriz, el compost y los biofertilizantes son solo algunos ejemplos de estas fuentes, y su composición química varía según el método de producción y los insumos empleados.

Morales (2002), la adición de materia orgánica al suelo mejorará su estructura y aumentará su capacidad de intercambio catiónico (C.I.C). La mineralización proporciona un suministro continuo, aunque limitado, de N, P y S al cultivo sin causar pérdidas por lixiviación, mejora la infiltración y la retención de agua, por lo que es una herramienta útil en la gestión del agua.

Beltrán (1993), los nutrientes de los residuos orgánicos y el humus que se desprende de su descomposición hacen del compostaje orgánico un alimento para las plantas y un complemento para el suelo. Nunca pierda de vista el hecho de que la materia orgánica es el único método práctico para mantener y mejorar la estructura del suelo en la agricultura. La necesidad de nitrógeno de los cultivos aumenta a medida que los fertilizantes orgánicos se descomponen en el suelo, creando una deficiencia de nitrógeno.

Del Pilar (2007) pide una menor dependencia de los productos químicos sintéticos en la producción de alimentos, lo que requiere el desarrollo de alternativas viables. Esta forma de fertilizante está ganando popularidad para su uso en cultivos intensivos debido a su protagonismo en la agricultura ecológica. No se puede subestimar la importancia de fertilizantes como estos para mejorar las cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Morales (2002), afirma que las plantas obtienen todo lo que necesitan para crecer de la tierra misma, siempre que se gestione de manera ecológica. El objetivo es mejorar la microflora biológica del suelo mediante la introducción de nuevos elementos físicos y vivos. Las mejoras en la fertilidad dentro suelo y la eficiencia de los nutrientes pueden verse como resultado de la creciente popularidad del uso de catalizadores biológicos, así como de la adición de guanos y compost. Hay fertilizantes orgánicos especializados disponibles en el mercado que se pueden mezclar de manera efectiva para remediar las deficiencias.

Núñez (1993), argumenta que las adiciones de materia orgánica son beneficiosas ya que aumentan el sustento de la vida del suelo, los ciclos de los

elementos naturales pueden restaurarse si cambiamos nuestro enfoque de alimentar las plantas directamente a nutrir el suelo en el que crecen con nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, etc.).

Cervantes (2002), explica que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mejoran con la adición de fertilizantes orgánicos debido a un aumento en la capacidad del suelo para absorber varios nutrientes.

Flores (2004), señala que este es el término genérico para las muchas formas de excrementos de plantas y animales que, A medida que se descomponen, reponen el suelo con nutrientes vitales para la salud de las plantas. Ejemplos de residuos sólidos incluyen estiércol, compost y vermicompost, mientras que ejemplos de residuos líquidos son biol y lodos.

Guerrero (1993), destaca el hecho de que los desechos vegetales y animales son las principales fuentes de desechos orgánicos en el suelo.

Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente - Programa - Huánuco. (s/f) Según los estudios, existen cuatro tipos principales de fertilizantes orgánicos:

- Abonos orgánicos sólidos: Humus de lombriz, Estiércol, Compost.
- Abonos orgánicos líquidos: Purín y Biól.

### **2.3.2. Biochar**

El biocarbón, o carbón estable extremadamente poroso, se crea mediante la descomposición térmica de materiales orgánicos a una temperatura moderada (700 °C) y bajo suministro de oxígeno (O<sub>2</sub>). La labranza es el método principal para mejorar su productividad y secuestrar carbono en el suelo (Lehmann & Joseph, 2009).

El biocarbón es una sustancia carbonizada producida por un pirólisis sostenida de biomasa con alto contenido de carbono en ausencia o presencia de oxígeno.



Hacer biocarbón es bastante similar a hacer carbón vegetal, un proceso que existe desde tiempos prehistóricos. La razón para hacer carbón y biocarbón es la distinción principal entre los dos.

El carbón vegetal que se ha utilizado para modificar el suelo, secuestrar carbono y/o aumentar la retención de agua se conoce como biocarbón. No es lo mismo biocarbón que productos con cualidades comparables que se utilizan para generar electricidad, en operaciones de filtración o como agentes reductores en la industria metalúrgica. (Lehmann & Joseph 2009).

La clasificación y la nomenclatura del biocarbón a menudo se basan en su método de fabricación y uso final. Por el contrario, el biocarbón es completamente distinto de los combustibles fósiles y el carbón geogénico en el sentido de que solo se puede producir a partir de biomasa vegetal (Shenbagavalli & Mahimairaja, 2012).

#### **a) Producción de biochar**

El pirólisis se puede utilizar para crear biocarbón, gas de síntesis y bioaceite a partir de una variedad de materiales básicos, incluida la biomasa residual y los desechos orgánicos. (Kwapinski et al., 2010).

Hay tres métodos principales para convertir la biomasa: (1) a través de la actividad microbiana y la conversión bioquímica (síntesis de etanol por fermentación alcohólica y generación de metano por digestión anaerobia), (2) el uso del calor para efectuar una transformación química (quema cuando hay mucho oxígeno en el aire, gasificación cuando no lo hay y pirólisis cuando no hay nada) y (3) utilizando una combinación de procesos mecánicos y químicos (la industria de extracción y prensado de aceite vegetal).

#### **b) Pirolisis**

Los materiales orgánicos se pueden pirolizar para crear un sólido rico en carbono y materia volátil mediante la aplicación de calor en presencia de una baja concentración de oxígeno o en ausencia total de oxígeno (Demirbas & Arin, citados por Brownsort, 2009).

### **c) Composición del biochar**

La composición química del biocarbón varía según el material de origen que se utilizó para crearlo. Sin embargo, todavía contiene la mayoría de los macro y micronutrientes que estaban presentes en el material de origen. El oxígeno (O), el hidrógeno (H) y el azufre (S) también están presentes en concentraciones variables, Sustancias orgánicas, cationes básicos y metales. Es posible que se produzcan algunas impurezas durante la fabricación, por lo que las condiciones de pirólisis también afectarán a la composición final, por ejemplo, cualquier sustancia a base de carbono puede dar lugar a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Dado que el nitrógeno es el macronutriente más afectado por las altas temperaturas, se prevé que su cantidad sea baja en el biocarbón producido en tales condiciones. (Tyron, citado por Shenbagavalli & Mahimairaja, 2012).

### **d) Propiedades**

Debido a que hay tantas variables en la fabricación de biocarbón, sus características pueden variar ampliamente, las cualidades del biocarbón se ven significativamente afectadas por una serie de factores, incluidos, entre otros, el tipo de biomasa, el tamaño de las partículas, la temperatura, la velocidad, la duración del calentamiento y la técnica térmica utilizada. (Barrow, 2012).

## **2.3.3. Propiedades físicas y químicas del biochar**

### **a) PH de la solución de biochar**

Debido a que el pH tiene un efecto tan profundo en los resultados de la interacción suelo-biocarbón-planta, debe tenerse en cuenta en cada etapa de la producción. Sin embargo, el valor de pH final variará según la materia prima de partida y las circunstancias operativas (Lehmann, citado por McElligot et al. 2011).

Existen varios métodos para determinar el pH de las soluciones de biocarbón, una muestra fresca puede no ser representativa de los efectos a largo plazo del biocarbón en el pH del suelo, particularmente cuando el pH de la

muestra cae porque el biocarbón se ha equilibrado con el dióxido de carbono ambiental, cambiando numerosos hidróxidos alcalinos en carbonatos equivalentes. (McLaughlin et al., 2009).

Por otro lado, McLaughlin (2010) señala que el método que distingue el biocarbón de alta calidad del biocarbón de baja calidad al calentar la solución de biocarbón para promover la migración del vapor de agua hacia los poros. Además de proporcionar un desglose aproximado de los componentes del biochar. La posibilidad de lograr un equilibrio saludable en los niveles de humedad del suelo también puede comprenderse mejor utilizando este método.

#### **b) Capacidad de intercambio catiónico**

Dado que la adsorción y desorción de nutrientes y, por lo tanto, la disponibilidad de nutrientes en el suelo está determinada por la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo. Los grupos funcionales oxidados (grupos carboxilo) en la superficie del biocarbón pueden explicar su alta CIC después de la descomposición microbiana. Los indicadores de la existencia de estas comunidades incluyen una alta relación O/C. En particular, el biochar recién formado tiene una CIC baja porque tiene poca capacidad para retener cationes (Cheng et al., 2006 & Lehmann, 2007).

#### **c) Conductividad eléctrica o sólidos totales disueltos**

La conductividad eléctrica del biocarbón se puede utilizar para estimar la cantidad total de sales disueltas, como fertilizantes y sales neutras. Aunque no siempre es un problema, demasiada sal puede matar a la mayoría de las plantas. Los sólidos disueltos totales se pueden aumentar agregando biochar con una alta concentración de cenizas, ya que es la forma en que se cuantifican las sales solubles.

### **2.3.4. Compost**

Para acelerar la descomposición de los desechos orgánicos, los microbios en los procesos de compostaje alteran la estructura molecular de los desechos. La madurez puede estar determinada por la biotransformación (la

degradación de una sustancia orgánica en otra sustancia química comparable) o la mineralización (la descomposición total de un compuesto orgánico), implica la transformación de materia orgánica en dióxido de carbono e inorgánicos inertes, o la absorción de microbios del suelo y elementos minerales en la estructura celular de la planta. (Puerta, 2004).

Según Moreno, (2008), Los microorganismos, incluidas las bacterias, los hongos y los actinomicetos, son esenciales en el compostaje porque, cuando se exponen al oxígeno, convierten los desechos orgánicos en gas, agua y calor. La especie dominante de microbios se ve afectada por factores dietéticos y ambientales, cuyas fluctuaciones están influenciadas por los propios microbios. Los desechos orgánicos y los microbios tienen una relación matizada a lo largo del proceso de compostaje.

#### **a) Tipos de compost**

La mayoría de la gente está de acuerdo en que el compost se puede dividir en varias categorías según los ingredientes con los que se hizo originalmente. Es importante recordar que a medida que crece nuestra comprensión del compost, las categorías que usamos para clasificarlo pueden cambiar para incluir nueva información sobre factores como la calidad del producto, la sofisticación del proceso de compostaje, etc.

A continuación, se muestra un desglose de las muchas variedades de compost en función de los componentes de los que están hechos (Alarcón, 2004):

- Compost de broza y maleza.
- Compost de material vegetal con estiércol.
- Compost de maleza.
- Compost activado con levadura de cerveza
- Compost de lodos de depuradora de residuos vegetales, incluidas plantas muertas, podas, aserrín, cenizas y cortezas

- Compost de contenido orgánico de la basura municipal
- Compost del material orgánico que se encuentra en la basura, a menudo compuesto de plantas muertas
- Compostaje de subproductos de digestión anaeróbica de RM
- Compost proporción de residuos de la producción de alimentos que son orgánicos

#### **b) Sistemas de compostaje**

Entre los distintos sistemas se tiene:

**Sistema de pilas o camellones:** Hay un requisito mínimo de tamaño y forma para una pila de compost antes de que pueda llamarse compost. Dependiendo del tipo de aireación utilizada. Cuando se reconstruyen las pilas, este sistema se considera móvil; de lo contrario, se considera estático y requiere aireación forzada.

**Sistema en Reactores:** Para el tratamiento de residuos orgánicos se utilizan instalaciones estáticas o móviles denominadas Reactores. Los reactores, en su forma más básica, son estructuras metálicas: un cilindro o una caja en la que las condiciones ambientales específicas (como la humedad y la circulación del aire) se mantienen en niveles generalmente constantes.

**Sistema de pozas:** Según Chilón (2010), El compostaje es un proceso de fabricación en el que los materiales y procesos utilizados están definidos por las características específicas del ecosistema en el que se producirá el compost. El compostaje se puede realizar en cualquier entorno, sin embargo, en regiones semiáridas, se recomienda hacerlo en estanques o en relieves bajos para minimizar la pérdida de humedad por evapotranspiración y facilitar el volteo.

En la República Dominicana, gran parte de las granjas orgánicas emplean la técnica de descomposición en pozos para crear compost, que se usa ampliamente como aditivo para el suelo. (Corona, 2007).

Independientemente de dónde se utilicen los productos compostados, las principales necesidades deben orientarse hacia: suelo que es estéticamente agradable, libre de olores, limpio, libre de contaminantes nocivos, rico en elementos beneficiosos y caracterizado por una cierta uniformidad (Alarcón, 2004).

### **c) Beneficios del compost**

El compost es un tipo de gestión ambiental que ayuda a los suelos a adaptarse a los patrones climáticos cambiantes al mejorar sus cualidades hidrofísicas. Algunas de las ventajas físicas más obvias incluyen:

Impacto en la densidad del suelo. Uno de los métodos más efectivos para manejar la compactación del suelo y la erosión hídrica es la aplicación de compost a la superficie o perfil del suelo (Moreno, 2008).

Efectos sobre la cohesión de las partículas del suelo. La forma en que se integran los minerales y la rapidez con que se disuelven deciden cuánto durarán los agregados, los cuales se ven afectados por el lugar en el perfil del suelo donde se ubican los agregados. Productos de descomposición y sus efectos en la estabilidad de la porosidad del suelo, Kay y Angers, (2002). Indican que la adición de compost provoca un cambio general en la concentración de materia orgánica, polisacáridos y lípidos del suelo, todos los cuales son compuestos inestables y solo momentáneamente activos.

Efecto sobre la capacidad del suelo para retener y absorber la humedad. La capacidad del suelo para retener agua y el nivel de saturación de su almacenamiento de agua se mejoran con el compostaje. Que el compost produzca una estructura con una distribución regular de poros entre microporosidad y microporosidad cuando se combina con tierra en el campo o en el laboratorio proporciona un apoyo concreto para estas afirmaciones (Kay & Angers, 2002).

### 2.3.5. Humus de lombriz

Para INIA (2008), El humus de lombriz, a menudo conocido como heces de lombriz, es un tipo de excremento de lombriz que se usa para convertir en abono los desechos orgánicos y las heces que quedan después de la digestión de las lombrices. La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) Se propaga por todo el país porque le va muy bien en nuestro entorno. Por su alta concentración bacteriana, el humus es el abono orgánico más eficaz para potenciar las cualidades biológicas del suelo. Contiene 2 mil millones de bacterias por gramo.

Cada año se deben esparcir al menos 3t de humus por hectárea. Está permitido su uso en la fertilización integrada orgánico-mineral en cultivos altamente rentables, en particular hortaliza. El humus debe colocarse en crestas o bandas entre las plantas para una aplicación más eficiente.

Los componentes orgánicos que forman el humus de lombriz tienen moléculas grandes y son producto de un proceso de reciclaje que da lugar a cadenas tanto cíclicas como alifáticas (estiércol, hojas, residuos de la industria agropecuaria etc.) por las lombrices vertidas al ambiente circulante a través de su sistema digestivo. Eso es porque son solo productos de desecho sólidos de los gusanos al descomponer el material orgánico (Alvarez, 2010).

