



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y  
papel, en la cantidad de humus elaborada por  
*Eisenia foetida* en Moyobamba**

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Denis Brayán Ramírez Cruz

<https://orcid.org/0009-0009-0960-6678>

**Asesor:**

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez

<https://orcid.org/0000-0003-0077-7015>

**Código N° 6056121**

**Moyobamba, Perú**

**2023**



FACULTAD DE ECOLOGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y  
papel, en la cantidad de humus elaborada por  
*Eisenia foetida* en Moyobamba**

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**  
Denis Brayán Ramírez Cruz

Sustentada y aprobada el 14 de junio del 2023, ante el honorable jurado:

\_\_\_\_\_  
**Presidente de Jurado**  
Ing. M.Sc. Julio César De La Rosa Ríos

\_\_\_\_\_  
**Secretario de Jurado**  
Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta

\_\_\_\_\_  
**Vocal de Jurado**  
Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález

\_\_\_\_\_  
**Asesor**  
Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez

Moyobamba, Perú

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS  
CONDUCENTES A TÍTULO PROFESIONAL N.º 012 -2023-UNSM/EPIA/UI**

**Jurado reconocido con Resolución N.º 184-2021-UNSM/CFT/ FE de fecha 28 de junio del 2021**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

A las 1:00 pm del día miércoles 14 de junio del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por *Eisenia foetida* en Moyobamba”**; para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, presentado por **Denis Brayán Ramírez Cruz** con la asesoría del **Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. M.Sc. Julio César De La Rosa Ríos** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta** (Secretario), **Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález** (Vocal) y acompañado por el **Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 416-2021-UNSM/CFT/FE, Moyobamba, 30 de noviembre del 2021**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluando, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue... *Quince* ... ( 15 ), tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE ECOLOGÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es *Buena / Satisfactoria* y correspondiente a la calificación de *Buena*. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las *15:12* horas, el mismo día 14 de junio del 2023.

Ing. M.Sc. Julio César De La Rosa Ríos  
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta  
Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Alfonso Rojas Bardález  
Vocal del Jurado

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez  
Asesor

Denis Brayan Ramírez Cruz  
Autor

## Declaratoria de autenticidad

**Denis Brayán Ramírez Cruz**, con DNI N° 74831384, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por *Eisenia foetida* en Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 11 de julio del 2023.



.....  
**Denis Brayán Ramírez Cruz**

DNI N° 74831384

## Ficha de identificación

<p><b>Título del proyecto</b> Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por <i>Eisenia foetida</i> en Moyobamba</p>	<p><b>Área de investigación:</b> <b>Línea de investigación:</b> Gestión integral y sostenible de los recursos naturales <b>Sub línea de investigación:</b> <b>Grupo de investigación:</b> <b>Tipo de investigación:</b> Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p><b>Autor:</b> Denis Brayan Ramírez Cruz</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental <a href="https://orcid.org/0009-0009-0960-6678">https://orcid.org/0009-0009-0960-6678</a></p>
<p><b>Asesor:</b>  Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b> Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental <a href="https://orcid.org/0000-0003-0077-7015">https://orcid.org/0000-0003-0077-7015</a></p>

## **Dedicatoria**

A Dios pues con el soy mayoría y cocreador de mi vida.

A mi esposa por la motivación permanente, a mis padres por su apoyo constante.

A mi hermano y su núcleo familiar, a mis abuelitos en el cielo y en la tierra, a todos mis tíos, primos y sobrinos por el clima de tranquilidad que me transmitieron en esta etapa.

A todas mis amistades por sus inyecciones de alegría.



## **Agradecimientos**

En primera instancia, a Dios por ser el centro de mi vida, su omnipresencia y acompañamiento espiritual.

Agradecer a mi asesor, el Blgo. M. Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez por su apoyo orientativo en la realización de la presente investigación.

A cada uno de mis maestros, de la Facultad de Ecología, por la contribución en mi formación profesional.

A mis padres Roberto Ramirez Bardalez y Hoisy Cruz Fachin por darme todo lo necesario para la consecución de este logro.

A mi esposa Teresita Cobos Piña por impulsarme hacia el desarrollo continuo.

## Índice general

Ficha de identificación .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento.....	8
Índice general .....	9
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras .....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT .....	13
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	15
2.1. Antecedentes .....	15
2.2. Marco teórico.....	17
2.3. Definición de términos básico.....	20
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Material.....	22
3.2. Métodos.....	22
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
4.1. Resultados .....	25
4.2. Discusión de resultados .....	43
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	51

## Índice de tablas

Tabla 1 Residuos según su origen .....	19
Tabla 2 Claves y tratamientos en estudio .....	23
Tabla 3 Medición porcentual y en peso (Kg) de residuos orgánicos y papel en función a un balde de 20 litros.....	24
Tabla 4 Mezclas proporcionales de residuos orgánicos y papel para el compostaje y alimentación de <i>Eisenia foetida</i> . .....	25
Tabla 5 Cantidad total (Kg) de humus producido por <i>E. foetida</i> a partir de las mezclas de residuos orgánicos y papel .....	26
Tabla 6 Análisis físico del humus obtenido a partir de residuos orgánicos y papel.....	28
Tabla 7 Análisis químico del humus obtenido a partir de residuos orgánicos y papel.....	30
Tabla 8 Análisis de varianza de la altura de planta de “Cebollita china” (cm) en suelos con humus .....	37
Tabla 9 Promedio altura de planta “Cebollita china” (cm), en suelo con humus ordenado de mayor a menor .....	37
Tabla 10 Análisis de varianza de la altura de planta de “Cebollita china” (cm) en suelos sin humus .....	38
Tabla 11 Promedio altura de planta “Cebollita china” (cm), en suelo sin humus ordenado de mayor a menor .....	38
Tabla 12 Análisis de Varianza de Altura de planta (cm) del “culantro” ( <i>Coriandrum sativum</i> Linn.) en suelo sin humus .....	39
Tabla 13 Promedio de altura de planta “culantro” (cm), en suelo sin humus .....	39
Tabla 14 Análisis de varianza de la altura de planta de “Culantro” (cm), en suelos con humus ...	40
Tabla 15 Promedio de altura de planta “culantro” (cm), en suelo con humus .....	40
Tabla 16 Altura (cm) de “Cebolla china” ( <i>Allium fistulosum</i> ) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental.....	41
Tabla 17 Altura (cm) de “culantro” ( <i>Coriandrum sativum</i> ) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental.....	42

## Índice de figuras

Figura 1: Total de humus producido por <i>Eisenia foetida</i> .....	26
Figura 2: Cantidad total (Kg) de residuos orgánicos mezclados con papel, utilizados para producción de humus.....	27
Figura 3: Restos no consumidos por <i>Eisenia foetida</i> (Kg).....	27
Figura 4: Textura de tratamientos .....	29
Figura 5: Densidad Aparente .....	29
Figura 6: pH por tratamiento .....	31
Figura 7: Conductividad eléctrica por tratamiento .....	31
Figura 8: Relación C/N por tratamiento .....	32
Figura 9: % materia orgánica por tratamiento .....	32
Figura 10: % de nitrógeno (N) por tratamiento .....	33
Figura 11: ppm de fósforo (P) por tratamiento .....	33
Figura 12: ppm de potasio (K) por tratamiento.....	34
Figura 13: Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) por tratamiento.....	34
Figura 14: La cantidad de Calcio (Ca) <sup>++</sup> por tratamientos.....	35
Figura 15: Magnesio (Mg) <sup>++</sup> por tratamiento .....	35
Figura 16: Sodio (Na) <sup>+</sup> por tratamiento.....	36
Figura 17: Potasio (K) <sup>+</sup> por tratamiento .....	36
Figura 18: Promedio de altura de planta (cm) de “cebollita china”, en suelo con humus. ....	37
Figura 19: Promedio de altura de planta (cm) de “cebollita china”, en suelo sin humus. ....	38
Figura 20: Promedio de la altura de planta de “Culantro” (cm) en suelos sin humus. ....	39
Figura 21: Promedio de la altura de planta de “Culantro” (cm) en suelos con humus. ....	40
Figura 22: Altura (cm) promedio de “cebolla china” ( <i>Allium fistulosum</i> ) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental .....	41
Figura 23: Altura (cm) promedio de “culantro” ( <i>Coriandrum sativum</i> ) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental. ....	42

## RESUMEN

### Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por *Eisenia foetida* en Moyobamba

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar la influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por *Eisenia foetida* en Moyobamba. Se utilizaron cinco tratamientos con diferentes porcentajes de residuos orgánicos domésticos y papel (100% residuos orgánicos, 75% residuos orgánicos con 25% papel, 50% residuos orgánicos con 50% papel, 25% residuos orgánicos con 75% papel y 100% papel), (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respectivamente), tomando como patrón de medida un balde de 20 litros el cual representa el 100%, siendo el 75% igual a  $\frac{3}{4}$  de balde, 50% igual a  $\frac{2}{4}$  de balde y 25% equivalente a  $\frac{1}{4}$  de balde. El estudio implicó una etapa de compostaje durante 37 días (5,3 semanas) seguido de vermicompostaje con *Eisenia foetida* durante 73 días (10,4 semanas). Los resultados revelaron que 37 días de compostaje degradaron considerablemente las mezclas de desechos orgánicos y papel de todos los tratamientos y otros 73 días de lombricultura mejoraron significativamente su bioconversión. El tratamiento basado en 100% de residuos orgánicos (T<sub>1</sub>) resultó en el vermicompost con mayor cantidad de fósforo (P:71,76 ppm) y potasio (K: 477,9 ppm) a un pH (7,67) menor en comparación con los otros tratamientos, sin embargo, el tratamiento basado en 50% de residuos orgánicos con 50% de papel (T<sub>3</sub>) resultó en el vermicompost con mayor porcentaje de nitrógeno (N: 0,477 %) a un pH (9,16) mayor y una conductividad eléctrica menor (0,00058 dS/m) frente al resto de tratamientos. Sobre el porcentaje de materia orgánica se evidenció paridad de resultados entre el T<sub>2</sub> (75% residuos orgánicos con 25% papel) y el T<sub>4</sub> (25% residuos orgánicos con 75% papel) con 53,132% de materia orgánica, siendo mayor al resto de tratamientos. Se demostró la producción de las hortalizas “cebolla china” (*Allium fistulosum*) y “culantro” (*Coriandrum sativum*), en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental, según el cual, en promedio se obtuvo un aumento del 30.22% (10.37 cm) de altura en “cebollas chinas” con aplicación de humus producido por *Eisenia foetida* y un aumento del 105.10% (11.00 cm) de altura en “culantro”, resaltando el tratamiento T<sub>2</sub> (75% Residuos Orgánicos + 25% papel), el cual demostró la mayor diferencia de alturas (14.67 cm) a favor de la “cebolla china” con humus, como también, la mayor diferencia de alturas (11.33 cm) a favor del “culantro” con humus.

**Palabras clave:** *Eisenia foetida*, vermicompostaje, humus, residuos orgánicos domésticos, papel.

## ABSTRACT

Influence on the mixture of organic waste and paper, on the amount of humus produced by *Eisenia foetida* in Moyobamba

The main objective of this study was to evaluate the influence of the mixture of organic waste and paper on the amount of humus produced by *Eisenia foetida* in Moyobamba. Five treatments were used with different percentages of organic household waste and paper (100% organic waste, 75% organic waste with 25% paper, 50% organic waste with 50% paper, 25% organic waste with 75% paper and 100% paper), (T1, T2, T3, T4 and T5 respectively), taking a 20 liter bucket as the standard of measurement, which represents 100%, being 75% equal to  $\frac{3}{4}$  of a bucket, 50% equal to  $\frac{2}{4}$  of a bucket and 25% equivalent to  $\frac{1}{4}$  of a bucket. The study involved a composting stage of 37 days (5.3 weeks) followed by vermicomposting with *Eisenia foetida* for 73 days (10.4 weeks). The results revealed that 37 days of composting significantly degraded the organic waste and paper mixtures of all treatments and another 73 days of vermicomposting significantly improved their bioconversion. The treatment based on 100% organic waste (T1) resulted in the vermicompost with the highest amount of phosphorus (P:71.76 ppm) and potassium (K: 477.9 ppm) at a lower pH (7.67) compared to the other treatments, however, the treatment based on 50% organic waste with 50% paper (T3) resulted in the vermicompost with the highest percentage of nitrogen (N: 0.477 %) at a higher pH (9.16) and a lower electrical conductivity (0.00058 dS/m) compared to the other treatments. Regarding the percentage of organic matter, parity of results was observed between T2 (75% organic waste with 25% paper) and T4 (25% organic waste with 75% paper) with 53.132% of organic matter, higher than the rest of the treatments. The production of the vegetables "Chinese onion" (*Allium fistulosum*) and "coriander" (*Coriandrum sativum*) was evaluated in soil treated with humus obtained from the experimental field, according to which it was demonstrated that, on average, an increase of 30.22% (10.37 cm) of height was obtained in "Chinese onions" with the application of humus produced by *Eisenia foetida* and an increase of 105.10% (11.00 cm) in height in " coriander", highlighting the T2 treatment (75% organic waste + 25% paper), which showed the greatest difference in height (14.67 cm) in favor of "Chinese onion" with humus, as well as the greatest difference in height (11.33 cm) in favor of "coriander" with humus.

**Keywords:** *Eisenia foetida*, vermicomposting, humus, domestic organic waste, paper.



## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, uno de los países con mayor índice de generación de residuos, Estados Unidos, sumado a Canadá y México generan cerca de 265 millones de toneladas anuales de residuos orgánicos, de ese total, se estima el aprovechamiento de 75 millones de toneladas a través de actividades de compostaje (CCA, 2017). Asimismo, mundialmente el consumo de papel excede los 268 millones de toneladas anuales (OLA, 2020), siendo el consumo aparente per cápita mundial de papel de 34.4 kg/hab/año (Fernández, 2008).

En Latinoamérica, para el 70% de países, se tiene que los residuos orgánicos representan más del 50% del total de desechos municipales (Sáez, 2014). Además, en México, anualmente, se tiran a la basura 22 millones de toneladas de papel (OLA, 2020).

En el Perú, los residuos sólidos orgánicos representan más del 50% de residuos que se generan, siendo la región selva la máxima generadora con 79.13% de residuos orgánicos en comparación a la costa y sierra con 55.76% y 57.08% respectivamente (MINAM, 2020). En cuanto a papel, el consumo per cápita en Perú es de 13 Kg/hab/año. (Fernández, 2008).

La generación Per cápita promedio de la ciudad de Moyobamba es 0.418 Kg/hab/día, dichos residuos sólidos están constituidos por materia orgánica entre un 79% y 76% (Cáceres, 2017), y un 1.06% de papel (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2012).

En el sector Recodo existen focos contaminantes diseminados tales como un barranco de uso deportivo, el cual es intervenida como área de botadero de basura (Chong, 2014). Los ciudadanos del sector generan residuos domésticos que ascienden a 322.38 Kg semanales (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2012).

La falta de segregación y reciclaje de residuos disminuye la vida útil del botadero municipal, asimismo la carga orgánica presente en los residuos sólidos emana lixiviados contaminantes, cuna de enfermedades transmitidas por vectores (Gómez, 2018).

La lombricultura, surge como alternativa de tratamiento biológico para el manejo de residuos sólidos orgánicos y papel (Elizondo, 2004), haciendo uso de la *Eisenia foetida*, lombriz excretora de humus de alta calidad microbiana (Briceño, 2017).

Ante lo expuesto, se formuló la siguiente interrogante general, ¿De qué manera influye la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por *Eisenia foetida* en Moyobamba?

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Younas et al. (2021), en su investigación “La influencia del vermicompostaje en la actividad fotosintética y la productividad del cultivo de maíz ( *Zea mays* L.) en clima semiárido”. Concluyó que, la aplicación de vermicompostaje mejora la movilidad de los nutrientes, es decir, N (91,01%), P (22,07%), K (80,41%), y micronutrientes como el Fe (19,07 ppm), Zn (40,05 ppm); haciendo que las plantas absorban más nutrientes, lo que mejora sus atributos de crecimiento en altura, diámetro, y rendimiento en fruto.

Liu et al. (2019), en su investigación “Las lombrices de tierra coordinan la biota del suelo para mejorar múltiples funciones de los ecosistemas”. Concluyeron que, en ausencia de lombrices de tierra, el flujo de energía a través de la red alimenticia del suelo se produce a través del canal de energía dominado por hongos de ciclos más lentos, pero la presencia de lombrices desplazó el flujo hacia un canal de energía más rápido dominado por bacterias. Con ello se afirma que, la presencia de lombrices de tierra puede favorecer los procesos dominados por bacterias a través de varios mecanismos y así contribuir a mejorar la multifuncionalidad del ecosistema.

Boruah et al. (2019), en su investigación “Vermicompostaje de mezcla de bagazo de citronela y lodos de papelería utilizando *Eisenia foetida*”. Concluyó que, los lodos de la fábrica de papel más bagazo procesados por *Eisenia foetida*, mejoraron el perfil de nutrientes, fijación de nitrógeno, población bacteriana solubilizadora de fosfato y potasio. Además, se registró un incremento significativo en la población y la biomasa de lombrices de tierra.

Sharma et al. (2018), en su investigación “Análisis comparativo de la calidad de vermicompost producida a partir de paja de arroz y residuos de papel empleando lombrices de tierra *Eisenia foetida*”. Concluyó que, el mayor contenido de Nitrógeno total estuvo en la mezcla de paja de arroz y residuos de papel. Además, la relación C:N más baja (12,23) fue de estiércol de vaca 60 % + paja de arroz 20 % + desperdicio de papel 20 %. Adicional a ello, el vermicompostaje de residuos de cocina precompostados modificados con astillas de madera y papel resultó en un aumento de N (15 %), P (20 %), K (18 %), Ca (18 %) y Mg (31 %).



Zapara (2017), en su investigación "Efectos de la lombriz roja californiana, sobre el crecimiento de microorganismos en suelos contaminados por mercurio". Afirmó que, al aportar nitrógeno, fósforo y potasio, los excrementos de lombriz contribuyen a mejorar las condiciones químicas y físicas, aumentando la fertilidad del suelo y la comunidad microbiana.

Ravindran y Mnkeni (2016), en su investigación "Biooptimización de la relación carbono-nitrógeno para el vermicompostaje eficiente de estiércol de pollo y papel de desecho utilizando *Eisenia foetida*". Concluyeron que, tras 20 días de compostaje se degradan considerablemente las mezclas de desechos orgánicos de tratamientos empleados y, al adicionarle a ello 7 semanas de lombricultura, se mejoraron significativamente la bioconversión y el valor nutritivo. Además, la relación C/N de 40 (T3) frente al C/N 20, 30, 50, 60 y 70 de otros tratamientos (T1, T2, T4, T5 y T6 respectivamente) resultó en el vermicompost de mejor calidad.

Según Tenecela (2012), en su investigación "Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de residuos orgánicos". Llegó a la conclusión de que aplicar humus de lombriz a los campos de cultivo como abono disminuye la necesidad de fertilizantes sintéticos y mantiene la productividad de los suelos. La técnica de transformación de la materia orgánica por la lombriz de tierra evita la liberación de contaminantes del suelo, el agua y el aire, que se producen por la descomposición de la materia orgánica, al utilizar los residuos orgánicos de forma ordenada.

### **2.1.2. Nacionales**

Gutierrez (2017), en su investigación "Producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de Residuos Sólidos Orgánicos Domiciliarios y Excretas de Animales, a Nivel Laboratorio San Juan de Lurigancho - 2017"; Descubrió la eficacia de la lombriz californiana y se llegó a la conclusión de que es posible producir humus de lombriz a partir de residuos sólidos orgánicos en los que los resultados de las características y propiedades físicas y químicas son totalmente eficaces para la producción de humus. Sin embargo, los residuos deben ser precompostados.

Según Ruesta (2013), en su investigación "Manual Técnico lombricultura techo a dos aguas". Afirmó que el valor nutritivo del humus de lombriz viene determinado sobre todo por la calidad de los componentes y por cómo se gestionan durante el proceso de producción.

Vásquez (2014), en su informe "La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú". Según él, la lombricultura favorece el crecimiento de las plántulas

para los viveristas, simplifica la producción de humus, favorece el crecimiento de las plántulas para los comerciantes de productos agrícolas y produce hermosas flores para las amas de casa. Es importante señalar que los comerciantes de productos agrícolas y los productores de humus afirman que existe una fuerte demanda de humus.

### **2.1.3. Regional y local**

Según Villegas (2018), en su tesis “Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plantones de Caoba con fines de reforestación”. Añadió que el estiércol de gallina, que incluye cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y potasio, es uno de los abonos más completos y puede aportar a la tierra los mayores nutrientes. Pero primero hay que curarlo bien para poder aprovecharlo. Debido a la dieta de las gallinas, centrada en piensos concentrados, los excrementos de pollo contienen una mayor concentración de nutrientes que el estiércol de vaca.

Ascón (1995), en su investigación “Utilización de tres tipos de abono orgánico en la crianza y reproducción de la lombriz *Eisenia foetida* en San Martín”. Mencionó que la lombricultura puede centrarse en la producción de humus 100% orgánico, que puede utilizarse como un excelente fertilizante en el cultivo de todo tipo de plantas hortícolas, o puede centrarse en la producción de carne de lombriz, que puede utilizarse perfectamente en piensos directamente o en harinas para alimentos concentrados.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Variación del pH por vermicompostaje**

Las lombrices de tierra y los microorganismos pueden cambiar el pH del suelo (Suthar et al., 2014). El pH aumenta durante el período de compostaje. La intensa actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica en las primeras semanas dan como resultado la formación de amonio y un aumento del pH del compost. Además, en la etapa final del vermicompost, el pH descendió, lo que puede atribuirse a la producción de dióxido de carbono debido a las actividades metabólicas de las lombrices de tierra y los microorganismos (Amouei et al., 2017).

### **2.2.2. Conductividad eléctrica después del proceso de lombricultura**

Debido a la actividad de las lombrices de tierra, la descomposición de la materia orgánica y la mineralización de los compuestos, la solubilidad y movilidad aumentan, lo que lleva a una mayor conductividad eléctrica del material del sustrato durante el proceso y finalización del vermicompostaje (CD & MH, 2008).

### **2.2.3. Reproducción de la *Eisenia foetida***

Según Sanchez (2011), manifiesta que, “las lombrices de tierra son hermafroditas y algunas pueden reproducirse por partenogénesis, durante la cópula, las lombrices se ubican en direcciones opuestas y ponen en contacto las superficies ventrales de ambos individuos”. El clitelo de cada lombriz, una banda hinchada alrededor de su cuerpo, segrega un moco durante la cópula para mantener unidas a las lombrices. Los espermatozoides son liberados por los poros que se encuentran en segmentos específicos del gusano. El clitelo segrega un anillo mucoso o capullo cuando los gusanos se separan, en el que se liberan los huevos y, finalmente, el esperma. Después, el capullo se entierra en el suelo. Su crecimiento es inmediato.

### **2.2.4. Variabilidad de la relación carbono – nitrógeno (C/N) en vermicompostaje**

La relación C/N del sustrato disminuye a lo largo del tiempo en el proceso de vermicompostaje. Esto se puede atribuir a la descomposición de la materia orgánica y la liberación de una porción de carbono orgánico en forma de dióxido de carbono y la mineralización del nitrógeno debido a los procesos de descomposición microbiológica y la producción de enzimas, mucosas y compuestos nitrogenados (Cardosa, 2002).

### **2.2.5. NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio)**

El vermicompostaje de los desechos de papel con estiércol de vaca, después de 91 días de actividad de la *Eisenia foetida*, resulta en una reducción neta en el contenido de carbono orgánico total (42,5–56,8 %), sin embargo en un aumento del nitrógeno total (2,0–2,4 veces), el potasio total (2,0 veces) y el fósforo total (1,4–1,8) (Gupta y Garg, 2009).

### **2.2.6. Crecimiento poblacional de la *Eisenia foetida***

Bajo circunstancias ideales, la población de lombrices californianas puede llegar a duplicarse mensualmente y una superficie de cultivo puede expandirse hasta 32 veces la inicial. Tenga en cuenta que los gusanos californianos se casan de forma rutinaria -por término medio- cada 7 días, depositando una cápsula o capullo de cada apareamiento que puede albergar hasta 9 gusanos jóvenes (una media de 2 a 4 gusanos/cocón). “A los dos meses, estos nuevos gusanos serán sexualmente maduros y se reproducirán cada siete días” (Sanchez, 2011).

### **2.2.7. Condiciones para el desarrollo de la *Eisenia foetida***

Según Sanchez (2011), se requiere las siguientes condiciones:

- **Humedad:** Será del 70% para facilitar ingestión de alimentos y el deslizamiento a través del material. Las lombrices toman el alimento chupándolo.

- **Temperatura:** El rango óptimo para el crecimiento de lombrices oscila entre 12-25°C; y para formación de cocones entre 12 y 15°C.
- **pH:** El óptimo es 7. Cuando es muy ácido se pueden usar sales de calcio para equilibrar su media.
- **Riego:** Por sistema manual o por aspersión.
- **Aireación:** Fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices.

### 2.2.8. Producción de humus

La producción de humus está directamente ligada a la cantidad de lombrices operando y al cuidado que se dispense. Si se comienza, por ejemplo, con un núcleo de 15000 lombrices, usted podría obtener unos 60 kg mensuales durante los primeros meses. Pero tomando en cuenta el aumento en la producción de lombrices, al cabo de un año la producción asciende a una cantidad que oscila entre 1,5 y 2,5 toneladas mensuales. “Y si continúa manteniendo su población de lombrices en 6 meses más podrá recolectar unas 10 toneladas mensuales, cuanto mayor sea el número de lombrices, mayor será la producción de humus y las ganancias” (Sanchez, 2011).

### 2.2.9. Cosecha de humus

Según Agrolanzarote (2013), “cuando la cantidad de las lombrices es muy alta, por lo general después de 9 meses, se puede empezar a cosechar, se suspende algunos días la alimentación fresca, luego se pone materia fresca en la parte central de la cama”. Las lombrices se concentran en este material y pueden ser capturada y guardada en un recipiente adecuado mientras se saca el humus terminado.

### 2.2.10. Residuos sólidos según su origen

**Tabla 1**

*Residuos según su origen*

<b>Tipo de Residuo Sólidos</b>	<b>Generados por</b>	<b>Descripción</b>
Residuo domiciliario	Actividades domésticas	Restos de alimentos, revistas, botellas, etc.
Residuo comercial	Establecimientos comerciales	Papeles, plásticos, embalajes diversos, etc.
Residuo de limpieza y espacios	Servicios de barrido	Papeles, plásticos, envolturas, restos de plantas
Residuo de establecimiento de salud	Procesos y actividades médicas, laboratorios, Etc.	Agujas, gasas, algodones, órganos, etc.
Residuo industrial	Actividades de las diversas ramas industriales	Lodos, cenizas, escorias

Fuente: Clasificación de residuos sólidos, MINAM 2010

### **2.2.11. Composición del papel**

Almazán et al. (2015), manifiestan que, “la producción de papel y otros productos celulósicos se (realizan) a partir de fibras vegetales, caracterizadas por presentar una matriz lignocelulósica, compuesta fundamentalmente por tres polímeros naturales: la celulosa, las hemicelulosas y la lignina”. La principal fuente fibrosa natural la constituye la madera, a la que se le suman el bagazo de la “caña de azúcar”, así como otras plantas y las pajas de diferentes cereales.

### **2.2.12. Papel y *Eisenia foetida***

En el uso de vasos de papel para vermicompostaje junto con estiércol de vaca, en tres proporciones diferentes (1:1, 1,5:0,5 y 0,5:1,5), durante un período de 90 a 140 días empleando *Eisenia foetida*, se evidenció que el mejor humus se obtiene del vaso de papel/estiércol de vaca en la relación 1:1, que del vaso de papel/estiércol de vaca en la relación 1,5:0,5 y del vaso de cartón/estiércol de vaca en la proporción 0,5:1,5. Los resultados mostraron que las lombrices de tierra aceleraron la tasa de mineralización y convirtieron los desechos en compost con los elementos necesarios que podrían apoyar el crecimiento de las plantas de cultivo. Durante las etapas finales del vermicompostaje, se observó que la lombriz no actuó sobre el material plástico que recubría el interior de los vasos de papel y lo estancó alrededor del borde de la tina (Arumugam et al., 2014).

### **2.2.13. Compostaje**

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La (FAO, 2013), define como “compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes”.

## **2.3. Definición de términos básico**

### **2.3.1. *Eisenia foetida***

Según Díaz (2008), “cuando un anélido alcanza la madurez sexual a los 3 meses de edad, es hermafrodita, recíproco en su apareamiento y se casa cada 7 días”. Para confirmarlo, busca un anillo más grande que el resto del cuerpo, conocido como clitelo, que es donde se desarrolla la cápsula que lleva los embriones.

### **2.3.2. Humus**

Según Ángel (2014), “el humus es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos en el cual la lombriz excreta 60% para el abono orgánico y el 40 % son asimilados y se convierte en biomasa de lombriz”.

### **2.3.3. Materia Orgánica**

La FAO (2013), manifiesta que, “son residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo”.