#### a) **Propiedades del humus**

La abundancia de microorganismos benéficos que florecen en el entorno de este fertilizante lo convierte en una enmienda excepcional para el suelo, aumenta el potencial de crecimiento de las plantas, así como su capacidad biológica.

Dado que todos los nutrientes esenciales del suelo están incluidos en su composición, puede usarse para reparar el daño causado por los contaminantes químicos: Altos niveles de materia orgánica que enriquecen el suelo y favorecen el movimiento del agua y el aire; cantidades suficientes de nitrógeno,

fósforo, manganeso carbono, hierro, potasio, calcio, zinc, magnesio, sodio, cobre, etc. cantidades adecuadas de estos elementos para asegurar el correcto crecimiento de las plantas, los suelos ricos en humus son más resistentes a la sequía y tienen una mayor capacidad para absorber nutrientes rápidamente. (Bonilla, 2011).

Cuando se administra directamente a la raíz, previene por completo el estrés del trasplante y promueve la germinación. El humus de lombriz es beneficioso porque ayuda a evitar la clorosis férrica, reduce la necesidad de maquinaria pesada en el campo, incrementa la resistencia de la planta al frío y favorece el crecimiento de micorrizas. Contiene químicos fitoreguladores, que estimulan el sistema inmunológico de las plantas y reducen las poblaciones de insectos. La combinación de las cualidades mencionadas anteriormente hace que su uso potencie el potencial productivo de la tierra y mejore su estructura y equilibrio general. (Domínguez, 2010).

Debido a que el humus promueve el aumento de micorrizas, las raíces de las plantas pueden desarrollarse y madurar más rápidamente a través de una serie de procesos fisiológicos de frotamiento y maduración. Aproximadamente 3000 especies de lombrices de agua dulce dependen de las hormonas (fitohormonas) contenidas en el humus para promover el crecimiento, la floración y la fructificación de las plantas, el mejor tipo es el californiano por el efecto antibiótico que tiene en las plantas, aumentando su resistencia a plagas y enfermedades y su resistencia al frío. (*Eisenia Foefida*) es el más flexible y no tiene problemas con el territorio. (Infoagro, 2012).

#### **b) Características del humus**

Es la materia orgánica químicamente estabilizada que ha sido reducida a su etapa final de descomposición por microorganismos; como resultado, regula la dinámica de nutrientes del suelo e incrementa las cualidades físicas y químicas del suelo. (Iniap, Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador, 2013).



### **2.3.5.1. Ph del suelo**

Debido a que a menudo se relaciona con otras cualidades, como el grado de saturación de bases, el pH del suelo generalmente se considera una cualidad muy significativa. Las concentraciones de iones de hidronio ( $H_3O^+$ ) e iones de hidroxilo ( $OH^-$ ) se pueden utilizar como indicador de la acidez y la alcalinidad, respectivamente. La relación es ácida si hay más iones  $H^+$  que iones  $OH^-$ , mientras que la relación es alcalina si predominan los iones  $OH^-$ . Cuando la concentración de iones  $H^+$  es equivalente a la de iones  $OH^-$ , la conexión no se ve afectada. - (Enríquez & Cabalceta, 1999).

Un suelo con un pH entre 5,5 y 6,5 es ideal para la agricultura, mientras que un suelo con un pH entre 3 y 8 es apto para bosques; algunas plantas, como los cítricos, no pueden tolerar un ambiente de salinidad con un pH superior a 8, pero las palmeras como los cocos sí (Walter & Thompson, 2002).

### **2.3.5.2. Materia orgánica de los suelos (M.O)**

De acuerdo con la recomendación de la Soil Science of América, la materia orgánica la define como: "El componente orgánico del suelo consiste en materia vegetal y animal muerta en diferentes etapas de descomposición, así como las células, tejidos y sustancias químicas de los organismos del suelo" (Fasbender et al., 1987).

La materia orgánica para el suelo es esencial porque ayuda en la formación de unidades estructurales (agregados del suelo) al unir partículas más finas del suelo, aumenta la aireación y la infiltración del suelo y disminuye la acidez del suelo (que son productos de descomposición de la materia orgánica del suelo, fósforo y otros suelos. Así como los nutrientes para que las plantas puedan absorberlos y utilizarlos (FAO, 1986).

### **2.3.5.3. Nitrógeno disponible en el suelo**

Las plantas como las papas, los plátanos, la caña de azúcar y ciertas verduras tienen una demanda significativa de nitrógeno. La disponibilidad de

nitrógeno en el suelo se ve afectada negativamente por la cantidad de materia orgánica presente. Cuando los suelos están degradados debido a un manejo inadecuado y tienen una escasez de materia orgánica, se crean condiciones desfavorables que dificultan el proceso de mineralización, lo que aumenta la probabilidad de deficiencias nutricionales. Los agricultores reconocen que la quema de los residuos de cultivos agrava aún más los niveles ya bajos de materia orgánica en los suelos de las laderas, y esto es a lo que se refieren cuando describen el suelo como desgastado o fatigado. (INTA/ FAO, 2001).

#### **2.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas**

Las bases epistemológicas, filosóficas y antropológicas son fundamentos teóricos que sustentan una disciplina o campo de estudio. Estas bases proporcionan los principios y enfoques filosóficos sobre los cuales se construye el conocimiento y se realizan investigaciones dentro de un área específica.

Sir Humphrey (1778-1829), siguiendo los postulados de Albrecht D. Thaer (1752-1828) sobre la importancia de la materia orgánica, al que creía la única fuente de nutrición para las plantas (Teoría del humus), considera al suelo como el resultado de dos procesos superpuestos: “la alteración de las rocas y la descomposición de la materia orgánica”. Shaler (1890) reafirma este criterio: la sola alteración de la roca no es suficiente para generar suelos y añade que los seres vivos participan activamente en su formación.

##### **1. Filosofía en abonos orgánicos**

El uso de abonos orgánicos se basa en la idea de aprovechar los recursos naturales y promover prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, respeto por la naturaleza, se valora la interconexión y la interdependencia de los ecosistemas naturales. Se busca trabajar en armonía con la naturaleza y utilizar métodos que promuevan la salud del suelo, la

biodiversidad y la sostenibilidad a largo plazo, también se reconoce el valor de los ciclos naturales de nutrientes y se busca imitarlos en la producción de alimentos y el cuidado de los suelos. Se promueve el reciclaje de residuos orgánicos y su transformación en nutrientes beneficiosos para las plantas.

## **2. Conocimiento del ambiente por aplicación operativa o práctica.**

El conocimiento de la ciencia del suelo se ha desarrollado bastante y ha despertado el interés de muchos estudiosos y científicos. La dimensión ambiental incluye el estudio del recurso suelo, el cual está relacionado con otras disciplinas. A partir del conocimiento de un perfil de suelo, un edafólogo experimentado ve, describe e infiere acerca de las propiedades de un suelo y hace interpretaciones sobre otras propiedades, cualidades y potencial productivo.

La aplicación práctica del conocimiento científico de la ciencia del suelo permite a los profesionales y técnicos de la Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo, INIA y PNIA a desarrollar labores sobre este recurso usando el análisis holístico. Sumado a esto, los hombres que trabajan en el campo (técnicos) tienen conocimientos muy completos del ecosistema que les rodea y de las relaciones entre el ambiente y su propia cultura. Concretamente, los conocimientos científicos son abstractos, mientras que la práctica de dichos conocimientos es más completa

En el presente trabajo de investigación “Efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo y el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero – Huánuco – 2022” se sustenta en la filosofía positivista, porque se va manipular la variable independiente abonos orgánicos con diferentes niveles de abono en el cultivo de pimiento y se medirá su efecto en el suelo y la planta.

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. **Ámbito**

##### 3.1.1. **Ubicación del lugar donde se ejecutó el experimento**

El estudio se realizó en condiciones de invernadero, para lo cual se implementaron los tratamientos en condiciones de maceteros. Se utilizó a la planta indicadora al cultivo de pimiento, el lugar de trabajo fue en el invernadero de hidroponía del (CIFO - UNHEVAL) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, el cual se encuentra en el Distrito de Pillco Marca – Región - Huánuco (en la siguiente se muestra latitud y longitud).

##### 3.1.2. **Ubicación Política y Geográfica.**

###### **Ubicación política**

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Pillco Marca

###### **Posición Geográfica**

Latitud Sur	:	9° 57' 03"
Longitud Oeste	:	76° 14' 79"
Altitud	:	1947 msnm.

#### **Figura 1**

*Ubicación de la unidad de hidroponía*



### **3.2. Población**

En el experimento, la población fue de 36 plantas de pimiento instalados cada uno en un macetero bajo condiciones de invernadero, cada sustrato de cada macetero fue también una unidad experimental por lo cual se tuvo 36 suelos donde se hicieron los análisis de las características químicas del suelo.

### **3.3. Muestra**

En condiciones de invernadero, el número de la muestra fue igual a la población, es decir la totalidad de plantas (36 plantas) y suelos (36 macetas) fueron tomados para este estudio. El tipo de muestreo en este caso fue no probabilístico en la forma de muestreo intencional o por conveniencia porque toda la población fue seleccionada como parte de la muestra. En este caso, la unidad de análisis fue cada macetero con una planta de pimiento.

### **3.4. Nivel y tipo de estudio**

El nivel de investigación fue experimental, porque se manipulo la variable independiente tratamientos con métodos físicos – químicos y se midió su efecto sobre las variables dependientes características químicas del suelo, rendimiento del pimiento, características fenológicas del cultivo de pimiento en plantas de pimiento, asimismo se comparó con un testigo absoluto sin el agregado de ningún tratamiento.

El tipo de la investigación fue aplicada, porque se recurrió a los conocimientos pre constituidos a la ciencia del suelo y solucionar problemas de efectos de los tratamientos con abonos orgánicos sobre las características del suelo, rendimiento y características fisiológica del cultivo de pimiento. Además, también es de nivel **correlacional**, porque se buscó el grado de asociación que existe entre las variables medidas con los tratamientos.

#### **3.4.1. Tratamientos en Estudio**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones de tratamiento y un grupo de control para comparar los efectos de tres niveles de

abonos orgánico usando compost, Biochar y humus de lombriz en la producción de cultivos de pimiento y las características químicas del suelo (A, B, C, D). El criterio para el cálculo del nivel de uso de los abonos orgánicos fue en base a lo indicado por Major (2010) quien indicó que las cantidades de aplicación del biochar debe estar basado, por ahora, en resultados de otros experimentos, ya que los niveles óptimos están siendo investigados. Antón-Herrero et al (2021) También sugirieron usar biochar en combinación con aplicaciones al 5 % en suelos afectados por metales pesados para reducir aún más el Cd y el Pb en el agua intersticial que absorben las plantas.

Teniendo en cuenta que el cultivo de pimiento requiere 2,9 kg de N, 0,7 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 4,7 kg de K<sub>2</sub>O para producir 1 tonelada en una hectárea de suelo. Para este estudio nos propusimos obtener 60 toneladas por hectárea, que es la capacidad máxima de rendimiento de este cultivo. Con lo cual se requieren de 174 kg de N, 42 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 282 kg de K<sub>2</sub>O por ha de suelo en el contexto de este experimento.

Según los resultados del análisis de suelo a ser usado como sustrato, indica que existe 32,16 kg de Nitrógeno disponible, 32,65 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> disponible y 235,44 kg de K<sub>2</sub>O como riqueza del suelo.

Por lo tanto, la dosis de fertilización para este experimento sería la diferencia entre la riqueza del suelo y el requerimiento del cultivo de pimiento para obtener 60 tn/ha. Lo cual queda de la siguiente manera: N: 142 kg/ha; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 10 kg/ha; K<sub>2</sub>O: 47 kg/ha.

En base a la dosis obtenida y las riquezas de cada abono, se obtuvo las cantidades de abono a ser utilizado, tal como se indica en la siguiente tabla. Vale aclarar que en base al requerimiento del cultivo también se determinó una dosis alta (para obtener 70 t/ha de rendimiento), con lo cual se varió los tratamientos en estudio, quedando de la siguiente manera. Vale aclarar que la dosis baja se calcula en función al rendimiento objetivo de 40 t/ha.

**Tabla 3**  
Tratamientos y niveles en estudio

Tratamientos/niveles		Abonos orgánicos	Cantidad por ha (2680 t de suelo)	Cantidad por macetero (5kg de suelo)
T0	CDC	Testigo	--	--
C1	Media	Compost	8161 kg	15,23 gr
C2	Alta	(1,74%N – 0,95%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> –	9522 kg	17,76 gr
C3	Baja	1,19%K <sub>2</sub> O)	5440 Kg	10,15 gr
T0	CDC	Testigo	--	--
H1	Media	Humus de lombriz	12 137 kg	22,64 gr
H2	Alta	(1,17%N -	14 160 kg	26,41 gr
H3	Baja	1,89%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,1,19%K <sub>2</sub> O)	8 091 kg	15,10 gr
T0	CDC	Testigo	--	--
B1	Media	Biochar	11 545 kg	21,53 gr
B2	Alta	(1,23%N -0,82%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -	13 469 kg	25,13 gr
B3	Baja	5,32%K <sub>2</sub> O)	7 697 Kg	14,36 gr

Nota: CDC=Condiciones de campo; C=Compost; H=Humus; B=Biochart

Periodo días	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	kg/ha/día					kg/ha/periodo				
0-35	0,05	0,009	0,10	0,06	0,025	2	0	3	2	1
35-55	0,35	0,07	0,80	0,35	0,17	7	1	16	7	3
55-70	1,20	0,23	2,25	0,98	0,45	18	3	34	15	7
70-85	1,30	0,23	2,60	0,98	0,41	20	3	39	15	6
85-100	2,60	0,78	4,82	2,80	1,41	39	12	72	42	21
100-120	2,75	0,57	5,50	1,12	1,16	55	11	110	22	23
120-140	3,75	1,08	4,82	1,40	1,00	75	22	96	28	20
140-165	3,15	0,78	4,80	1,68	1,19	79	19	120	42	30
<b>Total/100 t</b>						<b>294</b>	<b>73</b>	<b>491</b>	<b>173</b>	<b>111</b>
<b>Total/ton</b>						<b>2,9</b>	<b>0,7</b>	<b>4,9</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>
						<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Total/100 t</b>						<b>294</b>	<b>32</b>	<b>407</b>	<b>123</b>	<b>67</b>
<b>Total/ton</b>						<b>2,9</b>	<b>0,3</b>	<b>4,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,7</b>

**Figura 2**  
Requerimiento nutricional del cultivo de pimiento

Nota. Agromática, 2012.