### **2.3.4. Papel**

Según Gabarda (2014), “es una hoja delgada hecha con pasta de fibras vegetales obtenidas de trapos, madera, paja, etc., molidas, blanqueadas y desleídas en agua, que se hace secar y endurecer por procedimientos especiales”.

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Material

- Lapicero – Pilot – Para el registro de datos de campo
- Papel bond – Atlas – Para la impresión de formatos e informe.
- Aplicación móvil de gestión de notas – Evernote, para anotar las incidencias e imprevistos.
- Cámara fotográfica, para registrar las imágenes pertinentes a la investigación
- Lap top e impresora, para la redacción e impresión documentaria.
- Baldes, para el almacenamiento temporal y transporte de residuos domésticos al área de estudios.
- Palana, para la mezcla de los tratamientos estudiados.
- Guantes, para la manipulación y extracción de muestras de humus.
- Compostera (Tablas), para la división de tratamientos.
- Calamina, pie derechos y malla raschell, para la instalación del área del proyecto.
- Cubos de madera de 15 cm x 4 cm x 2 cm, para la rotulación de tratamientos.
- Balanza, para el pesaje de humus y posterior envío a laboratorio.

### 3.2. Métodos

Se optó por una investigación de tipo aplicada enfocado en la resolución del problema planteado, conducida mediante un diseño completo al azar (DCA), siendo 5 los tratamientos en estudio y con dos repeticiones; haciendo un total de 10 unidades experimentales. Basado en el modelo aditivo lineal. Para este diseño la ecuación es la siguiente:

$$X_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = es cualquier observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición

$u$  = es la media general

$T_i$  = es el efecto de la mezcla de residuos orgánicos con papel para el compost

$E_{ij}$  = es el efecto aleatorio o error experimental

Los tratamientos en estudio se indican en la tabla 2:

**Tabla 2***Claves y tratamientos en estudio*

<b>Nº</b>	<b>Clave</b>	<b>Tratamiento (%)</b>
1	T <sub>1</sub>	100% residuos orgánicos
2	T <sub>2</sub>	75% residuos orgánicos y 25% papel
3	T <sub>3</sub>	50% residuos orgánicos y 50% papel
4	T <sub>4</sub>	25% residuos orgánicos y 75% papel
5	T <sub>5</sub>	100% papel

Fuente: Elaboración propia

- Asimismo, el nivel de la investigación fue explicativa-experimental, ya que se realizó la dosificación de sustratos para cada tratamiento. Además, se hizo la mención de características fisicoquímicas del humus obtenido a partir de residuos domésticos orgánicos y papel.
- El diseño de la investigación fue experimental pues, en la investigación, existe manipulación de la variable independiente, toda vez que se realizó tratamientos con repeticiones y se aplicó dosis de sustratos en cada tratamiento.
- El terreno experimental contó con un área de 15.06 m<sup>2</sup> y un perímetro de 16.02 m, cuya distribución se presenta en el anexo 2 (Plano de tratamientos en el área de estudio – Moyobamba).
- El procedimiento de compostaje se basó en la recogida de papel bond usado y residuos sólidos domésticos. La preparación del espacio para el compostaje y posterior vermicompostaje fue el primer paso del procedimiento. Luego, en cada subárea limitada para cada tratamiento se procedió a la colocación de los residuos orgánicos domésticos y el papel según proporciones porcentuales indicados en la tabla 2 (Claves y tratamientos en estudio), Para airearlo y favorecer la fermentación, hay que removerlo de vez en cuando. Para conservar la humedad, también era importante humedecerlo. Tardó unos 37 días (5,3 semanas) en completarse. Luego se agregó un núcleo de 200 "lombrices rojas californianas a cada tratamiento, durando el proceso de vermicompostaje un total de 73 días (10,4 semanas).
- En cuanto a los tratamientos estudiados la proporción porcentual fue medida utilizando la capacidad de un balde cilíndrico de 20 litros en el cual se marcó en 25% igual a 1/4 de balde, 50% igual a 2/4 de balde, 75% equivalente a 3/4 de balde y 100% igual a 1 balde, con la finalidad de adquirir los porcentajes para las mezclas y luego ser expresados en Kg, conteniendo el 100% (1 balde lleno) un volumen de residuos sólidos orgánicos con 11 Kg en peso.



**Tabla 3**

*Medición porcentual y en peso (Kg) de residuos orgánicos y papel en función a un balde de 20 litros.*

<b>Balde de 20 litros</b>		<b>Residuos orgánicos (Kg)</b>	<b>Papel (Kg)</b>
100%	1 balde	11	4.5
75%	3/4 de balde	8.25	3.375
50%	2/4 de balde	5.5	2.25
25%	1/4 de balde	2.75	1.125
0%	-	0	0

Fuente: Elaboración propia

- El proceso de regadío se hizo de acuerdo con las necesidades de los tratamientos. Aprovechando el agua de lluvia durante las avenidas, almacenándolas en bidones con su respectiva tapa. El regadío se realizó dos veces por semana.
- Los datos obtenidos producto de las mediciones permitieron el tratamiento estadístico de los datos mediante el Ms Excel.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Realización de mezclas proporcionales de residuos orgánicos y papel para el compostaje y alimentación de *Eisenia foetida*, en Moyobamba

Se realizaron las mezclas en forma proporcional, teniendo en cuenta la relación residuo orgánico: papel, 1:0; 3:1; 1:1; 1:3 y 0:1. Considerando que el papel tendría mucha influencia en la descomposición y en la calidad del compost. Lo manifestado se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Mezclas proporcionales de residuos orgánicos y papel para el compostaje y alimentación de Eisenia foetida.*

Clave	Tratamientos (%)	Tratamientos (fracción de balde)	Tratamientos (Kg)
T <sub>1</sub>	100% residuos orgánicos	1 balde con residuos orgánicos	11 Kg de residuos orgánicos
T <sub>2</sub>	75% residuos orgánicos y 25% papel	3/4 de balde con residuos orgánicos y 1/4 de balde con papel	8.25 Kg de residuos orgánicos y 1.125 Kg de papel
T <sub>3</sub>	50% residuos orgánicos y 50% papel	2/4 de balde con residuos orgánicos y 2/4 de balde con papel	5.5 Kg de residuos orgánicos y 2.25 kg de papel
T <sub>4</sub>	25% residuos orgánicos y 75% papel	1/4 de balde con residuos orgánicos y 3/4 de balde con papel	2.75 Kg de residuos orgánicos y 3.375 Kg de papel
T <sub>5</sub>	100% papel	1 balde con papel	4.5 Kg de papel

#### 4.1.2. Determinación de la cantidad de humus elaborado por *E. foetida* a partir de las mezclas de residuos orgánicos y papel

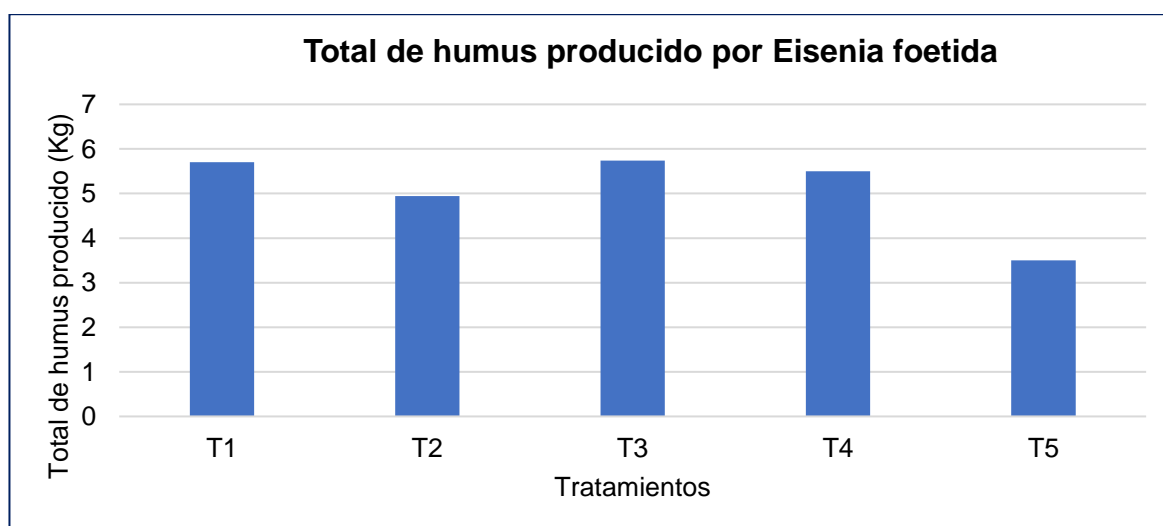
La cantidad de residuos ubicados en la compostera para su descomposición fueron en distintas cantidades considerando la proporción establecida o programada en el ensayo, y basado en algunas experiencias empíricas no sistematizadas, con respecto a la descomposición del papel en la combinación con residuos orgánicos y la presencia de la humedad, temperatura que sean favorables para la presencia y multiplicación de los microorganismos encargados de la degradación adecuada para que sea ingerida adecuadamente por la lombriz *E. foetida*.

Los valores mencionados y obtenidos en ensayo se muestran a continuación en la siguiente tabla 5.

**Tabla 5**

*Cantidad total (Kg) de humus producido por E. foetida a partir de las mezclas de residuos orgánicos y papel*

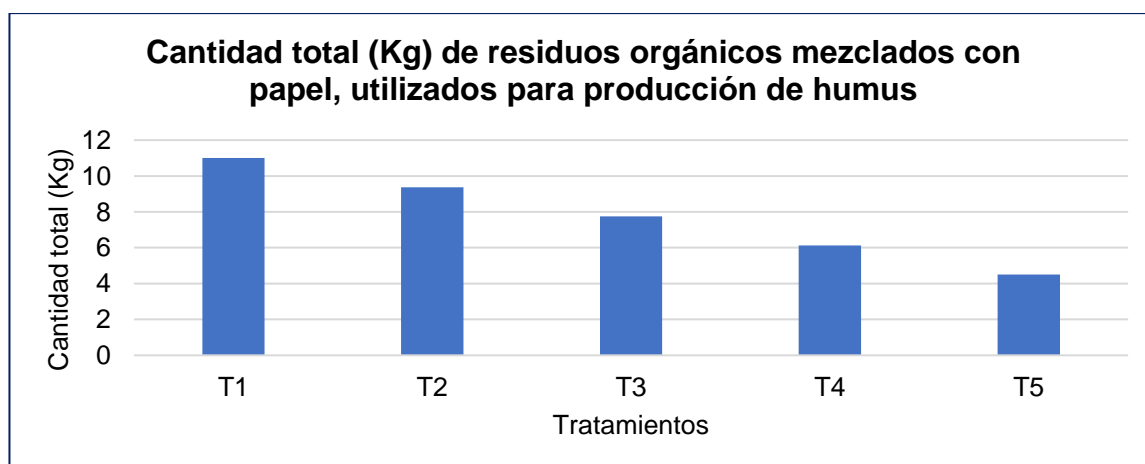
Nº	Clave	Tratamiento (%)	Cantidad (Kg) de residuos orgánicos utilizados para producción de humus	Cantidad (Kg) de papel utilizado para producción de humus	Cantidad total (Kg) de residuos orgánicos y papel utilizados para producción de humus	Total de humus producido (Kg)	Restos no consumidos por <i>Eisenia foetida</i> (Kg)
1	T <sub>1</sub>	100% residuos orgánicos	11.000	0.000	11.000	5.700	5.300
2	T <sub>2</sub>	75% residuos orgánicos y 25% papel	8.250	1.125	9.375	4.940	4.435
3	T <sub>3</sub>	50% residuos orgánicos y 50% papel	5.500	2.250	7.750	5.740	2.010
4	T <sub>4</sub>	25% residuos orgánicos y 75% papel	2.750	3.375	6.125	5.500	0.625
5	T <sub>5</sub>	100% papel	0.000	4.500	4.500	3.500	1.000



**Figura 1.**

*Total, de humus producido por Eisenia foetida*

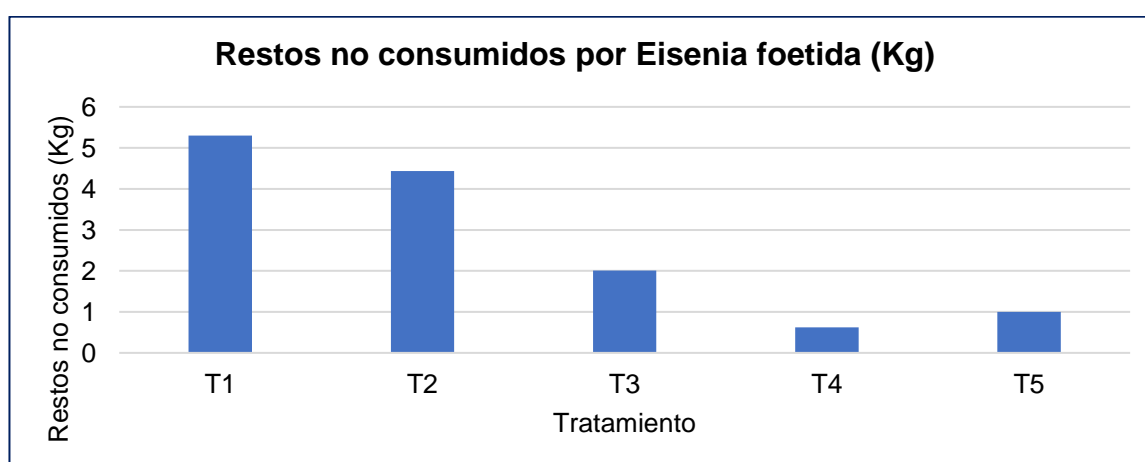
**Interpretación:** El total de humus producido asciende a 25.38 Kg. El tratamiento 3 aporta la mayor cantidad (5.74 Kg), seguido del tratamiento 1 (5.7 Kg). La mínima producción de humus se evidencia en el tratamiento 5 (3.5) compuesta por 100% de papel.



**Figura 2.**

*Cantidad total (Kg) de residuos orgánicos mezclados con papel, utilizados para producción de humus*

**Interpretación:** Se muestra un descenso progresivo del peso (Kg) desde el mayor kilaje (T1, 11 Kg con 100% de residuos orgánicos) hasta el menor kilaje (T5, 4.5 Kg con 100% de papel). Esto se debe al uso de un balde de 20 litros, representando el 100%, como medida para los residuos usados tanto orgánicos como de papel, partiendo desde el T1 con 100% de residuos orgánicos (menor volumen, mayor peso), hasta el T5 con 100% de papel (mayor volumen, menor peso). Adicional a ello, el T2 posee un total de 9.37 Kg partiendo de 8.25 Kg de residuos orgánicos mezclados con 1.12 Kg de papel; el T3 un total de 7.75 Kg partiendo de 5.50 Kg de residuos orgánicos mezclados con 2.25 Kg de papel y el T4 con un total de 6.12 Kg partiendo de 2.75 Kg de residuos orgánicos mezclados con 3.37 Kg de papel.



**Figura 3.**

*Restos no consumidos por Eisenia foetida (Kg)*

**Interpretación:** Se evidencia mayor cantidad en Kg de residuos no consumidos en tratamientos con mayor porcentaje de residuos orgánicos (T1, T2 y T3). Sin embargo, en

campo se evidenció mayor volumen de residuos no consumidos en tratamientos con mayor porcentaje de papel (T4 y T5), esto se debe a que el papel dispone menor peso (Kg) que los residuos orgánicos.

El Tratamiento con mayor cantidad de residuos no consumidos es el T1 (5.3 Kg) y el menor es el T4 (0.625 Kg).

#### 4.1.3. Análisis fisicoquímico del humus producido por *Eisenia foetida* a partir de residuos orgánicos domésticos y papel.

##### Análisis físico:

Los resultados del **análisis físico** del humus realizado en el laboratorio de suelos del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), está en la tabla 6, en la cual apreciamos que predomina la textura franco arenoso, y solamente los tratamientos tres (T3) y tratamiento cinco (T5) son de textura areno franco. La descripción es el siguiente:

El Tratamiento 1 (100% residuos orgánicos): la textura fue franco arenoso, densidad aparente 1,56

El Tratamiento 2 (75% de residuos orgánicos más 25% papel): la textura fue franco arenoso, densidad aparente 1,59,

El Tratamiento 3 (50% de residuos orgánicos más 50% papel): la textura fue areno franco, con densidad aparente de 2,60

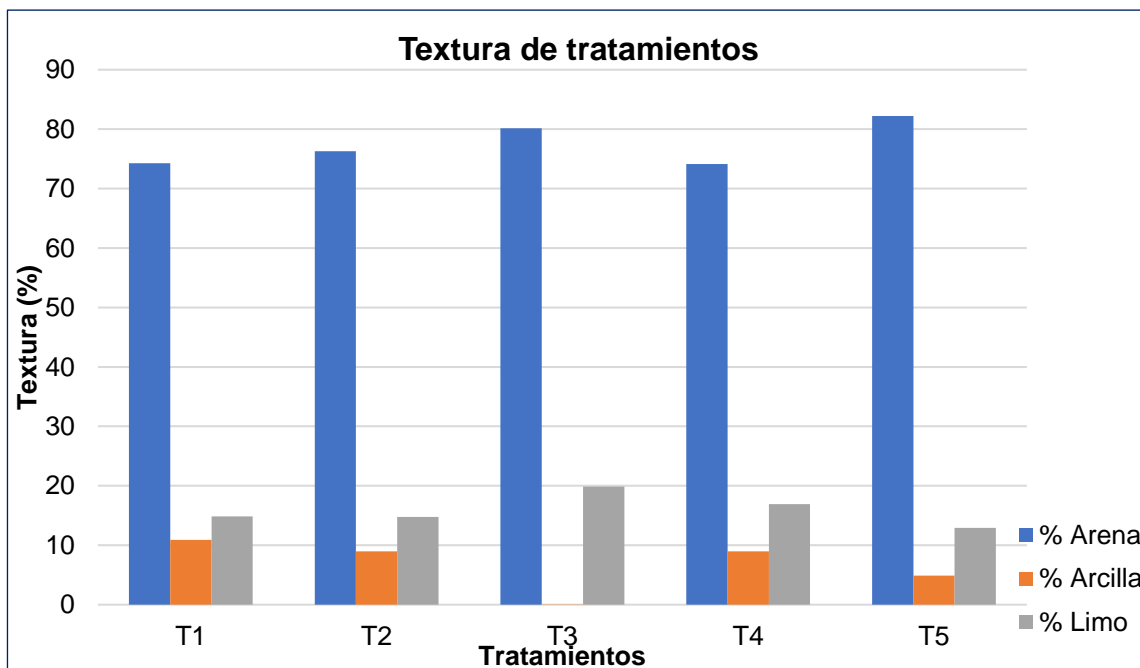
El Tratamiento 4 (25% de residuos orgánicos más 75% papel): la textura fue franco arenoso, densidad aparente de 1,59

El Tratamiento 5 (100% papel): textura areno franco, densidad aparente 1,70

**Tabla 6**

*Análisis físico del humus obtenido a partir de residuos orgánicos y papel.*

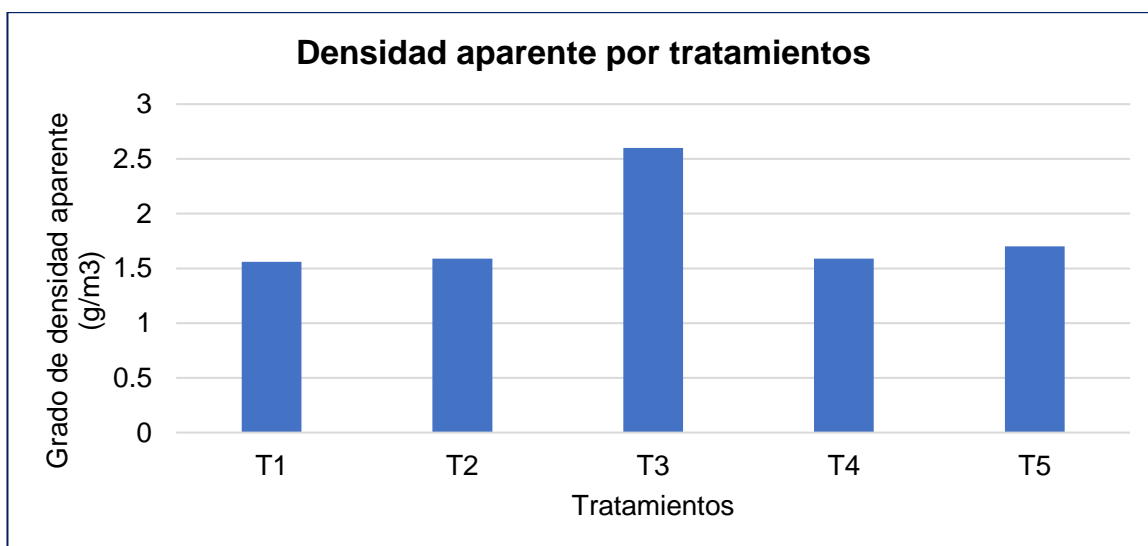
Tratamientos	Mezclas proporcionales de residuos orgánicos y papel para el compostaje y alimentación de <i>Eisenia foetida</i>	Análisis Físico				
		Textura			Clase Textural	Densidad Aparente
		Arena %	Arcilla %	Limo %		
T <sub>1</sub>	100% Residuos Orgánicos	74.27	10.88	14.85	Franco Arenoso	1.56
T <sub>2</sub>	75% Residuos Orgánicos + 25% papel	76.27	8.95	14.78	Franco Arenoso	1.59
T <sub>3</sub>	50% Residuos Orgánicos + 50% papel	80.13	0.01	19.86	Areno Franco	2.60
T <sub>4</sub>	25%Residuos Orgánicos + 75% papel	74.13	8.95	16.92	Franco Arenoso	1.59
T <sub>5</sub>	100% papel	82.20	4.88	12.92	Areno Franco	1.70



**Figura 4.**

*Textura de tratamientos*

**Interpretación:** El tratamiento 5 presenta el mayor % de arena (82%) y menor % de limo (12.92%) que el resto de los tratamientos, siendo constituido como areno franco. Sin embargo, el tratamiento 3 dispone el menor % de arcilla (0.01%).



**Figura 5**

*Densidad Aparente*

**Interpretación:** El tratamiento 3 presenta mayor densidad aparente (2.6), seguido del tratamiento 5 (1.7). Además, se muestra paridad de densidades (1.59) entre los tratamientos 4 y 2.

### Análisis químico:

Los resultados del análisis químico del humus realizado en el laboratorio de suelos del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM), está en la tabla 7. Y la descripción es la siguiente:

El Tratamiento 1 (100% residuos orgánicos): con un pH de 7,67; CE de 0,01165, relación C/N de 78,46; M.O. de 51.54; N con 0.383 %; P con 71,76 ppm; K con 477,90 ppm; CIC de 20,22; Ca = 16 meq/100gr suelo; Mg = 2,24 gr de suelo; Na = 0,76 meq/100gr suelo; K con 1,22 meq/100 gr suelo; Al trazas; y saturación de Aluminio 0 %

El Tratamiento 2 (75% de residuos orgánicos más 25% papel): con pH 8,26; CE de 0,01117; relación C/N de 66.41; MO de 53,132 %; N con 0,464 %; P con 69,60 ppm; K con 430,11 ppm; CIC con 14,22; Ca con 10,80 ppm; Mg con 1,62 ppm; Na con 0,70 ppm; K con 1.10 ppm; Al trazas y saturación de Aluminio 0%

El Tratamiento 3 (50% de residuos orgánicos más 50% papel): con pH de 9,16; CE con 0,00058; relación C/N de 62,64; MO con 51,508; N con 0,477 %; P con 62,62,10 ppm; K con 159,30 ppm; CIC con 14,01; Ca con 11,20 meq/100gr suelo; Mg con 1,68 meq/100 gr suelo; Na con 0,72 meq/100 gr suelo; K con 0,41 meq/100gr suelo; Al trazas; saturación de Aluminio 0%.

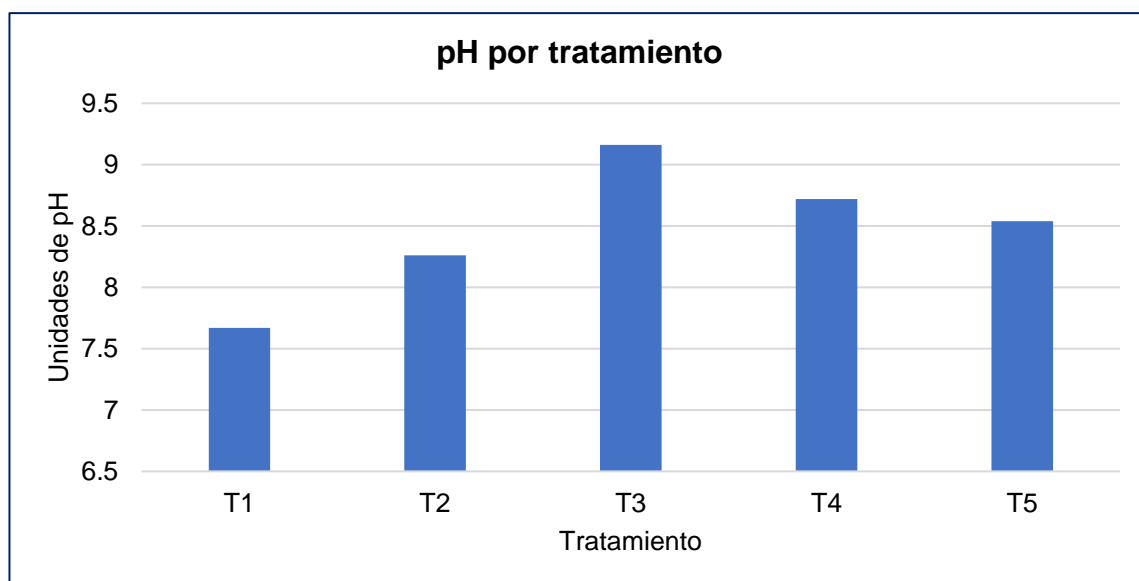
El Tratamiento 4 (25% de residuos orgánicos más 75% papel): con pH de 8,72; CE con 0,00476 dS/m; relación C/N con 83,32 %; N con 0,370 %; P con 58,00 ppm; K con 149,74; CIC con 5,72; Ca con 3,20 meq/100gr suelo; Mg con 1,54 meq/100 gr suelo; Na con 0,60 meq/100gr suelo; K con 0,38 meq/100 gr suelo; Al trazas; saturación de Aluminio 0%.

El Tratamiento 5 (100% papel): con pH 8,54; CE con 0,00335 dS/m; relación C/N con 66,82; MO con 52,668 %; N con 0,457 %; P con 48,60 ppm; K con 192,75 ppm; CIC con 15,21; Ca con 12,40 meq/100 gr suelo; Mg con 1,74 meq/100 gr suelo; Na con 0,58 meq/100 gr suelo; K con 0,49 meq/100 gr suelo; Al trazas; saturación de Aluminio 0%.

**Tabla 7**

*Análisis químico del humus obtenido a partir de residuos orgánicos y papel*

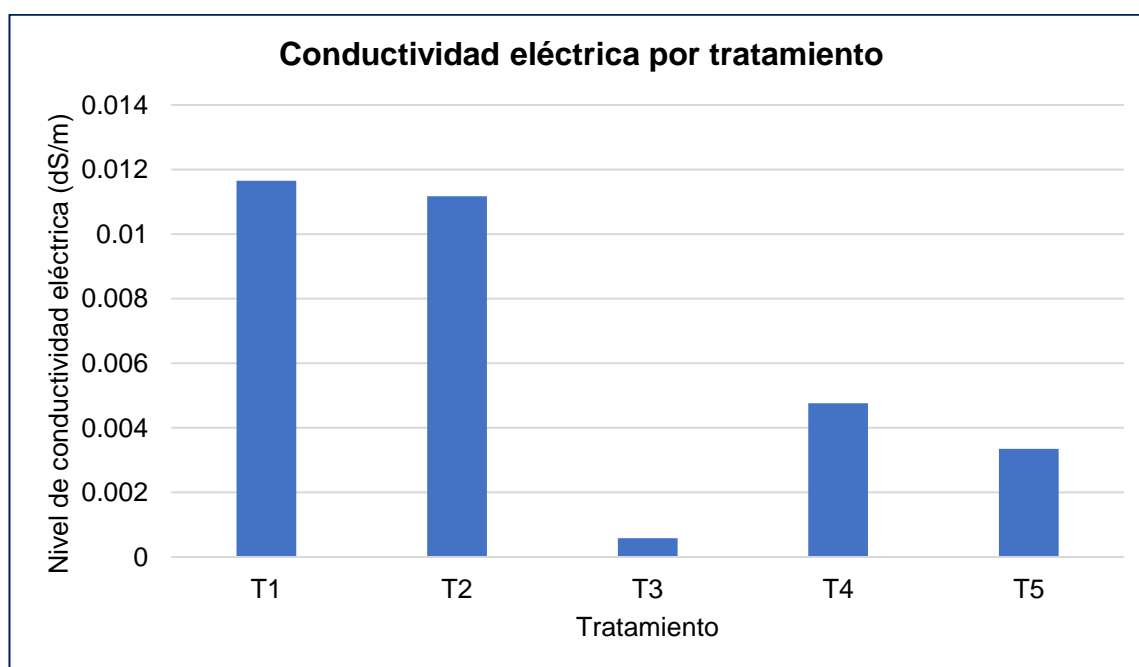
Tratamientos	Análisis Químico													
	pH 1 : 1	Conductividad Eléctrica dS / m	Relación C / N	Materia Orgánica %	Elementos Disponibles			CIC	Elementos Cambiables					Saturación de Al %
					N %	P ppm	K ppm		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	
T <sub>1</sub>	7.67	0.01165	78.46	51.74	0.383	71.76	477.90	20.22	16.00	2.24	0.76	1.22	Trazas	0%
T <sub>2</sub>	8.26	0.01117	66.41	53.132	0.464	69.60	430.11	14.22	10.80	1.62	0.70	1.10	Trazas	0%
T <sub>3</sub>	9.16	0.00058	62.64	51.508	0.477	62.10	159.30	14.01	11.20	1.68	0.72	0.41	Trazas	0%
T <sub>4</sub>	8.72	0.00476	83.32	53.132	0.370	58.80	149.74	5.72	3.20	1.54	0.60	0.38	Trazas	0%
T <sub>5</sub>	8.54	0.00335	66.82	52.668	0.457	48.60	192.75	15.21	12.40	1.74	0.58	0.49	Trazas	0%



**Figura 6.**

pH por tratamiento

**Interpretación:** El tratamiento 3 presenta mayor pH (9.16), siendo el tratamiento 1 el menor con 7.67 de pH. Todos los tratamientos, según resultados de laboratorio, fueron categorizados como pHs alcalino, siendo el más cercano a neutro el T1.