### 3.5. Diseño de investigación

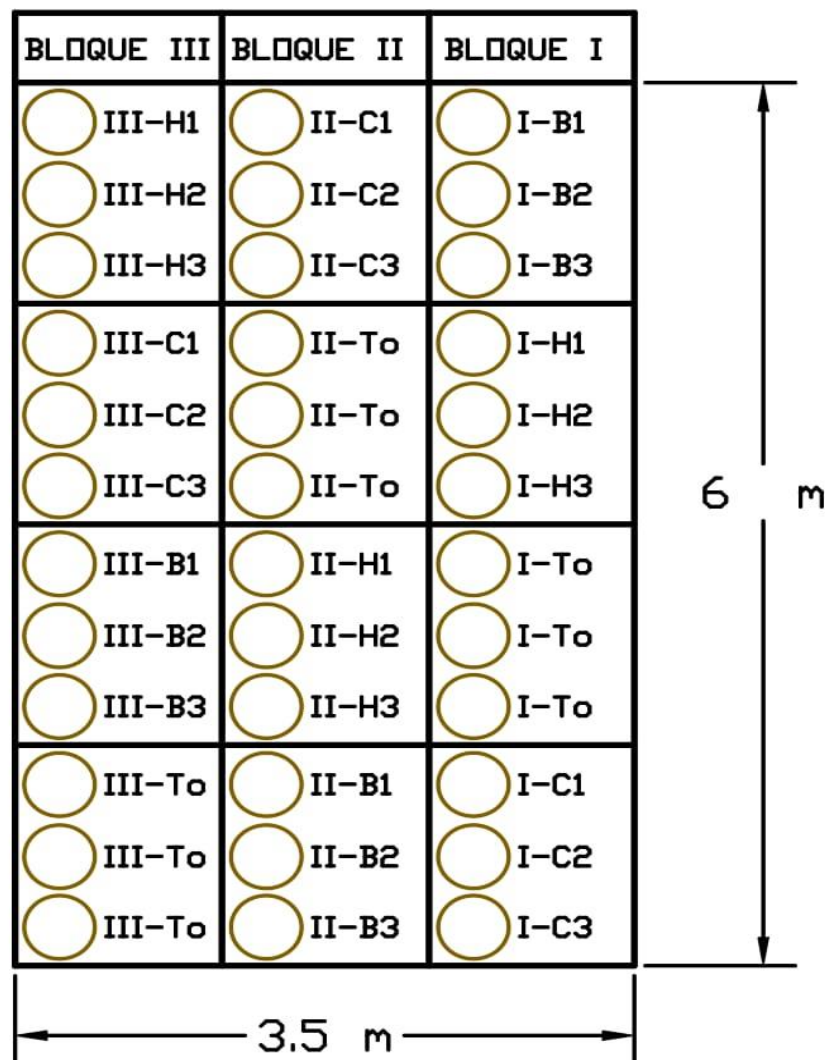
El tipo de diseño es Experimental, porque se midió el efecto de los abonos orgánicos y se comparó con un testigo. según un diseño de bloques al azar (DBCA) con 12 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 36 unidades experimentales.

### 3.5.1. Aleatorización y distribución de los tratamientos

Primero, se construyen las unidades experimentales (que van en tres bloques I,II,III); luego, se realiza un sorteo al azar dentro de cada bloque para asignar los tratamientos (1-12), con los respectivos códigos para cada tratamiento en el caso de biochar (B1,B2,B3), para el caso de compost (C1,C2,C3), para el caso del humus de lombriz (H1,H2,H3) en comparación con el testigo.

**Figura 3**

*Distribución de los Tratamientos y Unidades experimentales.*





### 3.5.2. Modelo Aditivo Lineal

Para un diseño de bloques totalmente aleatorio, obtenemos el siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

#### Dónde:

- $Y_{ij}$  = Valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento; j-ésimo bloque
- $i$  = 1, 2, 3, 4 Tratamientos/bloque.
- $t_i$  = Efecto del (i – ésimo) tratamiento.
- $E_{ij}$  = Error experimental de las observaciones ( $Y_{ij}$ ).
- $u$  = Efecto de la media general.
- $B_j$  = Efecto del (j – ésimo) bloque.
- $j$  = 1, 2, 3, 4 Repeticiones/experimento.
- $t$  = N° de tratamientos
- $B$  = N° de bloques

### 3.5.3. Esquema de Análisis de la varianza para el diseño (DBCA)

Para evaluar si existe o no efecto de los tratamientos, se usó el análisis de la varianza (ANOVA) a un nivel de significancia del 0.058. Para comparar las medias de los tratamientos se usó la Prueba de LSD, bajo un nivel de significancia de 0,05 y un margen de error de 0,01.

### 3.5.4. Datos a registrar.

Se registrarán los siguientes datos:

- Número de frutos por planta
- Peso de frutos por planta
- Materia orgánica en el suelo
- Nitrógeno en el suelo

- Potasio en el suelo
- pH del suelo
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC)
- Fosforo extractable
- Días de fructificación
- Días de la madurez fisiológica
- días de la floración

### 3.6. Métodos, técnicas e instrumentos

#### 3.6.1. Métodos

Para los análisis de suelo determinados en laboratorio se usaron métodos específicos para cada propiedad:

- a) **Materia orgánica:** Se utilizó el método de (Walkle & Black): Este método se basa en la oxidación de la materia orgánica presente en la muestra mediante un reactivo de dicromato de potasio en medio ácido.
- b) **Nitrógeno en el suelo:** Se utilizó el método de micro Kjeldahl es una técnica analítica utilizada para determinar el contenido de nitrógeno total en una muestra. Se basa en el método Kjeldahl clásico, pero se utiliza una cantidad menor de muestra y volúmenes de reactivos reducidos en comparación con el método tradicional.
- c) **Potasio en el suelo:** Se utilizó método de acetato de amonio 1N con pH 7.0 se utiliza para medir el contenido de potasio en una muestra.
- d) **pH en el suelo:** Se utilizó el método del potenciómetro con relación suelo-agua 1:1 se utiliza para medir el pH de una muestra de suelo.
- e) **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Se utilizó el método de acetato de amonio 1N con pH 7.0 se utiliza para determinar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de una muestra de suelo. La CIC es una medida de la capacidad del suelo para retener y liberar cationes como calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K)

- f) **Fosforo extractable:** Se utilizo el método de Olsen modificado utilizando un extracto de  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0.5M con un pH de 8.5 para medir el fósforo disponible en el suelo.

### 3.6.2. Técnicas e instrumentos

#### Técnicas

- A) **Técnicas bibliográficas:** Análisis del contenido. Es el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos leídos sobre el tema de investigación.

**Fichaje.** Esto nos ayudó a realizar un seguimiento de los detalles pertinentes sobre las lecturas que hemos hecho, así como a recopilar hechos y experiencias más sustanciales sobre los cuales elaborar el marco teórico de la investigación.

- B) **Técnicas de campo**

**La observación.** Nos permitió tener información sobre las variables de estudio, realizadas directamente en el cultivo de pimiento.

### 3.6.3. Instrumentos

- A) **Instrumentos de recolección de información**

**Fichas.** Su propósito es realizar un seguimiento de los resultados de los materiales de investigación. Se tiene:

- Localización o registro (fichas bibliográficas)
- Documentación para la investigación (fichas textuales y de transcripción).

**Base de datos:** Es un marco en el que se documentarán todos los detalles relevantes; la base de la información que se reunirá para ayudar en la resolución de problemas y el logro de los objetivos.

**Libreta de campo.** Se registro las observaciones realizadas sobre la variable dependiente como peso de fruto, numero de frutos por planta así como las actividades agronómicas y culturales realizadas durante el trabajo.

### 3.6.4. Materiales y equipos

**Tabla 4**

*Lista de materiales y equipos*

Materiales	Equipos	Materiales y equipos de Laboratorio
- Pico	- Cámara	- Pinza
- Pala	fotográfica	- Portaobjetos
- Cordel	- Balanza	- Gradilla/rejilla
- Macetero	- Computadora	- Probeta
- Yeso	- Regla graduada	- Placa de Petri
- Costales	- Etc.	- Agitador o mezclador
- Lapicero		- Tubo de ensayo
		- Pipeta
		- Matraz

## 3.7. Validación y confiabilidad del instrumento

### 3.7.1. Validación de los instrumentos

La obtención de los resultados se analizó usando la estadística, lo cual es un instrumento validado y confiable por parte del software Infostat.

### 3.7.2. Confiabilidad de los instrumentos

La estadística usada en este estudio fue paramétrica los cuales son fáciles de aplicar, son útiles para el nivel de significancia previamente especificado. Para la inferencia paramétrica solo se requiere como mínimo una escala de intervalo y los resultados son fáciles de interpretar.

### **3.8. Procedimiento**

#### **3.8.1. Acondicionamiento y limpieza del lugar donde se instaló la investigación**

Se acondicionó, se realizó la limpieza y nivelación del invernadero de hidroponía del CIIFO – UNHEVAL, para la instalación de la investigación para esto se utilizó un rastrillo y azadón para nivelar el suelo donde se colocó los maceteros.

#### **3.8.2. Trazado y medición del diseño experimental en el invernadero de Hidroponía.**

Se realizó la medición del área experimental con la utilización de un flexómetro para luego realizar el trazado con yeso para la colocación de los maceteros.

#### **3.8.3. Llenado de suelo en los maceteros para la siembra de las semillas de pimiento.**

Se realizó el traslado de suelo del CIIFO – UNHEVAL para llenar en los maceteros, se utilizó una cantidad de 5 kg de suelo por cada macetero.

#### **3.8.4. Pesado de los abonos orgánicos, biochar, compost y humus de lombriz**

Se realizó el pesado de los abonos orgánicos de biochar, humus y compost de lombriz con la utilización de una balanza electrónica este trabajo se realizó en los ambientes del laboratorio de suelos para luego aplicar al suelo en los maceteros correspondientes.

#### **3.8.5. Aplicación de los abonos orgánicos según la dosis indicado en los maceteros con suelo**

Después de realizar el pesado de los abonos orgánicos según la dosis indicado se hizo la distribución en los tres Bloques de estudios con 4 tratamientos y tres repeticiones cada tratamiento identificado con B1 – B2 –

B3 para el caso de biochar, C1 – C2 – C3 para el caso de compost, H1 – H2 – H3 para el caso de humus de lombriz, y T0 como testigo.

#### **3.8.5.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento**

Después de realizar la siembra se realizó el manejo del cultivo a los 20 días se realizó el deshierbo en los maceteros para garantizar el óptimo desarrollo fenológico del cultivo.

#### **3.8.5.2. Floración, producción en el cultivo de pimiento**

En el desarrollo del pimiento se le dio el manejo agronómico en todas las etapas durante la floración y producción del cultivo brindándole riego control de malezas y control fitosanitario.

#### **3.8.5.3. Cosecha**

Al finalizar el ciclo fenológico de 120 días, los frutos de pimiento fueron cosechados a mano de todo el tratamiento de la investigación con la identificación de cada tratamiento para luego ser pesados individualmente en una balanza analítica.

#### **3.8.5.4. Toma de muestra de suelo de los tres bloques de todos los tratamientos.**

Después de haber realizado la cosecha del pimiento se procedió a la toma de las muestras de todos los tratamientos y repeticiones del estudio realizado con la ayuda de una espátula se tomó las muestras de cada macetero se llenó en una bolsa transparente, se realizó el rotulado correspondiente de cada muestra para el traslado a la Universidad Nacional Agraria de la Selva al laboratorio de análisis de suelo para realizar el análisis.

### **3.8.5.5. Recepción y tamizado de muestras en el laboratorio de análisis de suelo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS)**

Luego de haber tomado las muestras del estudio se realizó el traslado a la Universidad Nacional Agraria de la Selva Donde El Ing. Nilton Gilmer Neyra encargado del laboratorio realizo la recepción de las muestras y la verificación de los códigos de cada tratamiento para luego agrupar en grupos de cada bloque y repetición, se tamizo cada muestra con un tamiz de 10mlt para pasar a realizar los análisis de cada elemento.

#### **a) Análisis de todas las muestras en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.**

Para los análisis de suelo determinados en laboratorio se usaron métodos específicos para cada propiedad:

**Materia orgánica:** Se utilizó el método de (Walkle & Black): Este método se basa en la oxidación de la materia orgánica presente en la muestra mediante un reactivo de dicromato de potasio en medio ácido.

**Nitrógeno en el suelo:** Se utilizó el método de micro Kjeldahl es una técnica analítica utilizada para determinar el contenido de nitrógeno total en una muestra. Se basa en el método Kjeldahl clásico, pero se utiliza una cantidad menor de muestra y volúmenes de reactivos reducidos en comparación con el método tradicional.

**Potasio en el suelo:** Se utilizo método de acetato de amonio 1N con pH 7.0 se utiliza para medir el contenido de potasio en una muestra.

**pH en el suelo:** Se utilizo el método del potenciómetro con relación suelo-agua 1:1 se utiliza para medir el pH de una muestra de suelo.

**Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Se utilizó el método de acetato de amonio 1N con pH 7.0 se utiliza para determinar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de una muestra de suelo. La CIC es una medida

de la capacidad del suelo para retener y liberar cationes como calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K)

**Fosforo extractable:** Se utilizo el método de Olsen modificado utilizando un extracto de  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0.5M con un pH de 8.5 para medir el fósforo disponible en el suelo.

### **3.9. Tabulación y Análisis de Datos**

#### **3.9.1. Tabulación**

Los datos recolectados se tabularon en Excel, para cada variable ordenadamente. Luego los datos se analizaron usando el software Infostat versión 2020.

#### **3.9.2. Análisis de datos**

Para el análisis estadístico se usó la estadística inferencial. Las diferencias observables entre los tratamientos de las variables en estudio se realizaron el análisis de varianza (ANOVA) para cada variable observada. Para comparar los tratamientos se usó el estadístico LSD al 0,05 de nivel de significación. Se usó el programa estadístico infostat versión 2020.

### **3.10. Consideraciones éticas**

Todo el proceso de investigación fue desarrollado con ética, cumpliendo la veracidad de la información levantada e informada. Además de que no hemos infringido la privacidad de nadie, ni tampoco hemos sacrificado seres vivos para cumplir nuestros objetivos.