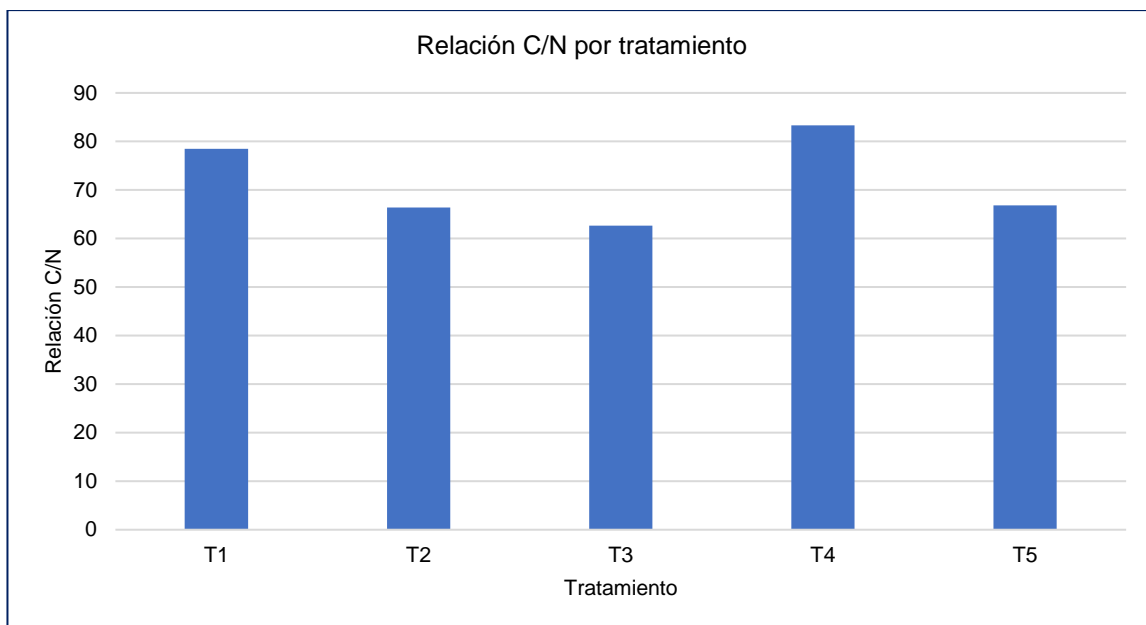


**Figura 7.**

*Conductividad eléctrica por tratamiento*

**Interpretación:** El tratamiento 1 presenta mayor conductividad eléctrica (0.01165), seguido del tratamiento 2 (0.01117), siendo el tratamiento 3 el de menor conductividad (0.00058).

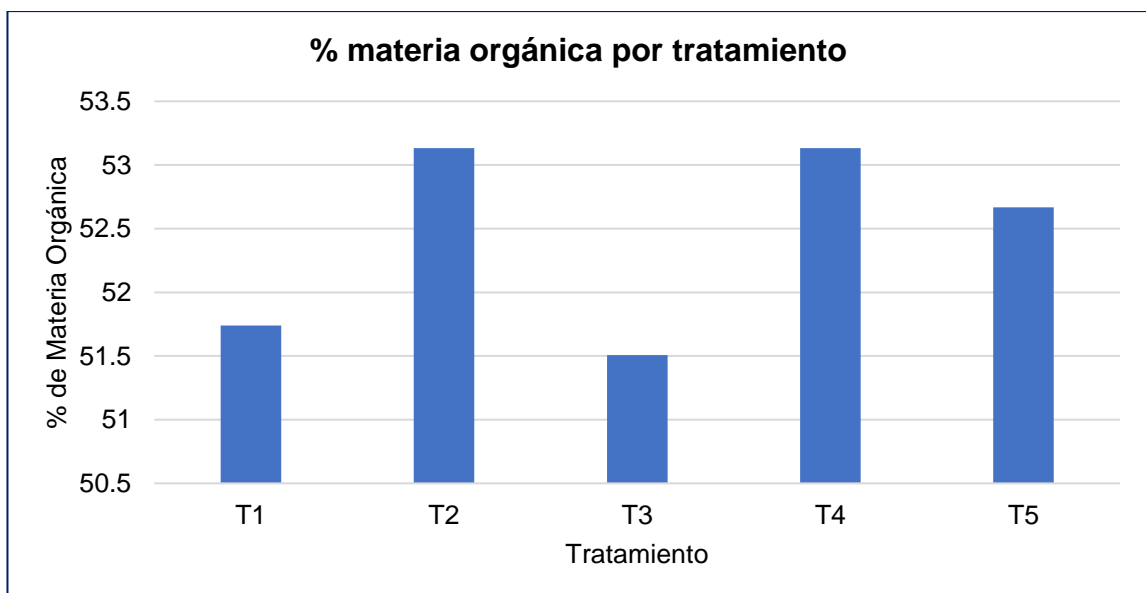




**Figura 8.**

*Relación C/N por tratamiento*

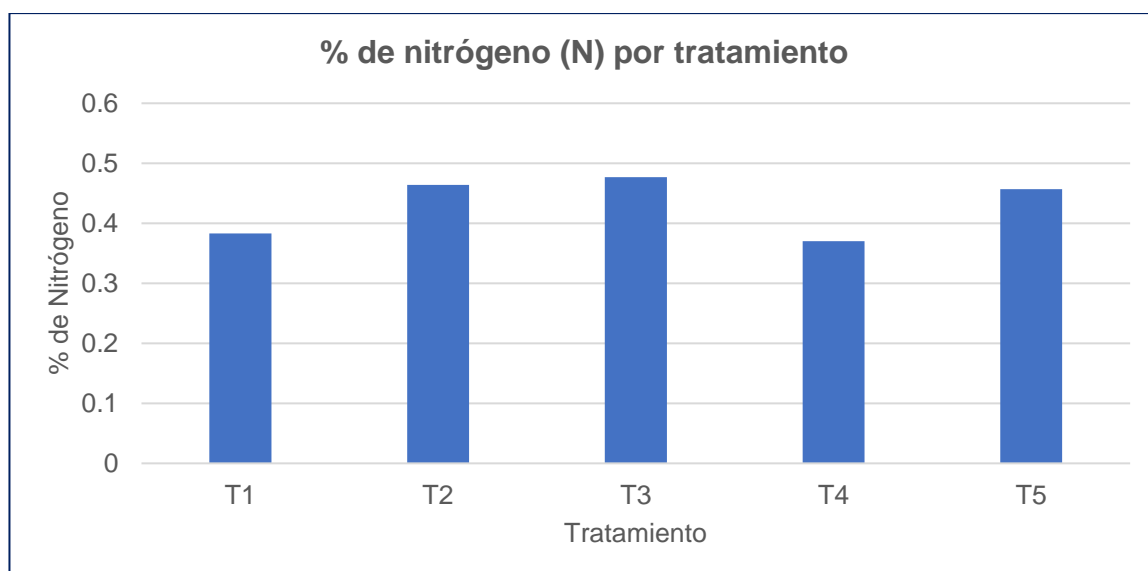
**Interpretación:** El tratamiento 4 cuenta con una mayor relación C/N de 83.32, seguido del tratamiento 1 con 78.46, siendo el tratamiento 3 (62.64) el que dispone menor relación C/N.



**Figura 9.**

*% materia orgánica por tratamiento*

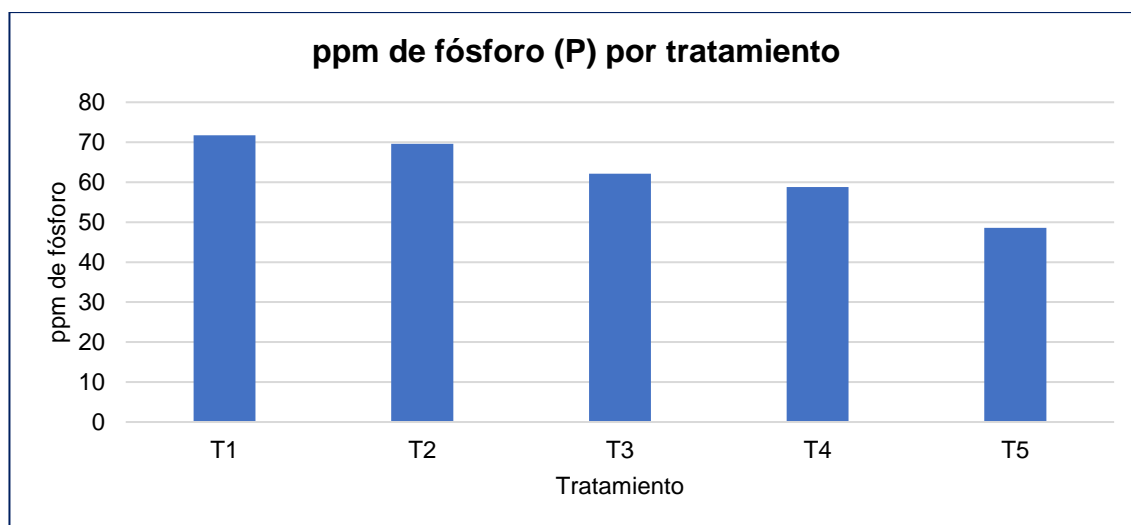
**Interpretación:** Se muestra paridad de resultados entre el tratamiento 2 y 4 con 53.132% de materia orgánica, constituyéndose como los tratamientos con mayor porcentaje de MA, siendo el tratamiento 3 (51.508%) el de menor porcentaje.



**Figura 10.**

*% de nitrógeno (N) por tratamiento*

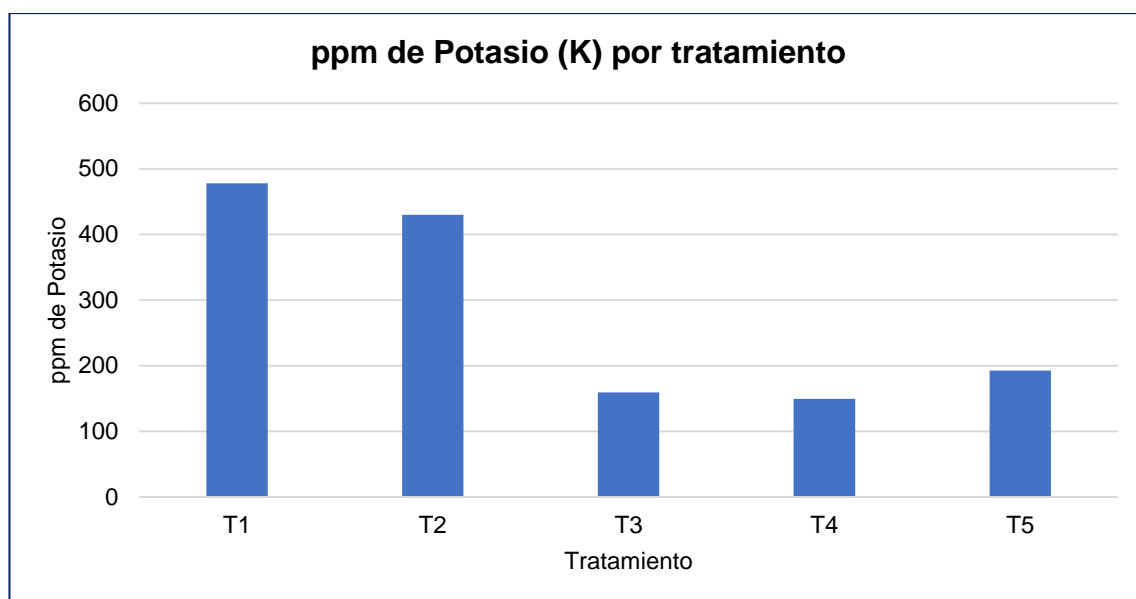
**Interpretación:** El tratamiento 3 (0.477%) cuenta con el mayor % de N, seguido del T2 (0.464%), T5 (0.457%), T1 (0.383.%) y, finalmente el T4 (0.37%). Con una media de 0.4302% de Nitrógeno entre el total de tratamientos.