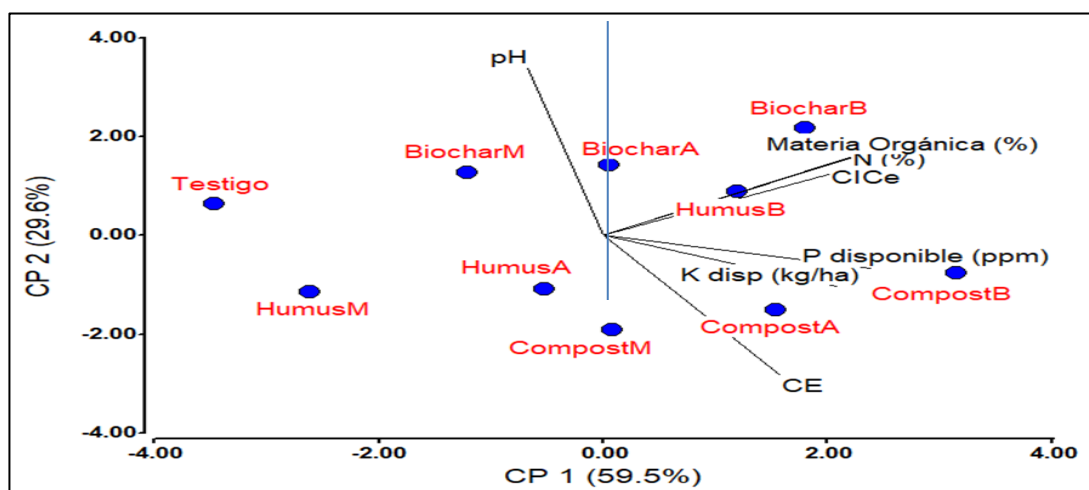


## IV. RESULTADOS

### 4.1. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz sobre algunas características químicas del suelo.

En el análisis de componentes principales muestra a los vectores como indicadores de las características químicas del suelo. Los círculos son los tratamientos: Testigo, Humus (nivel bajo), Biochar (nivel medio), humus (nivel alto), compost (nivel medio), Biochar (nivel alto), humus (nivel bajo), compost (nivel alto), biochar (nivel bajo), compost (nivel bajo). Para este análisis de componentes principales (PCA), los tratamientos sirvieron como base para agrupar las variables. Este análisis estadístico produjo el gráfico biplot con fines de visualización. El componente 1 (PC1) explica el 59,5% de la varianza, mientras que el componente 2 (PC2) explica el 29,6%; juntos, estos dos componentes representan el 89,1% de la información, como se ve en el plano CP1+CP2 de la Figura 4.

En la Figura 4, vemos que los parámetros ponderados positivamente N, MO, P disponible, K disponible, CE y CICE están separados en cuadrantes distintos por el componente principal 1 (PC1). En este eje (CP1) los tratamientos que tuvieron mayor asociación positiva con estas variables fueron Biochar (nivel bajo), Humus (nivel bajo), Compost (nivel bajo), Por otro lado, el pH estuvo ponderado de manera negativa en el CP1 y el tratamiento que mayor asociación tuvo con el pH fue Biochar Alto y Biochar Medio y P disponibles (ppm), K disponible (kg/ha) y CE, tiene mayor asociación con el Compost Alto y Compost Bajo. La materia orgánica (%), N (%) y CICE tiene mayor asociación con Biochar Bajo y Humus Bajo.



**Figura 4**

*Análisis de características químicas del suelo en el gráfico biplot*

**Tabla 5**

*Valores de vinculación de los componentes principales y las variables medidas del suelo.*

<b>Variabes</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>
N (%)	0,86	0,43
Materia Orgánica (%)	0,86	0,44
pH	-0,26	0,92
P disponible (ppm)	0,91	-0,18
K disp. (Kg/ha)	0,80	-0,28
CE	0,60	-0,76
CICe	0,88	0,38

Los coeficientes utilizados para ponderar las variables originales en CP1 y CP2 se pueden ver en los vectores propios correspondientes. El P disponible (en ppm) es la variable positiva más ponderada (0,91), estas variables son las que más distinguen a las variables del suelo observadas, recibiendo la variable pH la mayor ponderación negativa (-0,26). Se encontró que el pH (0,92) y la conductividad eléctrica (-0,76) generan una fluctuación significativa en el eje CP2, lo que destaca su importancia para ayudar a distinguir las diversas variables de medición.

Por otro lado, el análisis de varianza entre los tratamientos (Tabla 6) muestra los resultados obtenidos en el suelo. Para materia orgánica se vio diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el Biochar nivel Bajo (1,48%) y Humus nivel bajo (1,44%) los que mayor porcentaje de materia orgánica en el suelo presentaron, siendo diferentes al Testigo con 0,86% y Humus nivel medio 0,77% que tuvieron los más bajos contenidos de materia orgánica. Por otro lado, en el análisis de pH se vio que no existe diferencia significativa de los tratamientos con Biochar (nivel

Alto), Biochar (nivel Medio), Biochar (nivel Bajo) y Testigo con pH de 8,35; 8,35; 8,39 y 8,37 respectivamente, en comparación de los demás tratamientos, donde también se puede observar que todos los tratamientos presentan pH alcalinos.

En cuanto al contenido de nitrógeno (N), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos Compost (nivel Bajo), Humus (nivel Bajo), Biochar (nivel Alto) y Biochar (nivel Bajo), que presentaron porcentajes de 0.070%, 0.073%, 0.067% y 0.073% de Nitrógeno respectivamente. Sin embargo, se observó que los tratamientos Biochar nivel bajo y Humus nivel bajo mostraron los niveles más altos de contenido de nitrógeno en el suelo, lo cual también coincidió con la tendencia observada en la Materia Orgánica. Por otro lado, el tratamiento testigo y Humus nivel medio presentaron los niveles más bajos de contenido de N en el suelo. En relación al contenido de fósforo (P), los tratamientos Compost nivel bajo, humus nivel bajo y biochar nivel bajo exhibieron los niveles más altos, mientras que el tratamiento testigo y Humus nivel medio mostraron los niveles más bajos de contenido de P en el suelo. En cuanto al potasio (K), los tratamientos de los tres abonos orgánicos Compost nivel bajo, humus nivel bajo y biochar nivel bajo mostraron los valores más elevados, mientras que el tratamiento testigo y Humus nivel medio presentaron menores contenidos de K en el suelo. En términos de conductividad eléctrica (CE), se encontró que los tratamientos de los tres abonos orgánicos Compost nivel bajo, humus nivel bajo y biochar nivel bajo presentaron mayores contenidos de sales disueltas, mientras que el tratamiento testigo y Humus nivel medio tuvieron una menor cantidad de CE.

En relación a la capacidad de intercambio catiónico (CICe), se observó que los tratamientos de los tres abonos orgánicos Compost nivel bajo, humus nivel bajo y biochar nivel bajo mostraron una mayor cantidad de cationes intercambiables en el suelo, mientras que el tratamiento testigo y Humus nivel medio presentaron una menor cantidad de cationes intercambiables en el suelo.

**Tabla 6**

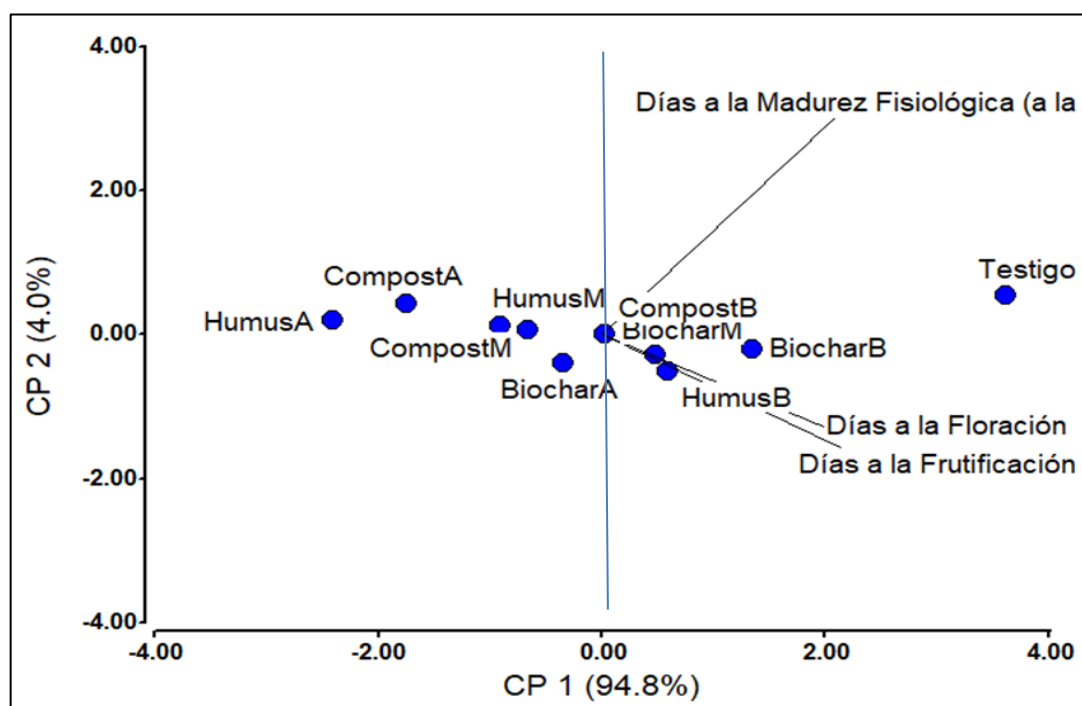
*Análisis de la varianza y Prueba LSD al 0.05 de nivel de significancia para las variables evaluadas en el suelo. Las diferentes letras distintas significativa entre tratamientos.*

Tratamientos	Materia Orgánica (%)	pH	N (%)	P disp. (ppm)	K disp. (kg/ha)	CICe (meq/100g)	CE (ds/cm2)
<b>Compost (Alto)</b>	1,26 b	8,13 bc	0,063 b	55,24 c	224,0 b	25,01 d	1,17 a
<b>Compost (Medio)</b>	1,13 c	8,06 c	0,057 b	47,14 d	130,3 d	23,65 e	1,14 a
<b>Compost (Bajo)</b>	1,35 b	8,17 bc	0,070 a	67,89 a	281,3 a	30,19 b	1,05 b
<b>Humus (Alto)</b>	1,04 d	8,13 bc	0,050 c	56,28 bc	104,6 f	24,02 de	0,77 c
<b>Humus (Medio)</b>	0,77 e	8,21 b	0,037 d	40,21 e	101,0 f	20,93 f	0,66 d
<b>Humus (Bajo)</b>	1,44 a	8,22 b	0,073 a	58,61 b	109,3 e	27,08 c	0,64 d
<b>Biochar (Alto)</b>	1,30 b	8,35 a	0,067 a	46,76 d	127,0 d	26,37 c	0,54 e
<b>Biochar (Medio)</b>	1,20 c	8,35 a	0,060 b	37,72 e	113,6 e	23,40 e	0,44 f
<b>Biochar (Bajo)</b>	1,48 a	8,39 a	0,073 a	54,89 c	150,6 c	32,87 a	0,62 de
<b>Testigo</b>	0,86 e	8,37 a	0,043 cd	28,49 f	78,3 g	19,66 g	0,35 g
p-valor (tratamientos)	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**	<0,01**
p-valor (repeticiones)	0,02**	0,07ns	0,01**	0,70ns	0,67ns	0,48ns	0,84ns
C.V.	6,06	0,90	8,14	3,85	3,09	2,79	6,04
DMS	0,12	0,12	0,0082	3,25	7,53	1,21	0,076

*Nota: CV=Coficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.*

#### 4.2. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en algunas características fisiológicas.

Los criterios de evaluación fueron todos los tratamientos, y las variables días de madurez fisiológica, días de floración y días de fructificación en el cultivo de pimiento (Figura 5). La figura 5 es un gráfico biplot derivado de este estudio estadístico. El componente 1 (PC1) explica el 95,8 % de la varianza mientras que el PC2 explica el 4,0 % de la varianza de los datos. Los dos primeros componentes (CP1 y CP2) representan el 99,8 % de los datos, por lo que al sumarlos se obtiene el plano (Figura 5). Los análisis muestran que los tratamientos con mayores retrasos entre la madurez fisiológica, la fructificación y la floración en comparación con el control (Figura 15) tienen una mayor asociatividad, medida por el componente principal 1 (CP1), que divide los parámetros en numerosos cuadrantes, Débil tanto en Biochar como en Humus. Días a la madures tiene mayor asociatividad con el testigo. En este eje (CP1) los tratamientos que tuvieron mayor asociación positiva fueron Biochar (nivel bajo), Humus (nivel bajo), Biochar (nivel medio), Compost (nivel Bajo).



**Figura 5**

*Análisis de algunas características fisiológicas en el grafico diplot.*

**Tabla 7**  
*Valores de correlación de los componentes principales y las características agronómicas*

<b>Variabes</b>	<b>CP 1</b>	<b>CP 2</b>
Días a la floración	0,98	-0,13
Días a la fructificación	0,98	-0,15
Días a la madurez fisiológica	0,96	0,29

Los coeficientes utilizados para ponderar las variables originales en CP1 y CP2 se pueden ver en los vectores propios correspondientes. El mayor peso positivo (0,98 puntos) lo tienen las variables "días a floración" y "días a fructificación", por ser las más diferenciadoras. En el eje CP2, se destacaron como fuentes de variabilidad los días a madurez fisiológica (0.29) y días a floración (-0.13); es decir, también tienen peso a la hora de distinguir las variables de medida.

Según la tabla 8 en el análisis de la varianza, prueba LSD al 0.05 y con coeficiente de variación de 2.40 en días de floración, 1.84 en días de fructificación y 1.84 días de la madurez fisiológica da mayor confiabilidad en los resultados en los estados fenológicos del pimiento con  $p\text{-valor} = 0.01 < 0.05$  que determina que hay diferencias significativa entre los tratamientos, Los resultados del análisis estadístico mostrados en la (Tabla 8) indicaron que los tratamientos afectaron significativamente a los días a la floración, días a la fructificación y días a la madurez fisiológica . Para días a la floración el tratamiento con relación a la duración de los períodos del ciclo vegetativo, los tratamientos de los tres abonos orgánicos en el cultivo del pimiento los que inician primeros días de floración son el tratamiento con Humus (nivel Alto) 61,0 seguido de Compost (nivel alto) y Biochar (nivel alto) 67 días y los más tardíos fue el testigo con 74,3 días existiendo diferencias significativas de tratamientos, con respecto a los días de fructificación el tratamiento de los tres abonos orgánicos en el cultivo del pimiento los que inician primeros días de fructificación son el tratamiento con Humus (nivel Alto) 135 días seguido de Compost (nivel alto) 137 días y Biochar (nivel alto) 145 días a comparación del testigo que tuvo un desarrollo más lento con 158 días. Lo cual se determinaría los tratamientos desarrollan su ciclo vegetativo más rápido son el tratamiento Humus (Alto) con 172 días seguido de Compost alto con 176,0 a comparación del testigo con 207,2 días.

**Tabla 8**

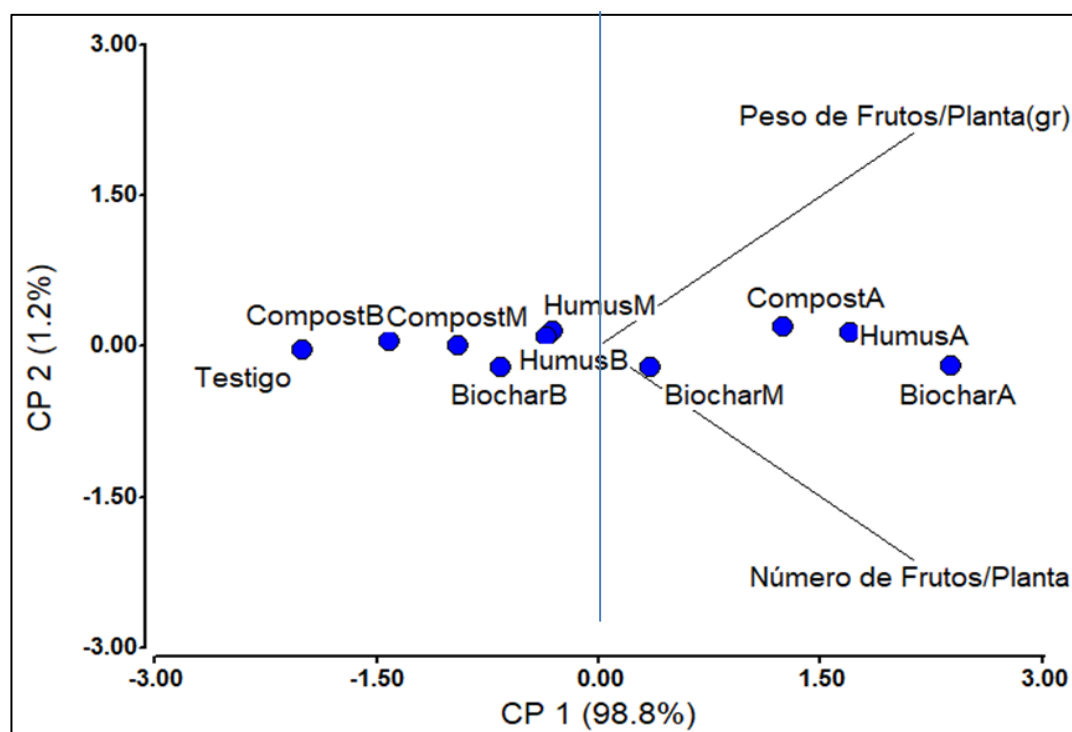
*Análisis de la varianza y Prueba LSD al 0,05 de nivel de significancia para características agronómicas. Las diferentes letras distintas significativa entre tratamientos.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Días a la floración</b>	<b>Días a la fructificación</b>	<b>Días a la madurez fisiológica</b>	<b>Total</b>
Compost (Alto)	62,0 a	137,0 a	176,0 a	176,0
Compost (Medio)	64,0 b	141,3 b	180,9 b	180,9
Compost (Bajo)	65,6 c	145,2 c	186,2 c	186,2
Humus (Alto)	61,0 a	135,0 a	172,3 a	172,3
Humus (Medio)	64,0 b	142,3 b	182,3 b	182,3
Humus (Bajo)	68,3 c	149,3 c	184,9 c	184,9
Biochar (Alto)	67,0 a	145,3 a	184,6 a	184,6
Biochar (Medio)	68,3 b	148,3 b	189,3 b	189,3
Biochar (Bajo)	70,0 c	151,6 c	194,2 c	194,2
Testigo	74,3 d	158,9 d	207,2 d	207,2
p-valor (tratamientos)	<0,01**	<0,01**	<0,01**	
p-valor (repeticiones)	0,28 ns	0,66ns	<0,01**	
C.V.	2,40	1,84	1,84	
DMS	2,73	2,49	1,29	

*Nota: CV=Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa.*

#### 4.3. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento.

Con los parámetros medidos en el rendimiento del pimiento donde se evaluó la producción, cantidad de frutos y peso de fruto donde el criterio para clasificar fue los tratamientos. El gráfico biplot de la **Figura 6** es el resultado de este examen estadístico. Cuando se suman, los dos primeros componentes (CP1 y CP2) señalan el 100 % de la varianza de los datos, con un 98,8 % y un 1,2 %, respectivamente, explicados por el plano que definen. Las variables peso de frutos/planta (gr) tiene mayor asociación con Compost alto y Humus alto. En número de frutos/planta tiene mayor asociatividad Biochar Medio y Biochar Alto.



**Figura 6**

*Análisis del rendimiento del cultivo de pimiento en el grafico biplot.*



**Tabla 9**

*Valores de correlación de los componentes principales y las variables medidas del suelo.*

<b>Variab</b> les	<b>CP 1</b>	<b>CP2</b>
Número de frutos/planta	0,99	-0,11
Peso de frutos/planta (g)	0,99	0,11

Los autovectores (CP1 y CP2) muestran los coeficientes que se usaron para ponderar las variables originales en PC1 y PC2. A las variables que mejor distinguen una variable de otra se les da el mayor peso positivo (0,99), como el indicador de número de frutos por planta y el peso de frutos por planta en gramos. Se destacó la variabilidad producida por el Peso de frutos/planta (gr) (0,11) y Número de frutos/planta (-0,11) en el eje CP2, es decir, contribuyen a la significación global utilizada para diferenciar las variables de medida.

La Tabla 10 muestra que, al analizar las cosechas de pimiento, se utiliza el componente 1 (CP1) para dividir la mayoría de los cuadrantes. En este eje (CP1) los tratamientos de los tres abonos orgánicos que tuvieron mayor producción en peso de frutos y número de frutos fueron biochar (nivel alto) Humus (nivel alto), Compost (nivel alto), Por otro lado, el que tuvo mayor peso de frutos fue Biochar (nivel alto), Compost (nivel alto) y Humus (nivel alto) y los tratamientos que tuvieron mayor número de frutos fueron Biochar (nivel alto), Compost (nivel alto) y Humus (nivel alto) (Figura 14).

Según la tabla 10 en el análisis de la varianza, prueba LSD al 0,05 y CV = 23,45 % da mayor confiabilidad en los resultados en el parámetro número de frutos/planta se muestra que  $p\text{-valor} = 0,01 < 0,05$  que determina que hay diferencias significativa entre los tratamientos, para lo cual se aprecia que no existe diferencias significativa con los siguientes tratamientos con Biochar (nivel alto) tiene mayor número de frutos por planta con 4,33 seguido de humus (nivel alto) con 3,67 y compost (nivel alto) con 3,33 a comparación que si existe diferencia significativa con el compost (nivel Bajo) con 1,67 y testigo con 1,33 número de frutos/planta. Con respecto al parámetro peso de frutos/planta se puede definir que los tratamientos Biochar (nivel alto) con 352 gr,

humus (nivel alto) con 328 gr seguido de compost (nivel alto) con 301,0 gr no existe diferencia significativa entre sí, ocupando los mayores pesos de frutos por planta a comparación de testigo con 66,3 gr.

**Tabla 10**

*Análisis de la varianza y la Prueba LSD al 0.05 de nivel de significancia para las variables componentes del rendimiento. Las diferentes letras significativa diferencia entre tratamientos.*

Tratamientos	N° frutos/planta	Peso de frutos/planta (g)
Compost (Alto)	3,33 a	301,0 a
Compost (Medio)	2,33 bc	192,6 b
Compost (Bajo)	1,67 c	111,3 ce
Humus (Alto)	3,67 a	328,3 a
Humus (Medio)	2,33 bc	186,6 b
Humus (Bajo)	2,00 bc	140,0 c
Biochar (Alto)	4,33 a	352,3 a
Biochar (Medio)	3,00 b	213,3 b
Biochar (Bajo)	2,33 bc	145,6 bc
Testigo	1,33 c	66,3 e
p-valor (tratamientos)	<0,01**	<0,01**
p-valor (repeticiones)	0,55 ns	0,04*
C.V.	23,45	19,75
DMS	1,05	69,05

*Nota: CV=Coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa*

## V. DISCUSION

### 5.1. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz sobre algunas características físico-químicas del suelo

Los resultados de este estudio indican que los tratamientos Biochar Nivel Bajo con un 1.48% y Humus nivel Bajo con un 1.44% presentaron un mayor porcentaje de materia orgánica en el suelo. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en comparación con los tratamientos Testigo con un 0.86% y Humus Medio con un 0.77%, que tuvieron los contenidos más bajos de materia orgánica en el suelo. La tendencia fue similar para Nitrógeno total en el suelo. Estos resultados pueden sugerir que los niveles bajos de Biochar, humus de lombriz y compost usado en este experimento son los recomendables si se quiere solo elevar la materia orgánica en el suelo, ya que si se agrega mayores niveles puede ser que el suelo no es capaz de humificarlo debido a la excesiva concentración. Estos hallazgos son similares a los resultados obtenidos por Pinamonti (1998), En Italia, donde usando compost como mulch en viñedos, encontró un incremento del contenido de materia orgánica, de fósforo disponible en el suelo; también mejoró la porosidad y la capacidad de retención del agua. Las plantas de vid mostraron un aumento en la concentración de K en hojas. El contenido de N, aumento durante el experimento. El crecimiento de las plantas mejoró durante el primer año, pero decreció con el tiempo y la producción de uva sólo fue significativamente mayor el primer año de evaluación. Sin embargo, nuestros resultados sugieren usar niveles bajos de biochar compost y humus de lombriz si se quiere mejorar los nutrientes en el suelo.

Para el caso de fosforo en el suelo los niveles que mostraron mayor cantidades de concentración en el suelo fueron humus nivel bajo con 58.61 ppm, compost nivel bajo, 67.80 y biochar nivel bajo con 54.89, estas diferencias fueron estadísticas significativamente en comparación con el testigo que tuvo un 28,49 ppm y biochar medio que tuvo un 37.72pmm que tuvo el contenido más bajo en fosforo en el suelo, la tendencia es similar para K meq/100g donde los niveles bajos mostraron mejores resultados en el caso de compost nivel bajo 281.3, humus nivel bajo 109.3 y biochar

nivel bajo con 150.6 . Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en comparación con los tratamientos Testigo con un 78.3 meq/100g) Estos resultados pueden sugerir que los niveles bajos de los tres abonos orgánicos compost, humus de lombriz y biochar son los adecuados si se quiere nutrir al suelo. Estos resultados son similares a los de González, F, Suárez, Y, & Bautista, M. Año: (2018). Donde estudio el efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo, en este estudio, se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos, incluyendo compost y estiércol, sobre las características químicas del suelo. Se encontró que la aplicación de abonos orgánicos incrementó significativamente el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo. Además, se observó una mejora en la capacidad de retención de agua y en la estructura del suelo. Estos resultados demuestran el potencial de los abonos orgánicos para mejorar las propiedades químicas del suelo y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola.

Para el caso de pH en el suelo todos los tratamientos estuvieron en un rango de 8.39 a 8.06 mostrando una leve diferencia entre tratamientos, para CICE kg/100g en el suelo los niveles bajos mostraron mayores resultados donde compost nivel bajo con 30.19 meq/100g, humus de lombriz nivel bajo con 27.08 meq/100g y biochar nivel bajo con 32.87 meq/100g, Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en comparación con los tratamientos Testigo con un 19.66 meq/100g. Estos resultados se comparan a los de Labrador Moreno, J. (2001), donde la aplicación de abonos orgánicos ha provocado un aumento en el contenido de cationes de cambio, así como un incremento de la CICE respecto al control en ambos suelos, aumento proporcional a la dosis de abono aportada, Se observa un ligero incremento en el contenido de calcio cambiante en ambos suelos con los diferentes aportes, si bien en el suelo 1 no se alcanzan con ninguno de los tratamientos efectuados.

## **5.2. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento.**

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tres tratamientos y los que mayor rendimiento tuvieron fueron humus nivel alto (3,67), compost nivel alto (3,33) y biochar nivel alto (4,33). Si bien, para las variables medidas en el suelo no fueron éstos los tratamientos que mejor se comportaron, para rendimiento del cultivo de pimiento los niveles altos siempre tuvieron mayores valores. Lo cual nos hace sugerir que, si el objetivo sólo es darle de comer a la planta y rendir más, estos niveles altos son los ideales, sin embargo, si el objetivo es darle mayores nutrientes al suelo, los niveles bajos son los ideales. Existe este hallazgo que falta ser explicado con otro trabajo de investigación. Estos resultados indican que aumentar la dosis de humus en el suelo tuvo un impacto positivo en el rendimiento de las plantas, resultando en un mayor número de frutos por planta, así como un aumento en la producción de frutos comerciales y una reducción en los frutos descartados.

Estos hallazgos están en línea con los resultados obtenidos en un estudio previo realizado por Morales en (2020), donde se analizó la cantidad de frutos totales y comerciales en las plantas de pimiento. En dicho estudio, se observó que, al utilizar dosis crecientes de humus, se incrementó el rendimiento de las plantas, logrando una mayor cantidad de frutos por planta, así como un aumento en la proporción de frutos comerciales y una disminución en los frutos descartados. Estos resultados respaldan la importancia de utilizar dosis adecuadas de humus y otros abonos orgánicos para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos de pimiento. Es necesario tener en cuenta estos hallazgos al diseñar estrategias de manejo agrícola para optimizar la producción y obtener frutos de alta calidad.

### **5.3. Efecto del biochar, compost y humus de lombriz en algunas características agronómicas.**

En relación a la duración de los períodos del ciclo vegetativo en el cultivo de pimiento, se observó que los tratamientos con los tres abonos orgánicos que iniciaron la floración en los primeros días fueron Humus (nivel Alto) con 61 días, seguido de Compost (nivel alto) 62 días y Biochar (nivel alto) con 67 días. Por otro lado, el tratamiento testigo presentó la floración más tardía, con 74,3 días. Los resultados obtenidos sugieren que las plantas mejor nutridas son más precoces y tardan menos días para llegar a la madurez fisiológica, mientras que, si a la planta le falta nutrientes como el caso del testigo, será más tardado su cultivo, porque no ha terminado su periodo vegetativo debido a la falta de nutrientes esenciales. Estos resultados coinciden con un estudio previo realizado por Briones, Maldonado & Chávez en (2016), donde se encontró que el tratamiento T2 (carbón vegetal a 3,750 kg/ha) fue el más temprano, con 34 días hasta la floración, seguido por el T1 (carbón vegetal a 5,000 kg/ha) con 35 días, el T3 (planta de carbón vegetal a 2,500 kg/ha) con 36 días, y el T4 (sin carbón) con 39 días. Estos hallazgos sugieren que las plantas con un mayor contenido de materia orgánica tienden a tener ciclos vegetativos más cortos.