**Figura 11.**

*ppm de fósforo (P) por tratamiento*

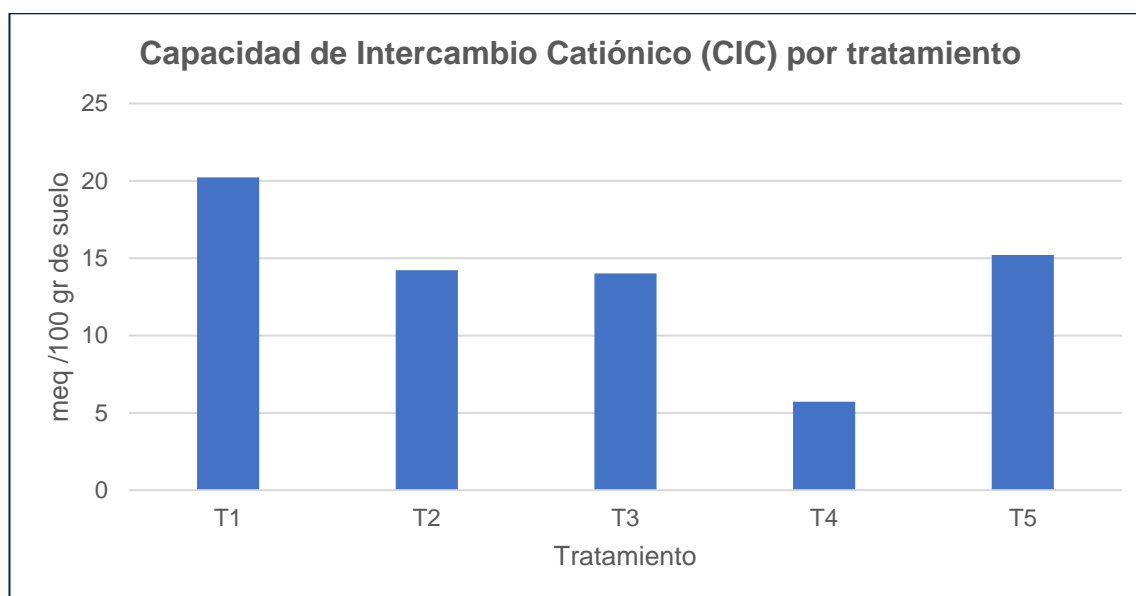
**Interpretación:** El promedio de Fósforo en los 5 tratamientos es 62.172 ppm. El tratamiento con el máximo valor en P es el T1 (71.76 ppm) y el mínimo es el T5 (48.6 ppm). Gráficamente se muestra un descenso progresivo de P, lo cual constituye una relación directamente proporcional entre la cantidad de fósforo y la cantidad de residuos orgánicos, a mayor % de residuos orgánicos es mayor la cantidad de fósforo en el tratamiento.



**Figura 12.**

*ppm de potasio (K) por tratamiento*

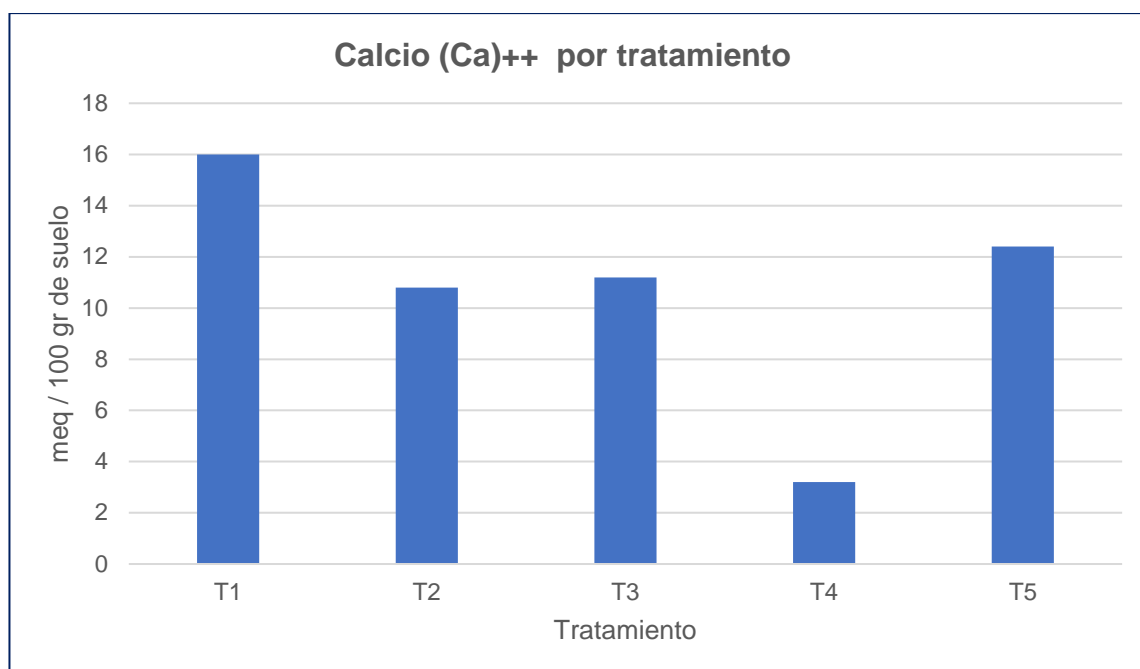
**Interpretación:** El promedio de Potasio en los 5 tratamientos es 281.96 ppm. Mostrándose mayores niveles de K en los tratamientos constituidos por más del 75% de residuos orgánicos (T1 y T2 con 477.9ppm y 430.11ppm, respectivamente).



**Figura 13.**

*Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) por tratamiento*

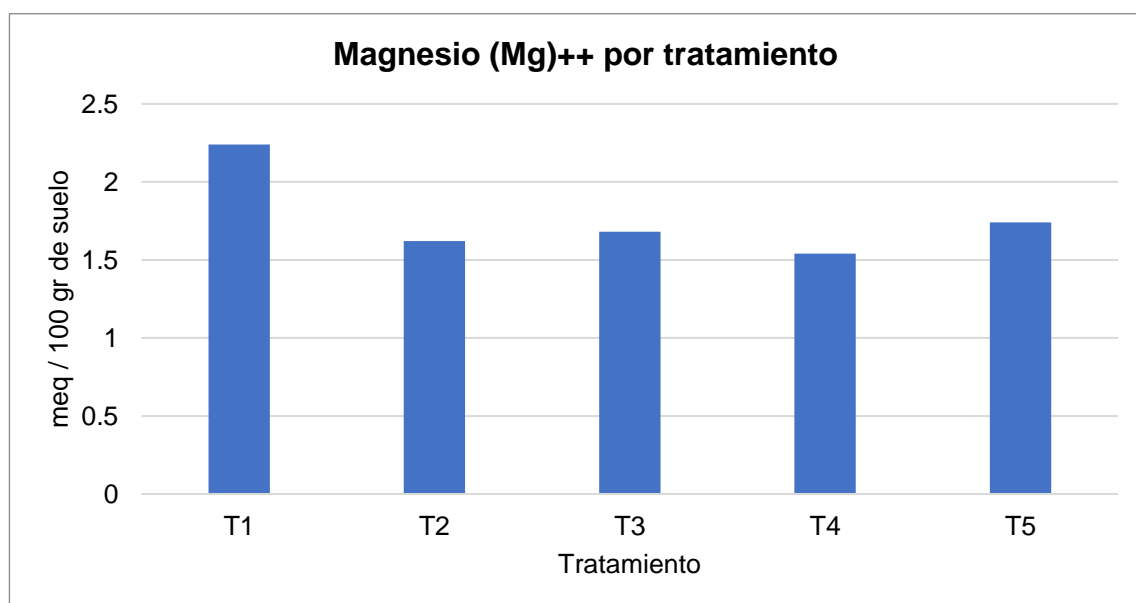
**Interpretación:** El promedio de Capacidad de Intercambio Catiónico en los 5 tratamientos es 13.876 meq/100 g. El tratamiento con máxima CIC es el T1 (20.22 meq/100 g) y el mínimo es el T4 (5.72 meq/100 g).



**Figura 14.**

*La cantidad de Calcio (Ca)++ por tratamientos*

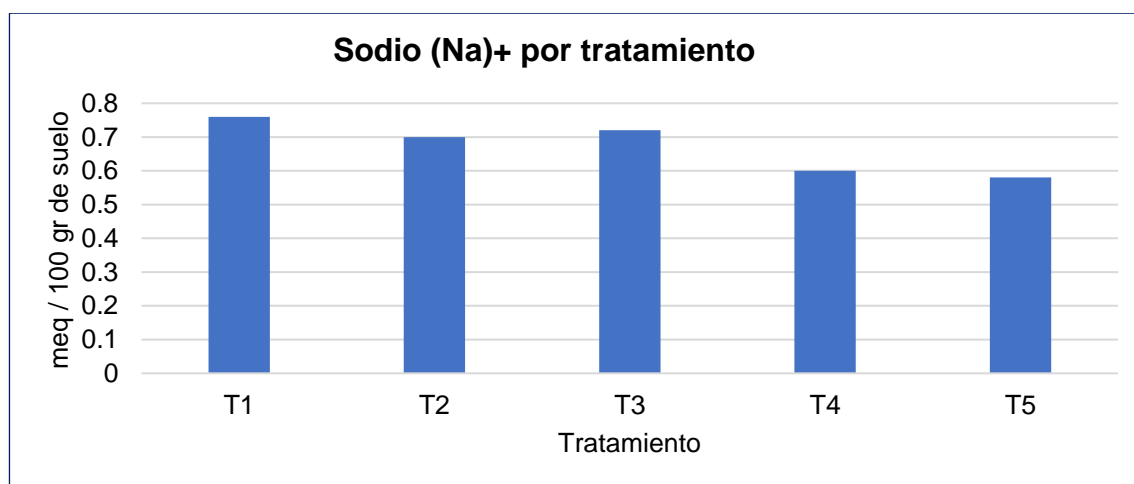
**Interpretación:** El promedio de Ca++ en los 5 tratamientos es de 10.72. El máximo valor en Ca++ lo dispone el T1 (16), y el mínimo lo dispone el T4 (3.2).



**Figura 15.**

*Magnesio (Mg)++ por tratamiento*

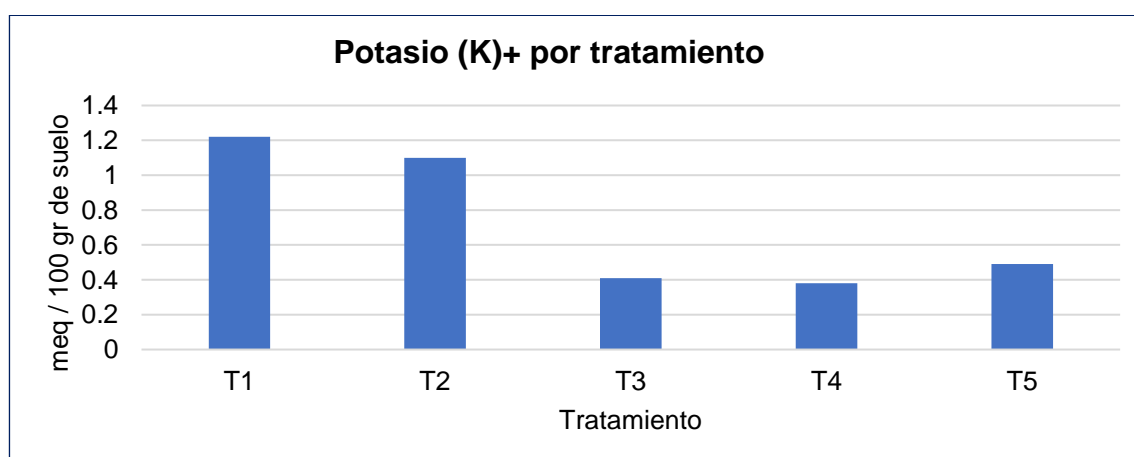
**Interpretación:** El promedio de Mg++ en los 5 tratamientos es de 1.764. El máximo valor en Mg++ lo dispone el T1 (2.24), y el mínimo lo dispone el T4 (1.54).



**Figura 16.**

*Sodio (Na)+ por tratamiento*

**Interpretación:** El promedio de Na+ en los 5 tratamientos es de 0.672. El máximo valor en Na+ lo dispone el T1 (0.76), y el mínimo lo dispone el T5 (0.58).



**Figura 17.**

*Potasio (K)+ por tratamiento*

**Interpretación:** El promedio de K+ en los 5 tratamientos es de 0.72. El máximo valor en K+ lo dispone el T1 (1.22), y el mínimo lo dispone el T4 (0.38).

#### 4.1.4. Demostrar la producción de algunas hortalizas, en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental.

La demostración de la producción en suelo tratado con humus, se realizó con la especie hortícola "Cebollita china" (*Allium fistulosum* Linn); y para el análisis comparativo de los tratamientos estudiados se utilizó el análisis de varianza (ANVA), lo cual se muestra a continuación en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza de la altura de planta de "Cebollita china" (cm) en suelos con humus*

Fuente Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	Ft		Significación
					0.05	0.01	
Tratam.	4	313.73	78.43	3.473	3.838	7.006	No Signif.
Bloques	2	13.33	6.665	0.295	4.459	8.649	No signif
Error	8	180.67	22.584				
Total	16						

Coefficiente de Variación (CV) = 10.6 %

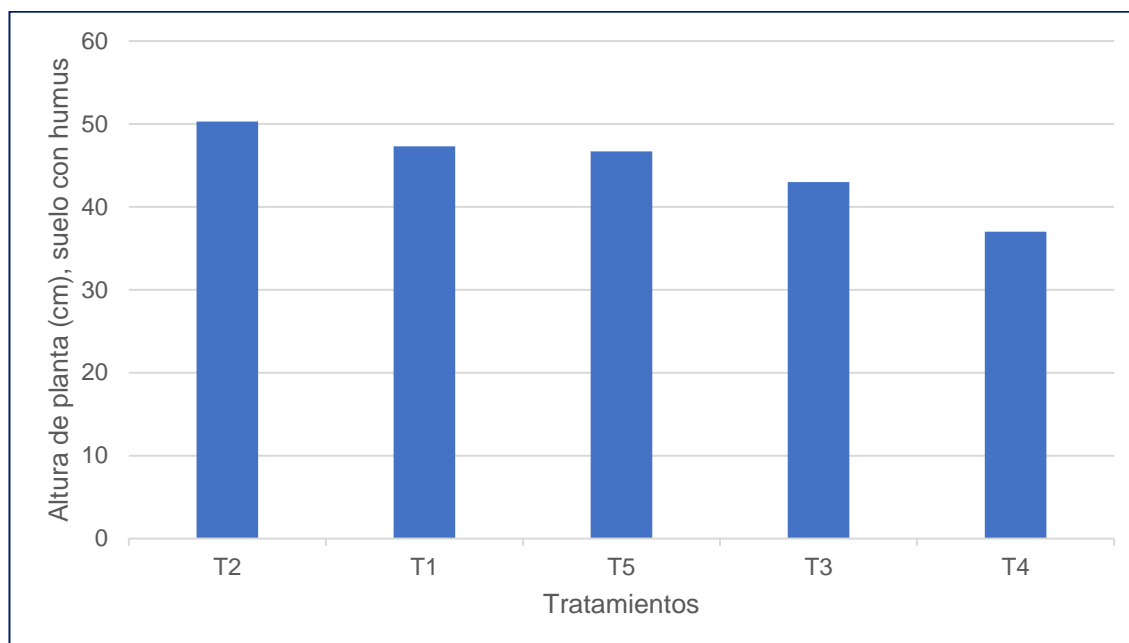
Error Estándar = 2.744

**Interpretación:** Según el ANVA, anterior se observa que no existe significación estadística entre los tratamientos evaluados; sin embargo, observamos que existe diferencia numérica entre los valores promedios, ordenados de mayor a menor:

**Tabla 9**

*Promedio altura de planta "Cebollita china" (cm), en suelo con humus ordenado de mayor a menor*

Tratamientos	Promedio altura planta (cm), en suelo con humus
T2	50.3
T1	47.3
T5	46.7
T3	43
T4	37

**Figura 18**

*Promedio de altura de planta (cm) de "cebollita china", en suelo con humus.*

A continuación, se indica el análisis de varianza (ANVA) de la altura de planta de la “cebolla china” (*Allium fistulosum* Linn) en suelo sin humus.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza de la altura de planta de “Cebollita china” (cm) en suelos sin humus*

Fuente Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	Ft		Significación
					0.05	0.01	
Tratam.	4	11.563	2.891	1.659	3.838	7.006	No Signif.
Bloques	2	3.23	1.615	0.927	4.459	8.64	No signif.
Error	8	13.937	1.742				
Total	16						

Coefficiente de Variación (CV) = 3.83 %

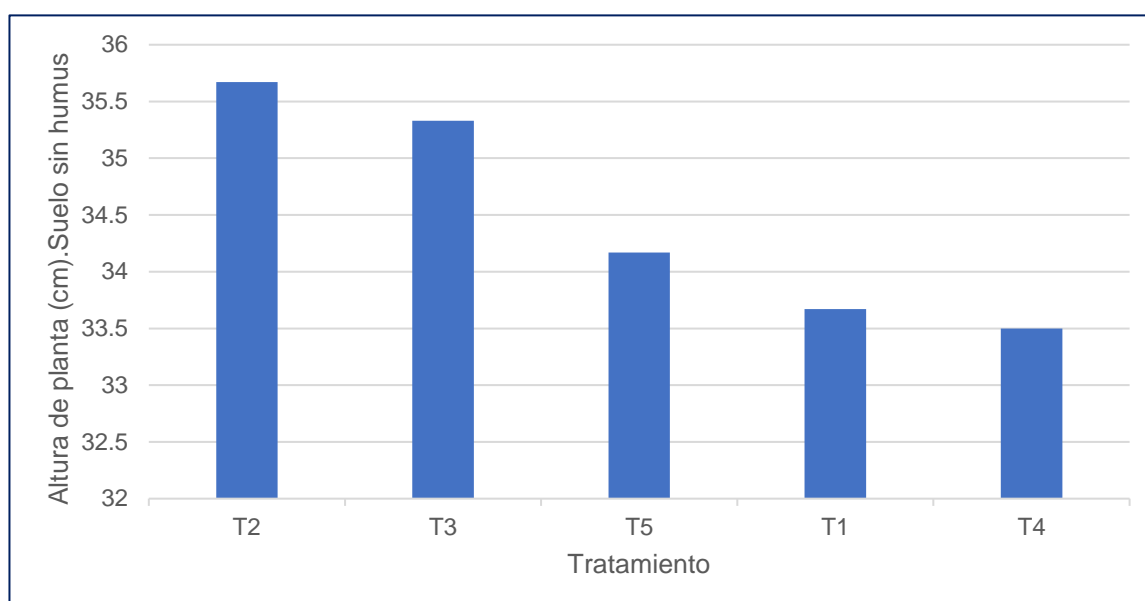
Error Estándar = 0.762

**Interpretación:** Según el ANVA, anterior se observa que no existe significación estadística entre los tratamientos evaluados, sin embargo, observamos que existe diferencia numérica entre los valores promedios, ordenados de mayor a menor:

**Tabla 11**

*Promedio altura de planta “Cebollita china” (cm), en suelo sin humus ordenado de mayor a menor*

Tratamientos	Promedio altura planta (cm), en suelo sin humus
T2	35.67
T3	35.33
T5	34.17
T1	33.67
T4	33.5



**Figura 19.**

*Promedio de altura de planta (cm) de “cebollita china”, en suelo sin humus.*

**Tabla 12**

*Análisis de Varianza de Altura de planta (cm) del "culantro" (Coriandrum sativum Linn.) en suelo sin humus*

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	Ft		Significación
					0.05	0.01	
Tratam.	4	6.397	1.599	2.243	3.838	7.006	No Signif.
Bloques	2	3.63	1.815	2.546	4.459	8.64	No signif
Error	8	5.703	0.713				
Total	16						

Coeficiente de Variación (CV) = 8.1 %

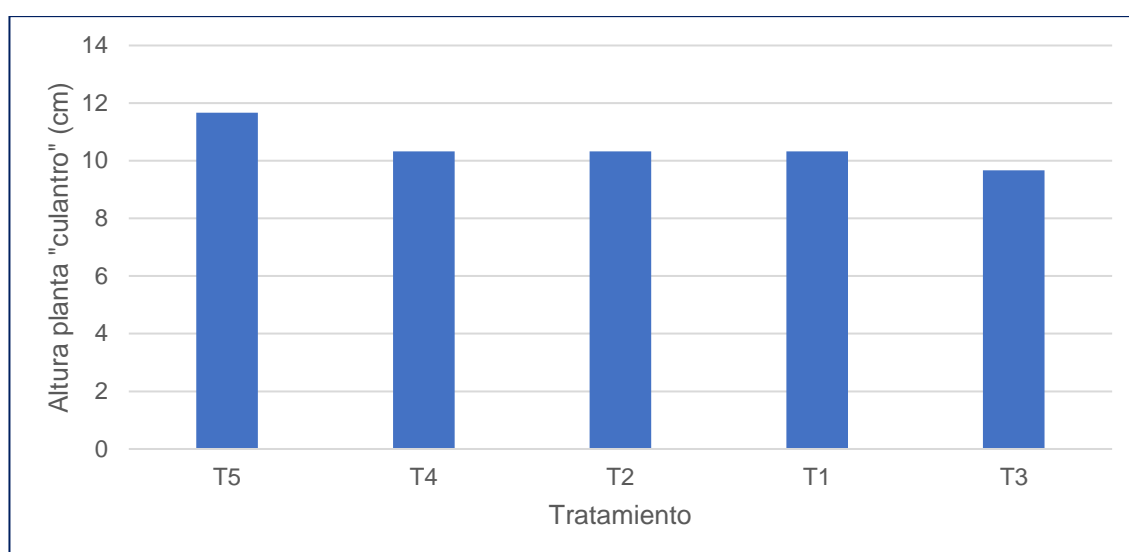
Error Estándar = 0.488

**Interpretación:** Según el ANVA, anterior se observa que no existe significación estadística entre los tratamientos evaluados, sin embargo, observamos que existe diferencia numérica entre los valores promedios, ordenados de mayor a menor:

**Tabla 13**

*Promedio de altura de planta "culantro" (cm), en suelo sin humus*

Tratamientos	Promedio altura planta (cm), en suelo sin humus
T5	11.67
T4	10.33
T2	10.33
T1	10.33
T3	9.67

**Figura 20.**

*Promedio de la altura de planta de "Culantro" (cm) en suelos sin humus.*



**Tabla 14**

*Análisis de varianza de la altura de planta de "Culantro" (cm), en suelos con humus*

Fuente Variación	Grado de Libertad	Suma Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	Ft		Significación
					0.05	0.01	
Tratam.	4	9.73	2.433	1.859	3.838	7.006	No Signif.
Bloques	2	0.53	0.265	0.202	4.459	8.64	No signif
Error	8	10.47	1.309				
Total	16						

Coefficiente de Variación (CV) = 5.3 %

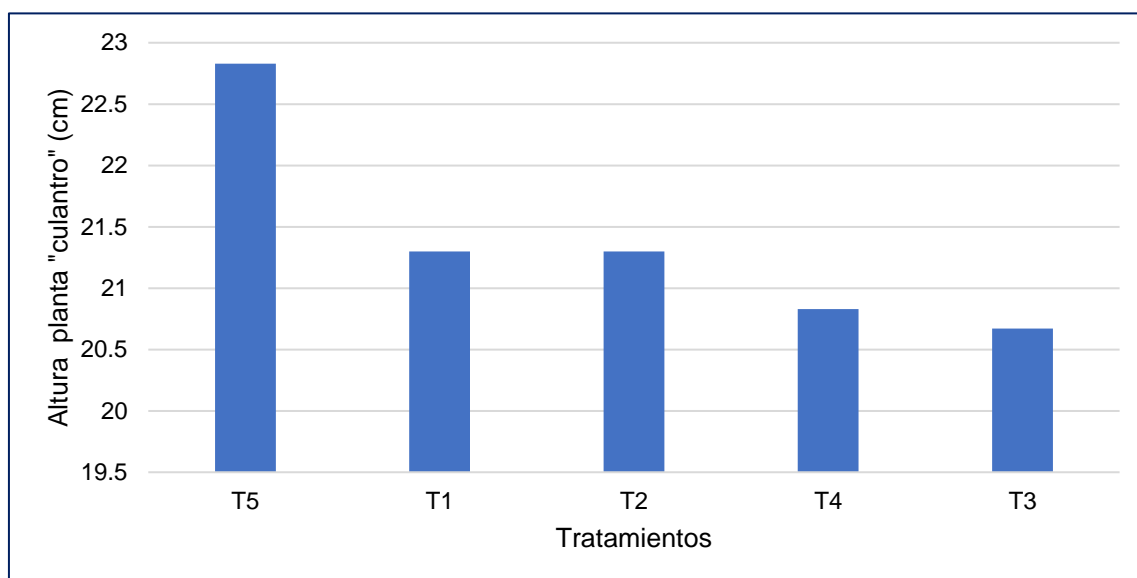
Error Estándar = 0.661

**Interpretación:** Según el ANVA, anterior se observa que no existe significación estadística entre los tratamientos evaluados, sin embargo, observamos que existe diferencia numérica entre los valores promedios, ordenados de mayor a menor:

**Tabla 15**

*Promedio de altura de planta "culantro" (cm), en suelo con humus*

Tratamientos	Promedio altura planta (cm), en suelo con humus
T5	22.83
T1	21.3
T2	21.3
T4	20.83
T3	20.67

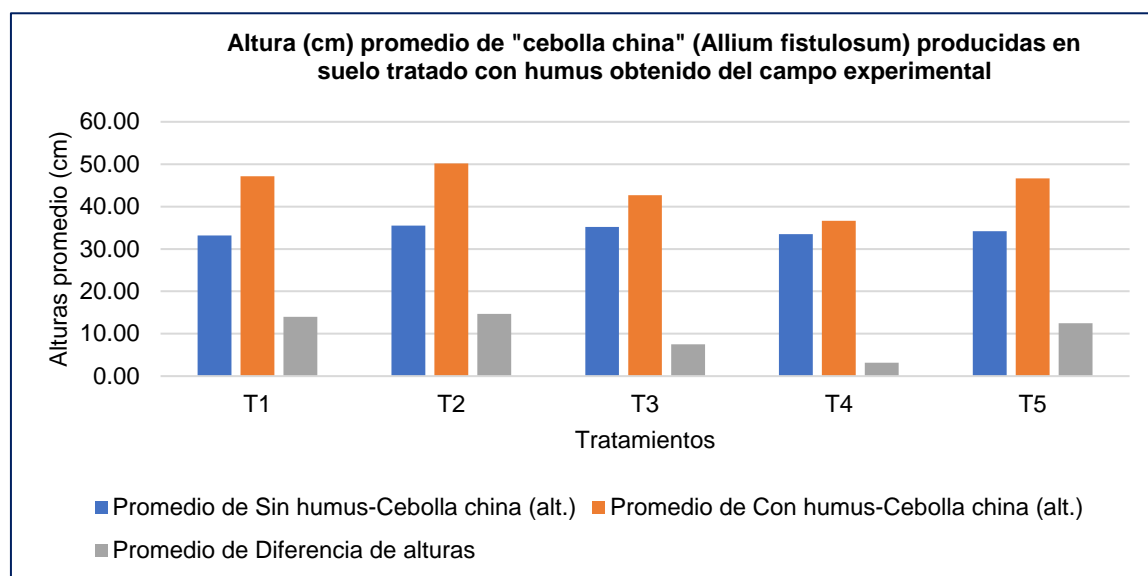
**Figura 21.**

*Promedio de la altura de planta de "Culantro" (cm) en suelos con humus.*

**Tabla 16**

Altura (cm) de "Cebolla china" (*Allium fistulosum*) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental

Altura (cm) de "cebolla china" ( <i>Allium fistulosum</i> ) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental								
T/H	Sin humus				Con humus			
	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Promedio	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Promedio
T5	34	37	33	34.17	52	45	44	46.67
	33	36	32		50	43	46	
T4	36	35	30	33.50	37	41	33	36.67
	34	33	33		37	42	30	
T3	35	35	36	35.17	44	44	42	42.67
	34	35	36		43	43	40	
T2	37	36	36	35.50	50	54	49	50.17
	33	36	35		48	52	48	
T1	32	33	34	33.17	40	49	55	47.17
	33	34	33		40	47	52	

**Figura 22**

Altura (cm) promedio de "cebolla china" (*Allium fistulosum*) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental

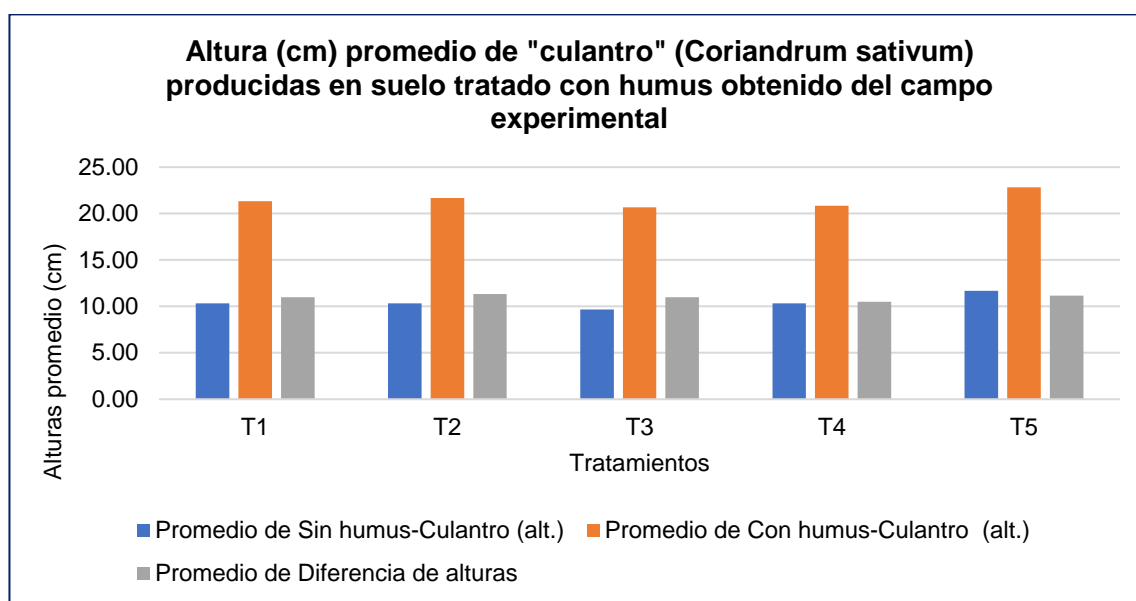
**Interpretación:** La mayor diferencia de alturas se evidencia en el tratamiento 2 con 14.67 cm a favor de la cebolla china con humus, siendo la menor diferencia de alturas demostrada en el tratamiento 4 con 3.17 cm a favor de la cebolla china con humus.