## CONCLUSIONES

Los siguientes hallazgos se extraen de este estudio debido a la manera en que se llevó a cabo:

1. Los hallazgos de este estudio demuestran que el uso de abonos orgánicos en el cultivo de pimiento puede mejorar las características químicas del suelo y los recomendables son los niveles bajos, siendo relativo su comportamiento para todas las variables medidas en el suelo.
2. Para el tiempo que les tomó a las plantas de pimiento llegar a la floración, fructificación y madurez fisiológica siguieron la misma tendencia que los componentes de rendimiento. Es decir, los niveles altos de biochar, compost y humus de lombriz fueron los que más precoz se comportaron para con las plantas, siendo el testigo el que más tardó para llegar a la madurez fisiológica.
3. Los componentes del rendimiento fueron mayores cuando se agregó abonos orgánicos en niveles altos. Esto ocurrió para número de frutos/planta y peso de frutos/planta. Los tratamientos con Biochar (nivel alto) tiene mayor número de frutos por planta con 4,33 seguido de humus (nivel alto) con 3,67 y compost (nivel alto) con 3,33 a comparación que si existe diferencia significativa con el compost (nivel Bajo) con 1,67 y testigo con 1,33 número de frutos/planta.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda considerar el uso de Biochar para incrementar los rendimientos en los cultivos de pimiento, ya que se ha observado que este tratamiento puede tener un impacto positivo en la producción. Sin embargo, es importante realizar investigaciones adicionales para evaluar en detalle los efectos y determinar las dosis adecuadas antes de su implementación a gran escala. Por lo cual, sugerimos como recomendables niveles bajos si se quiere mejorar sólo las características del suelo sin pensar en las plantas.
2. Se sugiere realizar evaluaciones continuas y mantener registros precisos de la fenología y biometría de los cultivos de pimiento, especialmente después de la aplicación de tratamientos como Biochar, Humus de lombriz y Compost. Estos registros permitirán una evaluación más precisa de los pesos y tamaños de los frutos obtenidos, lo cual es importante para monitorear y optimizar el rendimiento de los cultivos. Además, se recomienda seguir buenas prácticas agrícolas en el manejo y cuidado de los cultivos para garantizar su éxito y maximizar los resultados obtenidos.
3. Es recomendable llevar a cabo estudios para analizar los beneficios de la fauna benéfica y los controles biológicos en los cultivos de pimiento. Asimismo, se debe fomentar y promover el uso de abonos orgánicos, los cuales pueden mejorar tanto las propiedades químicas como físicas del suelo, lo que a su vez puede contribuir a un mayor rendimiento de los cultivos hasta el momento de la cosecha, nuevamente sugerimos que, si se quiere obtener sólo altos rendimientos, sin pensar en el suelo, es recomendable agregar niveles altos de abono orgánico.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez, M. R. (2010). Lombrices de Tierra. México: Magdalena Mulla.
- Antón-Herrero, R.; Vega-Jara, L.; García-Delgado, C.; Mayans, B.; Camacho-Arévalo, R.; Moreno-Jiménez, E.; Plaza, C. y Eymar, E. 2021. Synergistic effects of biochar and bioestimulants on nutrient and toxic element uptake by pepper in contaminated soils. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 1-8.
- Barrow, C.J., (2012) biochar: potential for countering land degradation and for improving agricultura. *Applied geography* 34, 21-28.
- Briones LW, Maldonado CM y Chávez BR. (2016). Los efectos del carbón vegetal en las plantas de pimiento durante el cultivo. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/09/cultivo-pimiento.html>
- Castillo, M. M., & Chiluisa, P. M. (28 de mayo de 2011). universidad tècnica de cotopaxi. recuperado el 18 de enero de 2017, cultivo de pimiento: comparación de dos dosis de aplicación de estiércol bovino, estiércol de pollo y humus como fertilizantes orgánicos (*Capsicum annum*) ubicado en el campus San Pablo de Maldonado en el cantón La Maná de la provincia de Cotopaxi, año 2011”.: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/935/1/t-utc-1231.pdf>
- Collantes, C. M. (23 de junio de 2015). universidad técnica estatal de quevedo. obtenido de “dos híbridos comerciales de pimiento fueron sometidos a una investigación utilizando fertilizantes químicos y orgánicos. (*Capsicum annun L*) en la parte alta de la cuenca del río guayas”.: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/t-uteq-0008.pdf>
- Duque, G., Oña, L. (2007). “El efecto de dos biofertilizantes de producción artesanal, cada uno aplicado al suelo cuatro veces, sobre el crecimiento de pimiento (*Capsicum annum*) en la E.C.A. La Finca Experimental”. Tesis de Ing. Agropecuario. Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede – Ibarra – Ecuador. 111p.

- Escalante, R. M. (2013). centro de investigación y posgrado en ciencias agrícolas. recuperado el 09 de marzo de 2017, de biocarbones (biochars), caracterización y efecto en la biomasa y nutrición en NPK en una gramínea: [file:///e:/escalante rebolledo ma dc edafologia 2013.pdf](file:///e:/escalante%20rebolledo%20ma%20dc%20edafologia%202013.pdf)
- Falcón, R. (2014). Hábitos agronómicos y valor nutricional de los tomates (*Lycopersicon esculentum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) con dos tipos de fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental "La Playita" UTC- La Maná. La Maná, Cotopaxi, Ecuador: UTC - La Maná. Recuperado el 6 de junio de 2016
- FAO. (2012). Anuario estadístico de la FAO. FAOSTAT.
- Fertiberia, (2010). Grupo Fertiberia: División Química y de Fertilizantes de Grupo Villar Mir. Fertiberia. Sugerencias de riego agrícola. La cantidad de agua que se utiliza para regar las verduras a mano o por goteo está determinada por las propias verduras. (controlando el tiempo de riego)
- Guevara, F.J. Vega, G.M. (2013), El uso de fertilizantes orgánicos y artificiales en la creación de dos nuevos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum*) en la zona de Puerto Quito. Unidad de Estudios a Distancia, Universidad Técnica Estatal de Quevedo: 13-14
- Infojardin. (2012). Huertos- Pimiento. [www.infojardin.com](http://www.infojardin.com).
- INIA. (2008) Los agricultores de papas nativas se benefician de los avances tecnológicos y los nichos de mercado" Huancayo-Perú.
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). Biochar For Environmental Management: An introduction. In J. Lehmann & S. Joseph (Eds.), Biochar for Environmental Management London, UK: Earthscan. (pp. 1–12).
- López, S. (2010). Reacciones de dos tipos de lechuga a tres bioactivadores. Tesis de Ing. Agr. FCA- UCE. Cumbayá, Pichincha, Ecuador. 34. p.
- Major, J. 2010. Instructions for using biochar in the field as part of a variety of soil management strategies. International Biochar Initiative. [www.biocharinternational.org](http://www.biocharinternational.org)

- McLaughlin, H; Anderson, PS; Shields, FE; Reed, TB. (2009). All Biochars are not Created Equal and How to Tell them Apart, in: 2. Presented at the North America Biochar Conference, Boulder, Colorado, p. 36.
- Mero, R. y Gilces R. (2007), efecto de concentraciones variables de fertilizantes orgánicos húmicos, fulvicos y hulmicos al follaje, con adición de N-P-K al suelo en melón, híbrido Pac Star. Tesis de Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Manabí, Ecuador. p. 87.
- Morales, (2002). Morales, M. 2002. Efecto de la incorporación del compost. Tesis par optar el título de ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. 98 p.
- Pinamonti, F., 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51, 239-248.
- Morales G AB. 2020. Crecimiento y disponibilidad nutricional de pimentón y *Capsicum annuum* tras enmienda con humus de lombriz. Talca, Chile  
[Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/12256/3/2020A000009.pdf](http://chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/12256/3/2020A000009.pdf)
- Núñez, E. (2009). Análisis de los efectos de tres fuentes de nitrógeno y dos bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de pimiento. (*Capsicum annuum* L.) Agronómico 10 G. Tesis de Ing. Agr. UTM-FIAG. Portoviejo, Ec. p. 51
- Labrador Moreno, J. 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. MAPA. 293 pp. Ediciones Mundi-Prensa.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, GT). (2003). Vigilancia fitosanitaria de cultivos no tradicionales de exportación: una iniciativa regional para potenciarla: Buenas Prácticas Agrícolas en Mora Orgánica. (en línea). Consultado 01 agosto.2016.
- Pérez, M. (2014). Usando tres sustratos diferentes y cuatro concentraciones diferentes de bioestimulantes, se evaluó el crecimiento del pimiento. (*Capsicum annuum*) bajo invernadero. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador

- Ruano, B, y Sánchez, T. (1999). Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Barcelona: Océano. pág. 627 – 629.
- Shenbagavalli, S., Mahimairaja, S. (2012). Making biochar from a variety of organic wastes and describing its properties. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciencies 2: 197–201.
- Solórzano, M. y Cedeño, D. (2007). El efecto de los nutrientes foliares orgánicos en una cosecha de sandía. Tesis de Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo, Manabí, Ecuador. p. 44.
- Telenchana T JJ. (2018). Se analizan alternativas de sustrato para las plántulas de pimiento, incluida la cáscara de arroz y el compost. (*Capsicum annuum* L.)” - Ecuador chrome-

**ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Matriz de Consistencia**

**EFEECTO DE LOS ABONOS ORGANICOS EN LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO (*Capsicum annum*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO- HUÁNUCO-2022.**

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	
¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo, características fenológicas y rendimiento del pimiento ( <i>Capsicum annum</i> ) en condiciones de invernadero Huánuco 2021?	Determinar el efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo, características fenológicas y rendimiento del pimiento ( <i>Capsicum annum</i> ) en condiciones de invernadero.	Si aplicamos abonos orgánicos tendremos efectos significativos en las características químicas del suelo, características fenológicas y rendimiento del pimiento ( <i>Capsicum annum</i> ) en condiciones de invernadero.	Abonos orgánicos	21,53gr (dosis media). 25,13gr (dosis alta). 14,36 gr (dosis baja). 15,23 gr (dosis media). 17,76 gr (dosis alta). 10,15 gr (dosis baja). 22,64 gr (dosis media). 26,41 gr (dosis alta). 15,10 gr (dosis baja).
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Dependiente</b>	
¿Cómo influirá el biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento en condiciones de invernadero?	Evaluar el efecto del biochar, compost y humus de lombriz sobre algunas características químicas del suelo (materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable) con cultivo de pimiento en condiciones de invernadero	Si aplicamos el biochar, compost y humus de lombriz, entonces se verán efectos diferenciados sobre algunas características químicas del suelo (materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable) con cultivo de pimiento en condiciones de invernadero	Rendimiento del pimiento (Números de frutos por planta, peso de frutos por planta) Características químicas del suelo (Materia orgánica, N, K, pH, CIC, Fósforo extractable) Características fenológicas del cultivo de pimiento (Días a la fructificación, días a la madurez fisiológica, días a la floración)	Un Experimento con 12 tratamientos y 3 repeticiones
¿Cómo influirá el biochar, compost y humus de lombriz en las características fenológicas del pimiento?	Determinar el efecto del biochar, compost y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de pimiento (número de frutos por planta y peso de frutos por planta).	Si aplicamos el biochar, compost y humus de lombriz, entonces se verán efectos diferenciados en el rendimiento del cultivo de pimiento (número de frutos por planta y peso de frutos por planta).	<b>Interviniente</b> Condiciones edafoclimáticas	Datos climáticos reportados por SENAMHI
¿Cómo influirá el comportamiento de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo?	Conocer el efecto del biochar, compost y humus de lombriz en algunas características agronómicas (días a la floración, días a la fructificación, días a la madurez fisiológica) del cultivo de pimiento.	Si aplicamos el biochar, compost y humus de lombriz, entonces se verán efectos diferenciados en algunas características agronómicas (días a la floración, días a la fructificación, días a la madurez fisiológica) del cultivo de pimiento.		

Tipo y nivel de Investigación	Población y Muestra	Diseño de Investigación	Técnicas de recolección de Información	Instrumentos de recolección de información
<p>El tipo de investigación es <b>aplicada</b>, porque se aplicará los conocimientos científicos, el cual será expresada en la utilización de abonos orgánicos dirigida a solucionar el problema de rendimiento en el cultivo de pimiento y el efecto sobre la calidad del suelo.</p>	<p><b>Población</b> En el experimento, la población fue de 36 plantas de pimiento instalados cada uno en un macetero bajo condiciones de invernadero, cada sustrato de cada macetero fue también una unidad experimental por lo cual se tuvo 36 suelos donde se hicieron los análisis de las características químicas del suelo.</p> <p><b>Muestra</b> En condiciones de invernadero, el numero de la muestra fue igual a la población, es decir la totalidad de plantas (36 plantas) y suelos (36 macetas) fueron tomados para este estudio. El tipo de muestreo en este caso fue no probabilístico en la forma de muestreo intencional o por conveniencia porque toda la población fue seleccionada como parte de la muestra. En este caso, la unidad de análisis fue cada macetero con una planta de pimiento.</p>	<p>El tipo de diseño es Experimental, porque se midió el efecto de los abonos orgánicos y se comparó con un testigo. según un diseño de bloques al azar (DBCA) con 12 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 36 unidades experimentales.</p>	<p><b>Técnicas bibliográficas.</b></p> <p>Análisis del contenido. Es el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos leídos sobre el tema de investigación.</p>	<p><b>Instrumentos</b> Fichas Base de datos</p>
<p>El nivel Es experimental porque se manipularán las variables independientes (Abonos orgánicos) y se medirá el efecto de la variable dependiente (calidad del suelo) y se comparará con un testigo.</p>	<p><b>Nivel y Tipo de estudio</b> El nivel de investigación fue experimental, porque se manipulo la variable independiente tratamientos con métodos físicos – químicos y se midió su efecto sobre las variables dependientes características químicas del suelo, rendimiento del pimiento, características fenológicas del cultivo de pimiento en plantas de pimiento, asimismo se comparó con un testigo absoluto sin el agregado de ningún tratamiento. El tipo de la investigación fue aplicada, porque se recurrió a los conocimientos pre constituidos a la ciencia del suelo y solucionar problemas.</p>		<p><b>Técnica de campo</b> Observación Nos permitió tener información sobre las variables de estudio, realizadas directamente en el cultivo de pimiento</p>	<p><b>Instrumentos de campo</b> Libreta de campo Trabajo en laboratorio</p>

Anexo 2  
Datos de las Variables en Estudio



**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](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



# ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITANTE: DANIEL ESTELA AMBICHO**

N°	CODIGO DEL LABORATORIO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE LA PARCELA	AREA (Has)	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
														LATITUD	LONGITUD	
1	S0074	HUANUCO	HUANUCO	PILLCOMARCA	UNHEVAL	HUERTO UNHEVAL	--	MAIZ	SIN CULTIVO	--	--	--	--		--	--

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%									
	CODIGO DEL LABORATORIO	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	disponible						Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%											ppm	ppm													
1	S0074	M1	51	28	21	Franco Arcillo Arenoso	8.00	1.99	0.10	5.32	72.93	4.67	3.79	0.62	0.18	0.09	0.00	0.00	4.67	100	0	0								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO 001-0643999

TINGO MARIA, 31 DE ENERO 2022

*[Handwritten signature and stamp]*





## MÉTODOS ANALÍTICOS

01. pH método del potenciómetro, relación suelo - agua 1:1
02. C.E: Conductímetro – Extracto Acuoso
03. Materia orgánica: Método de Walkley y Black
04. Nitrógeno Total: Micro Kjeldahl
05. Fosforo disponible: Método de Olsen modificado. Extracto de  $\text{NHCO}_3$  0.5M, pH 8.5
06. Potasio Disponible: Método de acetato de amonio 1N. pH 7.0
07. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Método de acetato de amonio 1N. pH 7.0  
Ca Mg K Na : Absorción atómica
08. C.I.C efectiva: Desplazamiento con KCl 1N (Suelos en pH < 5.5)  
Aluminio más Hidrógeno: Método de Yuan.
09. Densidad Aparente, Densidad Real, Porcentaje de Porosidad: Metodo de la Probeta
10. Humedad Relativa, Capacidad de Campo: Metodo de la Probeta
11. Determinación de elementos menores Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso: Método Melich III – EAA
12. Determinación del Boro: Método de la Azometina – H
13. Cadmio y Plomo disponible: Método EDTA – EAA
14. Cadmio Total: Extracción USEPA 3050 – EAA
15. Cadmio Soluble: Lectura directa de la solución en el espectrofotómetro de Absorción Atómica.
16. Determinación colorimétrica de molibdeno

### INTERPRETACIÓN DEL pH

Según Scheffer y Schachtschabel	pH en KCl	UNALM	pH en agua
Extremadamente ácido	< 4.0	Fuertemente ácido	< 5.5
Fuertemente ácido	4.0 - 4.9	Moderadamente ácido	5.5 - 6.0
Medianamente ácido	5.0 - 5.9	Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
Ligeramente ácido	6.0 - 6.9	Neutro	7.0
Neutro	7.0	Ligeramente alcalino	7.2 - 7.8
Ligeramente alcalino	7.1 - 8.0	Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
Mediana alcalino	8.1 - 9.0	Fuertemente alcalino	> 8.5
Fuertemente alcalino	9.1 - 10		
Extremadamente alcalino	> 10		

Interpretación de Salinidad	Rango (dS/m)
No salino	0-2
Muy ligeramente salino	2-4
Ligeramente salino	4-8
Moderadamente salino	8-16
Fuertemente salino	> 16

Interpretación de Potasio Disponible	Rango (Kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}$ )	Rango (ppm)
Bajo	< 300	< 100
Medio	300-600	100-240
Alto	> 600	> 240



Interpretación de Carbonato de Calcio	Rango (%)
Bajo	< 1
Medio	1-5
Alto	5-15
Muy alto	> 15

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

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

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

GRACIAS POR LA CONFIANZA Y PREFERENCIA



**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

[analisisdesuelosutas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosutas@hotmail.com)



## **ANALISIS ESPECIAL**

<b>SOLICITANTE:</b>			<b>DANIEL ESTELA AMBICHO</b>				<b>PROCEDENCIA:</b>					<b>SAN PABLO DE PILLAO - HUANUCO</b>	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			<b>RESULTADOS EN BASE HUMEDA</b>			<b>RESULTADOS EN BASE SECA</b>							
<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Referencia</b>	<b>Humedad Hd (%)</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>C (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</b>	<b>K (%)</b>		
EO026-2022	BIOCHAR	M1	70.93	23.87	5.20	82.12	17.88	26.28	1.23	0.8204	4.424		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0643999

Tingo María 15 de Febrero 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

  
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





# MÉTODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA – HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACION DE AZUFRE	TURBIDIMETRIA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACION DE BORO	COLORIMETRIA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIO TOTAL Y PLOMO TOTAL	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACION ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONIACAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES.
PH	PH-METRO SARTORIUS ALEMANIA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA mS/cm	PROPORCION AGUA : MUESTRA 5 : 1



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



## INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : RENEMAR S.A.  
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ SANTA ANITA  
 MUESTRA : HUMUS DE LOMBRIZ DE GUANO DE BOVINO  
 REFERENCIA : H.R. 68417  
 FACTURA : 5011  
 FECHA : 03/06/19

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
473	Lote 7 al frente a Tecsup	7.99	8.99	29.10	1.17	1.89	1.19

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
473	Lote 7 al frente a Tecsup	6.74	1.59	45.86	1.09



*Sady García Bendejú*  
Dr. Sady García Bendejú  
Jefe de Laboratorio



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



## INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : RENEMAR S.A.  
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ SANTA ANITA  
 MUESTRA : COMPOST DE GUANO DE BOVINO  
 REFERENCIA : H.R. 68416  
 FACTURA : 5011  
 FECHA : 03/06/19

N° LAB	CLAVES	pH	CE dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
472	Lote 7 al frente a Tecsup	8.22	11.90	46.11	1.74	0.95	1.19

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
472	Lote 7 al frente a Tecsup	5.52	1.92	53.65	5.70



*Sady García Bendezú*  
 Dr. Sady García Bendezú  
 Jefe de Laboratorio



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

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

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: ESTELA AMBICHO DANIEL NOEL													PROCEDECENCIA: 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					disponible	ppm			ppm	Ca	Mg	K	Na	Al				
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%	Textura	1:1	dS/cm	%	%	ppm	ppm											
1	S01926-1	I C 1	51	24	25	Franco Arcillo Arenoso	8.06	1.152	1.16	0.06	49.09	136	23.60	20.35	2.79	0.25	0.20	0.00	0.00	--	100	0	0
2	S01926-2	I C 2	53	24	23	Franco Arcillo Arenoso	8.15	1.168	1.31	0.07	55.51	227	24.74	21.26	2.91	0.36	0.22	0.00	0.00	--	100	0	0
3	S01926-3	I C 3	51	24	25	Franco Arcillo Arenoso	8.18	1.049	1.33	0.07	68.34	282	30.25	26.01	3.51	0.42	0.31	0.00	0.00	--	100	0	0
4	S01926-4	I H 1	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.09	0.633	0.82	0.04	40.98	98	20.84	18.14	2.36	0.22	0.12	0.00	0.00	--	100	0	0
5	S01926-5	I H 2	57	24	19	Franco Arcillo Arenoso	8.07	0.875	1.07	0.05	57.83	100	23.69	20.17	3.09	0.26	0.18	0.00	0.00	--	100	0	0
6	S01926-6	I H 3	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.16	0.589	1.50	0.08	58.55	109	26.28	22.47	3.20	0.36	0.25	0.00	0.00	--	100	0	0
7	S01926-7	I B 1	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.33	0.423	1.31	0.07	37.05	112	24.19	20.96	2.75	0.30	0.18	0.00	0.00	--	100	0	0
8	S01926-8	I B 2	57	24	19	Franco Arcillo Arenoso	8.29	0.554	1.38	0.07	45.40	127	25.05	21.54	2.95	0.37	0.19	0.00	0.00	--	100	0	0
9	S01926-9	I B 3	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.26	0.663	1.52	0.08	55.10	152	32.87	28.47	3.73	0.42	0.26	0.00	0.00	--	100	0	0
10	S01926-10	I To	53	26	21	Franco Arcillo Arenoso	8.35	0.344	0.78	0.04	29.19	87	19.50	16.95	2.25	0.18	0.13	0.00	0.00	--	100	0	0
11	S01926-11	II C 1	53	24	23	Franco Arcillo Arenoso	8.06	1.140	1.12	0.06	46.44	121	23.87	20.59	2.82	0.26	0.20	0.00	0.00	--	100	0	0
12	S01926-12	II C 2	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.13	1.151	1.26	0.06	56.39	225	24.42	21.06	2.84	0.31	0.22	0.00	0.00	--	100	0	0
13	S01926-13	II C 3	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.17	1.066	1.36	0.07	68.42	283	30.09	25.95	3.41	0.46	0.27	0.00	0.00	--	100	0	0
14	S01926-14	II H 1	57	26	17	Franco Arcillo Arenoso	8.25	0.667	0.82	0.04	39.06	103	20.81	17.95	2.50	0.24	0.12	0.00	0.00	--	100	0	0
15	S01926-15	II H 2	57	26	17	Franco Arcillo Arenoso	8.19	0.705	1.03	0.05	55.26	107	24.05	20.69	2.92	0.27	0.18	0.00	0.00	--	100	0	0
16	S01926-16	II H 3	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.13	0.676	1.45	0.07	59.92	110	27.27	23.47	3.26	0.31	0.23	0.00	0.00	--	100	0	0
17	S01926-17	II B 1	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.25	0.406	1.26	0.06	35.37	111	23.52	20.49	2.56	0.28	0.18	0.00	0.00	--	100	0	0
18	S01926-18	II B 2	53	26	21	Franco Arcillo Arenoso	8.43	0.558	1.40	0.07	47.88	128	27.14	23.54	3.04	0.37	0.20	0.00	0.00	--	100	0	0
19	S01926-19	II B 3	53	24	23	Franco Arcillo Arenoso	8.47	0.614	1.45	0.07	51.41	150	34.08	29.47	3.92	0.41	0.27	0.00	0.00	--	100	0	0
20	S01926-20	II To	56	26	19	Franco Arcillo Arenoso	8.39	0.353	0.87	0.04	29.83	75	19.55	17.04	2.21	0.17	0.13	0.00	0.00	--	100	0	0
21	S01926-21	III C 1	57	24	19	Franco Arcillo Arenoso	8.05	1.142	1.10	0.05	45.88	134	23.47	20.14	2.88	0.27	0.18	0.00	0.00	--	100	0	0
22	S01926-22	III C 2	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.11	1.182	1.22	0.06	53.82	220	25.87	22.31	3.04	0.32	0.20	0.00	0.00	--	100	0	0
23	S01926-23	III C 3	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.17	1.030	1.35	0.07	66.90	279	30.23	26.07	3.45	0.42	0.29	0.00	0.00	--	100	0	0
24	S01926-24	III H 1	57	26	17	Franco Arcillo Arenoso	8.29	0.678	0.68	0.03	40.58	102	21.14	17.98	2.82	0.22	0.13	0.00	0.00	--	100	0	0
25	S01926-25	III H 2	55	26	19	Franco Arcillo Arenoso	8.13	0.718	1.02	0.05	55.75	107	24.32	20.99	2.88	0.28	0.18	0.00	0.00	--	100	0	0
26	S01926-26	III H 3	55	24	21	Franco Arcillo Arenoso	8.38	0.642	1.38	0.07	57.35	109	27.68	23.77	3.36	0.34	0.21	0.00	0.00	--	100	0	0
27	S01926-27	III B 1	53	24	23	Franco Arcillo Arenoso	8.48	0.493	1.02	0.06	40.74	118	22.49	19.57	2.45	0.28	0.19	0.00	0.00	--	100	0	0
28	S01926-28	III B 2	53	24	23	Franco Arcillo Arenoso	8.33	0.519	1.12	0.06	47.00	126	26.91	23.33	3.04	0.35	0.19	0.00	0.00	--	100	0	0
29	S01926-29	III B 3	57	26	17	Franco Arcillo Arenoso	8.45	0.681	1.48	0.07	58.15	150	31.65	27.45	3.53	0.40	0.27	0.00	0.00	--	100	0	0
30	S01926-30	III To	55	26	19	Franco Arcillo Arenoso	8.36	0.358	0.92	0.05	26.46	73	19.94	17.33	2.28	0.17	0.16	0.00	0.00	--	100	0	0

RECIBO 001 N° 001-0666759

TINGO MARIA, 31 DE DICIEMBRE 2022

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria

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



## MÉTODOS ANALÍTICOS

01. pH método del potenciómetro, relación suelo - agua 1:1
02. C.E. Conductímetro – Extracto Acuoso
03. Materia orgánica: Método de Walkley y Black
04. Nitrógeno Total: Micro Kjeldahl
05. Fosforo disponible: Método de Olsen modificado. Extracto de  $\text{NH}_4\text{CO}_3$  0.5M, pH 8.5
06. Potasio Disponible: Método de acetato de amonio 1N pH 7.0
07. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) Método de acetato de amonio 1N pH 7.0  
Ca Mg K Na Absorción atómica
08. C.I.C efectiva: Desplazamiento con KCl 1N (Suelos en pH < 5.5)  
Aluminio más Hidrógeno: Método de Yuan
09. Densidad Aparente, Densidad Real. Porcentaje de Porosidad. Método de la Probeta
10. Humedad Relativa, Capacidad de Campo: Método de la Probeta
11. Determinación de elementos menores Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso: Método Melich III – EAA
12. Determinación del Boro. Método de la Azometina – H
13. Cadmio y Plomo disponible: Método EDTA – EAA
14. Cadmio Total: Extracción USEPA 3050 – EAA
15. Cadmio Soluble: Lectura directa de la solución en el espectrofotómetro de Absorción Atómica.
16. Determinación colorimétrica de molibdeno



Interpretación de Salinidad	Rango (dS/m)
No salino	0-2
Muy ligeramente salino	2-4
Ligeramente salino	4-8
Moderadamente salino	8-16
Fuertemente salino	> 16

Interpretación de Potasio Disponible	Rango (Kg $\text{K}_2\text{O}$ /ha)	Rango (ppm)
Bajo	< 300	< 100
Medio	300-600	100-240
Alto	> 600	> 240

### INTERPRETACIÓN DEL pH

Según Scheffer y Schachtschabel	pH en KCl	UNALM	pH en agua
Extremadamente ácido	< 4.0	Fuertemente ácido	< 5.5
Fuertemente ácido	4.0 - 4.9	Moderadamente ácido	5.5 - 6.0
Medianamente ácido	5.0 - 5.9	Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
Ligeramente ácido	6.0 - 6.9	Neutro	7.0
Neutro	7.0	Ligeramente alcalino	7.2 - 7.8
Ligeramente alcalino	7.1 - 8.0	Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
Mediana alcalino	8.1 - 9.0	Fuertemente alcalino	> 8.5
Fuertemente alcalino	9.1 - 10		
Extremadamente alcalino	> 10		

Interpretación de Carbonato de Calcio	Rango (%)
Bajo	< 1
Medio	1-5
Alto	5-15
Muy alto	> 15

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

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

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



GRACIAS POR LA CONFIANZA Y PREFERENCIA

**Anexo 3**  
**Sección Fotográfica de las Actividades Realizadas**

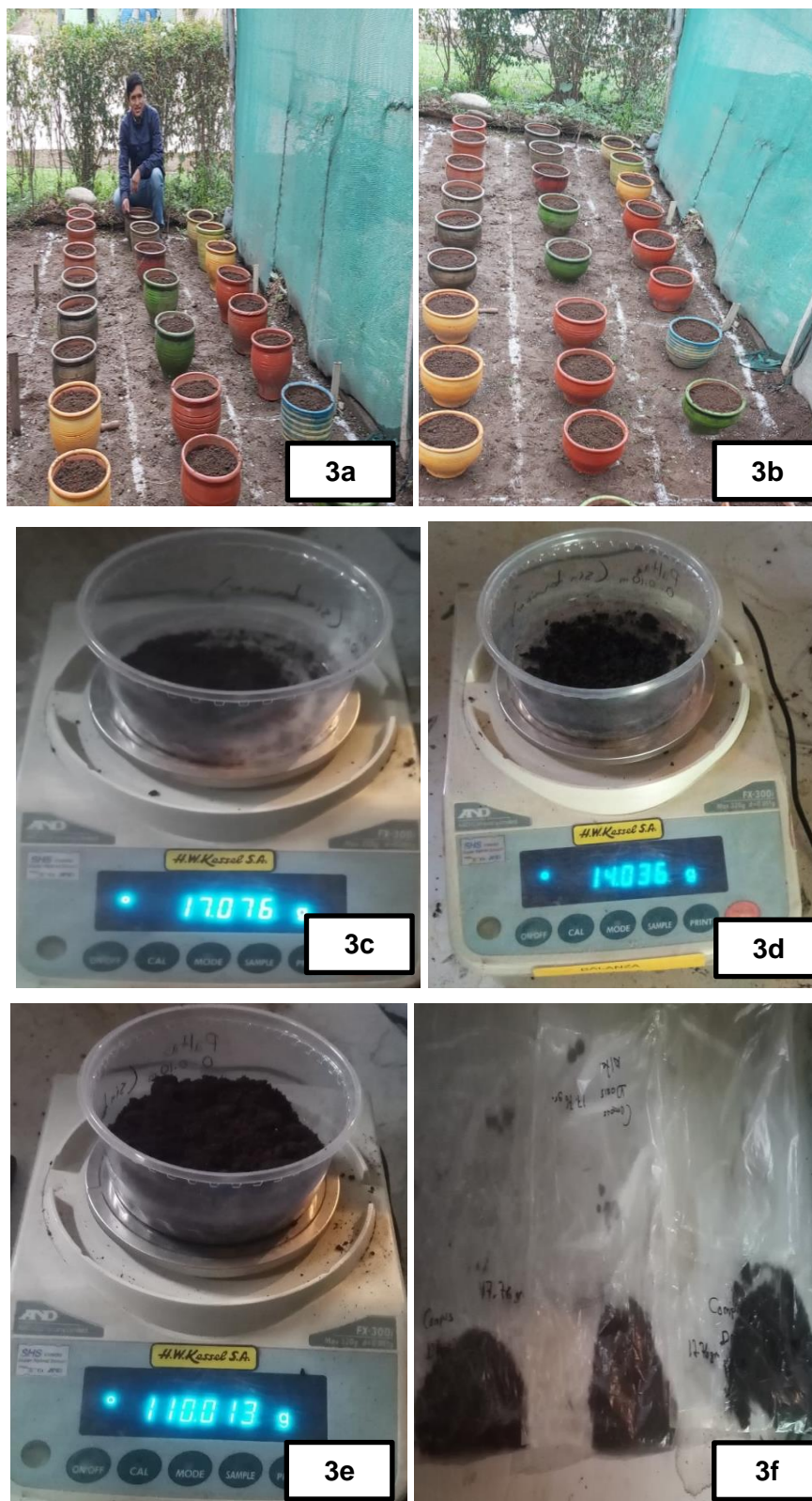


**Figura 7**  
*Limpeza de terreno (1a) Nivelación del terreno (1b) presentación de maceteros en el campo experimental (1c).*



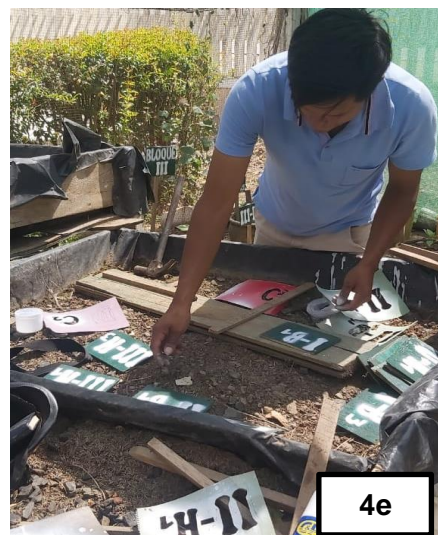


**Figura 8**  
*Trazado y marcación de campo experimental (2a–2b) colocación de maceteros en el diseño experimental según bloques y tratamientos (2c–2d).*



**Figura 9**

*Llenado de suelo y ubicación de los maceteros en el campo experimental (3a–3b) pesado del abono orgánico humus de lombriz (3c) pesado del abono orgánico compost (3d) pesado del abono orgánico biochar (3e) llenado de los abonos orgánicos en bolsas para ser trasladados a los maceteros y a realizar la aplicación (3f).*





**Figura 10**

*Distribución de los abonos orgánicos en tratamientos (4a) uso de los abonos orgánicos biochar y humus de lombriz (4b–4c) aplicación del abono de compost (4d–4e) preparación y pintado de los letreros de identificación de los bloques y tratamientos en estudio (4f) colocación de los letreros de identificación en los tres bloques y 36 tratamientos en estudio (4g–4h).*



**Figura 11**

*Deshierbo de las plantas de pimienta en los maceteros (5a–5b) desarrollo vegetativo del pimienta a los 30 días en los tratamientos en estudio (5c–5d)*





**Figura 12**

*Aparición de los primeros botones florales (6a) desarrollo vegetativo del pimiento a los 55 días y 60 días en los tratamientos en estudio (6b–6c) aparición de los primeros frutos de pimiento en los tratamientos (6d) desarrollo y maduración de frutos en los tratamientos con los abonos orgánicos de compost, humus de lombriz y biochar (6e–6f–6g–6h).*



**Figura 13**

*Maduración y cosecha de los frutos de pimiento en las unidades experimentales (7a–7b) pesado de los frutos cosechados de todo el tratamiento en una balanza electrónica (7c–7d).*



**Figura 14**

*Toma de muestra de los suelos de todos los tratamientos en estudio (8a–8b) embolsado, empacado y colocación de tiques de identificación para su traslado al laboratorio de análisis de suelos de la UNAS (8c–8d).*

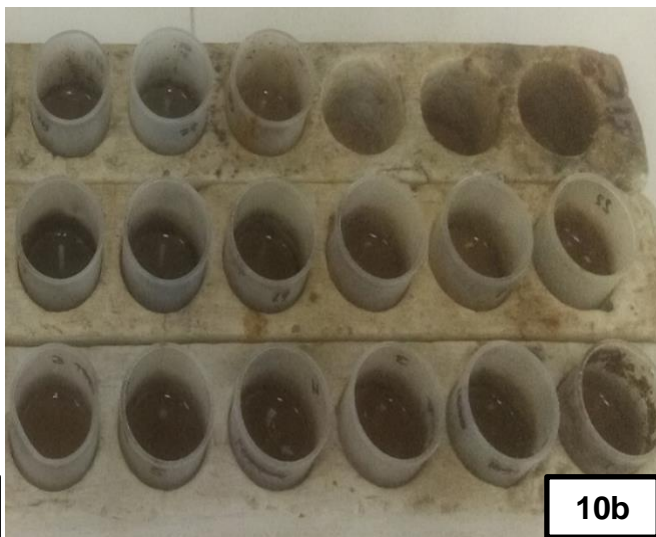


**Figura 15**  
*Recepción de muestras de suelo y recorrido del laboratorio de la UNAS (9a–9b) disposición y tamizado con un tamiz de 10 ml de muestras de suelo para realizar los análisis respectivos (9c–9d).*





10a



10b



10c



10d



10e



10f





**Figura 16**

*Pesado de las muestras y preparación de alícuota para los análisis (10a–10b) preparado de los materiales y filtración de muestras para el análisis de elementos solubles (10c–10d) adición de la solución para la lectura de los elementos esenciales (10e–10f) agitación y toma de lectura para las muestras de textura de suelo (10e–10f) lectura de PH a las muestras de suelo de la investigación (10i–10j) preparación de muestras y toma de lectura para fosforo (P) (10k–10l) preparación de equipos y toma de lectura para calcio (K) (10m–10n) preparación y medición de soluciones para los análisis de las muestras del trabajo de investigación (10o–10p).*

## NOTA BIOGRÁFICA

“Noel Daniel Estela Ambicho” nacido (1995, Huánuco, San Pablo de Pillao). Terminé mis estudios de pregrado en el año 2020 obteniendo mi grado académico de bachiller en el año 2021. De padres agricultores nacido en la provincia de Huánuco distrito de San Pablo de Pillao en el centro poblado san José de Miraflores, desde niño y toda mi adolescencia crecí en el campo, por lo que siempre se siento identificado con los problemas agrícolas de su entorno, en la vida laboral una vez terminado mis estudios trabajé en el fondo de cooperación para el desarrollo social (FONCODES) en el año 2021, luego me desempeñé como técnico agroforestal en la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Gobierno Regional - Huánuco en el año 2022. En la actualidad laboro en la Dirección de Agricultura y Riego del Gobierno Regional - Huánuco con el cargo de Técnico Extensionista de Campo Productivo en el proyecto Te Verde en la Provincia de Leoncio Prado.



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO**

En la ciudad de Huánuco a los 07 días del mes de Julio del año 2023, siendo las 11:00 am horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la Resolución de Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL, de fecha 12 de setiembre de 2022, se dispone que los decanos de las 14 facultades de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco programen, A PARTIR DE LA FECHA, la sustentación de tesis de manera presencial, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 339 - 2023 - UNHEVAL-FCA-D, de fecha 27/06/23, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

Efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo y el rendimiento del pimiento (Capsicum annuum) en condiciones de invernadero - Huánuco - 2022

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

Noel Daniel Estela Ambricho

Bajo el asesoramiento de:

Dra. Lilibiana Vega Sara.

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE :** Mg. Ana Mercedes Asado Hurtado  
**SECRETARIO :** Dra. Agustina Valverde Rodríguez  
**VOCAL :** Msc. Luisa M. Alvarez Benavente  
**ACCESITARIO 1 :** Mg. Eugenio Fausto Perez Tojilla  
**ACCESITARIO 2 :** Ing. Grifelio Vargas Garcia

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: aprobado por unanimidad con el cuantitativo de 16 (dieciséis) y cualitativo de bueno quedando el sustentante apto para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12:50 horas.

Huánuco, 07 de Julio de 2023

[Signature]  
**PRESIDENTE**

[Signature]  
**SECRETARIO**

[Signature]  
**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
 PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

OBSERVACIONES:

Sin observaciones

---



---



---



---



---

Huánuco, 07 de Julio de 2023

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---



---



---



---

Huánuco,    de    de 20  

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

**CONSTANCIA DEL PROGRAMA**  
**TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**EFFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LAS CARACTERÍSTICAS  
QUÍMICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO (*Capsicum  
annuum*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO – HUANUCO - 2022**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

**ESTELA AMBICHO, Noel Daniel;**

Documento aplicado al programa: "Turnitin" para su revisión.

Fecha: **27 de abril 2023**

Número de registro: **12**

Resultado: **13 % de similitud general**

Porcentaje considerado: **Apto**, por disposición de la UNHEVAL.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.



Dr. Roger Estacio Laguna  
Unidad de Investigación de la F.C.A

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO - HUANUCO - 2022**

AUTOR

**Noel Daniel ESTELA AMBICHO**

RECuento DE PALABRAS

**15908 Words**

RECuento DE CARACTERES

**82854 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**95 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 27, 2023 6:09 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 27, 2023 6:10 AM GMT-5**

● **13% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 12% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



Dr. Roger Estacio Laguna  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad Ciencias Agrarias



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

<b>Pregrado</b>	X	<b>Segunda Especialidad</b>		<b>Posgrado:</b>	Maestría		Doctorado
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	CIENCIAS AGRARIAS
<b>Escuela Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Carrera Profesional</b>	INGENIERÍA AGRONÓMICA
<b>Grado que otorga</b>	-----
<b>Título que otorga</b>	INGENIERO AGRÓNOMO

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Facultad</b>	-----
<b>Nombre del programa</b>	-----
<b>Título que Otorga</b>	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

<b>Nombre del Programa de estudio</b>	-----
<b>Grado que otorga</b>	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Apellidos y Nombres:</b>	Estela Ambicho Noel Daniel						
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b> 918583347
<b>Nro. de Documento:</b>	74838874				<b>Correo Electrónico:</b> d.estelaambicho95@gmail.com		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

<b>Apellidos y Nombres:</b>							
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI		Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de Celular:</b>
<b>Nro. de Documento:</b>					<b>Correo Electrónico:</b>		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos** según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	X	NO
<b>Apellidos y Nombres:</b>	Vega Jara Liliana				<b>ORCID ID:</b>	<a href="https://orcid.org/0000-0002-9692-0105">https://orcid.org/0000-0002-9692-0105</a>			
<b>Tipo de Documento:</b>	DNI	X	Pasaporte		C.E.		<b>Nro. de documento:</b>	42923464	

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres** completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

<b>Presidente:</b>	Mg. Asado Hurtado Ana Mercedes
<b>Secretario:</b>	Dra. Valverde Rodríguez Agustina
<b>Vocal:</b>	M.Sc. Álvarez Benaute Luisa Madolyn
<b>Vocal:</b>	
<b>Vocal:</b>	
<b>Accesitario</b>	Mg. Pérez Trujillo Eugenio Fausto

**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el <b>Acta de Sustentación</b> )
EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL PIMIENTO ( <i>Capsicum annuum</i> ) EN CONDICIONES DE INVERNADERO – HUANUCO - 2022
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en <b>SUNEDU</b> )
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO
<b>c)</b> El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
<b>d)</b> El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
<b>e)</b> El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
<b>f)</b> Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
<b>g)</b> Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
<b>h)</b> Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

<b>Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación:</b> (Verifique la Información en el <b>Acta de Sustentación</b> )			2023				
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con <b>X</b> según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	<b>Tesis</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Artículo</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Patente de Invención</b>	<input type="checkbox"/>	
	<b>Trabajo de Investigación</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Trabajo de Suficiencia Profesional</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos</b>	<input type="checkbox"/>	
	<b>Trabajo Académico</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Otros (especifique modalidad)</b>	<input type="checkbox"/>			
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	Biochar	compost	humus				
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con <b>X</b> según corresponda)	<b>Acceso Abierto</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Condición Cerrada (*)</b>	<input type="checkbox"/>			
	<b>Con Periodo de Embargo (*)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Fecha de Fin de Embargo:</b>				
<b>¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora?</b> (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>							

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



**7. Autorización de Publicación Digital:**

A través de la presente, Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

<b>Firma:</b>		
<b>Apellidos y Nombres:</b>	Estela Ambicho Noel Daniel	<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>	74838874	
<b>Firma:</b>		
<b>Apellidos y Nombres:</b>		<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>		
<b>Firma:</b>		
<b>Apellidos y Nombres:</b>		<b>Huella Digital</b>
<b>DNI:</b>		
<b>Fecha: 14-07-2023</b>		

**Nota:**

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.