En promedio se obtuvo un aumento del 30.22% (10.37 cm) de altura en cebollas chinas con aplicación de humus producido por *Eisenia foetida*, a comparación de la altura de cebolla china sin aplicación de humus.

**Tabla 17**

Altura (cm) de "culantro" (*Coriandrum sativum*) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental

Altura (cm) de "culantro" ( <i>Coriandrum sativum</i> ) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental								
T/H	Sin humus				Con humus			
	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Promedio	Hilera 1	Hilera 2	Hilera 3	Promedio
T5	15	12	10	11.67	22	23	25	22.83
	12	10	11		22	22	23	
T4	11	10	9	10.33	23	20	19	20.83
	12	9	11		22	21	20	
T3	9	10	9	9.67	20	21	21	20.67
	11	9	10		20	21	21	
T2	10	10	9	10.33	23	23	20	21.67
	11	12	10		22	22	20	
T1	10	12	10	10.33	21	23	23	21.33
	10	10	10		21	20	20	

**Figura 23.**

Altura (cm) promedio de "culantro" (*Coriandrum sativum*) producidas en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental.

**Interpretación:** La mayor diferencia de alturas se evidencia en el tratamiento 2 con 11.33 cm a favor del culantro con humus, siendo la menor diferencia de alturas demostrada en el tratamiento 4 con 10.50 cm a favor del culantro con humus.

En promedio se obtuvo un aumento del 105.10% (11.00 cm) de altura en culantro con aplicación de humus producido por *Eisenia foetida*, a comparación de la altura de culantro sin aplicación de humus.

## 4.2. Discusión de resultados

Según la evaluación del humus producido por *Eisenia foetida* a partir de residuos orgánicos y papel, y aplicados al crecimiento de bioindicadores (“cebolla china” y “culantro”), se encontró que existen diferencias significativas entre los cinco tratamientos con aplicación de humus y los tratamientos testigo sin aplicación de humus, dando como resultado promedio, un aumento del 30.22% (10.37 cm) de altura en “cebollas chinas” y 105.10% (11.00 cm) de altura en “culantro”. Esto debido, entre otros factores, a la cantidad de NPK del humus producido por *Eisenia foetida*, teniendo como valores mayores en Nitrógeno al T3 (0.477% N), con una media de 0.4302% N/total de tratamientos, en Fósforo al T1 (71.76 ppm P), con una media de 62.172 ppm P/total de tratamientos, y en Potasio al T1 (477.9 ppm K), con una media de 281.96 ppm K/total de tratamientos. Tales resultados son concordantes con el autor Younas et al. (2021), quien, en su investigación, concluyó que, la aplicación de vermicompostaje mejora la movilidad de los nutrientes, es decir, N (91,01%), P (22,07%), K (80,41%), haciendo que las plantas absorban más nutrientes, lo que mejora sus atributos de crecimiento en altura.

La comparación de los cinco tratamientos en el proceso de vermicompostaje con *Eisenia foetida*, dio como resultado que, el tratamiento T1 (100% de residuos orgánicos) es el tratamiento óptimo, ya que, en los resultados de laboratorio mostró menor densidad aparente (es el tratamiento más bajo en sales), pH neutro, relación mayor de C/N de 78.46, mayores proporciones de fósforo (P) y potasio (K) con 71.76 y 477.90 ppm respectivamente, mayor Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) con 20.22 y mayores niveles de elementos cambiables como el Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> con 16.00, 2.24, 0.76 y 1.22 meq/100 gr de suelo respectivamente. Sin embargo, en la aplicación de humus a los bioindicadores (“cebolla china” y “culantro”), resaltó el tratamiento T2 (75% Residuos Orgánicos + 25% papel), demostrando la mayor diferencia de alturas (14.67 cm) a favor de la “cebolla china” con humus, como también, la mayor diferencia de alturas (11.33 cm) a favor del “culantro” con humus. El T1, a pesar de tener un resultado de laboratorio global óptimo en comparativa con el resto de los tratamientos, no evidenció el mayor aumento de altura en los bioindicadores, esto debido a que el T2 posee mayor % de materia orgánica frente al resto de tratamientos con 53.132%, además presenta el segundo mayor % de N con 0.464% lo que significa un 0.081% N más que el T1 (0.383% N), y a nivel global, el T2 es el segundo tratamiento con un resultado de laboratorio global óptimo.

## CONCLUSIONES

- a. Se realizaron 5 mezclas proporcionales de residuos orgánicos y papel para el compostaje y alimentación de *Eisenia foetida*: 100% Residuos Orgánicos (tratamiento 1), 75% Residuos Orgánicos + 25% papel (tratamiento 2), 50% Residuos Orgánicos + 50% papel (tratamiento 3), 25%Residuos Orgánicos + 75% papel (tratamiento 4), 100% papel (tratamiento 5).
- b. Se determinó la cantidad de humus elaborado por *E. foetida* a partir de las mezclas de residuos orgánicos y papel, según lo cual, el total de humus producido asciende a 25.38 Kg, partiendo de 38.75 Kg de residuos usados como sustrato, siendo el tratamiento 3 aquel que aportó la mayor cantidad (5.74 Kg). Además, se evidenció mayor cantidad en Kg de residuos no consumidos en tratamientos con mayor porcentaje de residuos orgánicos (T1, T2 y T3). Sin embargo, en campo, se evidenció mayor volumen de residuos no consumidos en tratamientos con mayor porcentaje de papel (T4 y T5), esto se debió a que el papel dispone menor peso (Kg) que los residuos orgánicos. Finalmente, el tratamiento con mayor cantidad de residuos no consumidos fue el T1 (5.3 Kg) y el menor fue el T4 (0.625 Kg).
- c. Se realizó el análisis físico químico del humus obtenido a partir de residuos orgánicos y papel evidenciando que, el tratamiento T1 (100% de residuos orgánicos) es el tratamiento óptimo, ya que, en los resultados de laboratorio, mostró menor densidad aparente, pH neutro, relación mayor de C/N de 78.46, mayores proporciones de fosforo (71.76 ppm) y potasio (477.90 ppm), mayor Capacidad de Intercambio Catiónico (20.22) y mayores niveles de elementos cambiables como el Ca<sup>++</sup> (16.00 meq/100 gr de suelo), Mg<sup>++</sup> (2.24 meq/100 gr de suelo), Na<sup>+</sup> (0.76 meq/100 gr de suelo) y K<sup>+</sup> (1.22 meq/100 gr de suelo). A pesar de ello, tras la aplicación de humus a los bioindicadores (cebolla china y culantro), resaltó el tratamiento T2 (75% Residuos Orgánicos + 25% papel), el cual demostró la mayor diferencia de alturas (14.67 cm) a favor de la cebolla china con humus, como también, la mayor diferencia de alturas (11.33 cm) a favor del culantro con humus. El T1, a pesar de tener un resultado de laboratorio global óptimo en comparativa con el resto de los tratamientos, no evidenció el mayor aumento de altura en los bioindicadores, esto debido a que el T2 posee mayor % de materia orgánica frente al resto de tratamientos con 53.132%, además presenta el segundo mayor % de N con 0.464% lo que significa un 0.081% N más que el T1

(0.383% N), y a nivel global, el T2 es el segundo tratamiento con un resultado de laboratorio global óptimo.

- d. Se demostró la producción de “cebolla china” (*Allium fistulosum*) y “culantro” (*Coriandrum sativum*), en suelo tratado con humus obtenido del campo experimental, según el cual, en promedio se obtuvo un aumento del 30.22% (10.37 cm) de altura en “cebollas china” con aplicación de humus producido por *Eisenia foetida* y un aumento del 105.10% (11.00 cm) de altura en “culantro”, resaltando el tratamiento T2 (75% Residuos Orgánicos + 25% papel), el cual demostró la mayor diferencia de alturas (14.67 cm) a favor de la “cebolla china” con humus, y la mayor diferencia de alturas (11.33 cm) a favor del “culantro” en suelo con humus.

## RECOMENDACIONES

La experiencia adquirida en la presente investigación nos permite hacer las siguientes recomendaciones:

- A la Municipalidad Provincial de Moyobamba, difundir más programas sobre la elaboración de humus en casa, con el uso de residuos domésticos orgánicos adicionando papel, y de esa forma maximizar la vida útil del relleno sanitario.
- Se recomienda a la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, firmar convenio con otras Instituciones para difundir y capacitar a la población en temas de lombricultura, utilizando la “lombriz roja californiana” (*Eisenia foetida*), para prácticas de horticultura, y así dar valor agregado a los residuos orgánicos domésticos generados a nivel familiar, y el papel usado generado principalmente en el ambiente urbano.
- A los tesisistas e investigadores, en trabajos similares realizar el análisis de humedad y temperatura del compost para determinar unas condiciones óptimas a mayor detalle en la elaboración de humus de lombriz y realizar las mezclas proporcionales porcentuales con un patrón de medición en peso (Kg) en la relación de residuos orgánicos y papeles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrolanzarote. (2013). *Manual Práctico para la Lombricultura*. <http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/01Actualidad/documentos/manual-lombricultura.pdf>
- Almazán, O. (2015). *Pulpa y papel de bagazo Tecnologías, opciones y perspectivas*. [https://docplayer.es/91615743-Parte-vii-pulpa-y-papel-de-bagazo-tecnologias-opciones-y-perspectivas.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.es/91615743-Parte-vii-pulpa-y-papel-de-bagazo-tecnologias-opciones-y-perspectivas.html#show_full_text)
- Amouei, A. I., Yousefi, Z., & Khosravi, T. (2017). Comparison of vermicompost characteristics produced from sewage sludge of wood and paper industry and household solid wastes. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/S40201-017-0269-Z>
- Ángel, J. (2014). *LOMBRICULTURA*. [https://www.youtube.com/watch?v=AL6p9t\\_d18M](https://www.youtube.com/watch?v=AL6p9t_d18M)
- Arumugam, K., Ganesan, S., Muthunayanan, V., Vivek, S., Sugumar, S., & Munusamy, V. (2014). Potentiality of *Eisenia fetida* to degrade disposable paper cups—an ecofriendly solution to solid waste pollution. *Environmental Science and Pollution Research* 2014 22:4, 22(4), 2868–2876. <https://doi.org/10.1007/S11356-014-3456-9>
- Ascón, D. (1995). *CRIANZA Y REPRODUCCION DE LA LOMBRIZ Eisenia foetida EN SAN MARTÍN*. 7, 83–96. <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/366/377>
- Boruah, T., Barman, A., Kalita, P., Lahkar, J., & Deka, H. (2019). Vermicomposting of citronella bagasse and paper mill sludge mixture employing *Eisenia fetida*. *Bioresource Technology*, 294, 122147. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2019.122147>
- Briceño, A. (2017). *Utilización del humus Lombriz Roja Californiana ( EISENIA FOETIDA ) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café , finca Santa Dolores , Municipio el Crucero*. <https://repositorio.unan.edu.ni/3795/1/51771.pdf>
- Cáceres, G. (2017). “Determinación De Los Niveles De Generación De Residuos Sólidos Domésticos De La Ciudad De Moyobamba.” *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*, 82. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2670>
- Cardosa, V. (2002). Vermicomposting of sewage sludge: a new technology for Mexico. *Water Science*. <https://doi.org/10.2166/wst.2002.0316>
- CCA. (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp. In Cec-



Cca-Cce.

- CD, J., & MH, F. (2008). Vermicomposting of vegetable waste: A biophysicochemical process based on hydro-operating bioreactor. *African Journal of Biotechnology*, 7(20), 3723–3730. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59420>
- Chong, I. (2014). *Caracterización y evaluación de la contaminación generada por residuos sólidos inorgánicos en los barrancos de la Ciudad de Moyobamba-2013*.
- Díaz, D., Cova, L. J., Castro, ; Alexander, García, D. E., & Perea, F. (2008). Dinámica del crecimiento y producción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.) En cuatro sustratos a base de estiércol bovino. *Agricultura Andina*, 15, 39–55.
- Elizondo, F. (2004). *La lombricultura como modelo alternativo para el manejo de Desechos Sólidos Orgánicos de una Comunidad Urbana en San Sebastián, San José*. <https://1library.co/document/qo5xjwmy-lombricultura-modelo-alternativo-desechos-solidos-organicos-comunidad-sebastian.html>
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Fernández, A. (2008). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de papel a partir de eucalipto. *Portificio Universidad Católica*, 92.
- Gabarda, A. (2014). *EL PAPEL veintidós SIGLOS DE HISTORIA Y ¿NI UNO MÁS?*. [https://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2015/01/EL-PAPEL\\_2.pdf](https://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2015/01/EL-PAPEL_2.pdf)
- Gómez, E. (2018). Afectaciones Ambientales De Los Lixiviados Generados En Los Rellenos Sanitarios Sobre El Recurso Agua. *Tesis de Especialización En Quimicá Ambiental, Universidad Industrial de Santander*, 1–99. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/173184.pdf>
- Gupta, R., & Garg, V. K. (2009). Vermiremediation and nutrient recovery of non-recyclable paper waste employing *Eisenia fetida*. *Journal of Hazardous Materials*, 162(1), 430–439. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2008.05.055>
- GUTIERREZ VARGAS, F. V. (2017). PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ “*Eisenia foetida*” A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS Y EXCRETAS DE ANIMALES, A NIVEL LABORATORIO SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2017. *UAP*, 142. [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/4720/Tesis\\_produccion\\_humus\\_lombriz\\_de\\_residuos\\_solidos\\_organicosdomiciliarios\\_y\\_excretas\\_S.J.Luriganchopdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/4720/Tesis_produccion_humus_lombriz_de_residuos_solidos_organicosdomiciliarios_y_excretas_S.J.Luriganchopdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Liu, T., Chen, X., Gong, X., Lubbers, I. M., Jiang, Y., Feng, W., Li, X., Whalen, J. K.,

- Bonkowski, M., Griffiths, B. S., Hu, F., & Liu, M. (2019). Earthworms Coordinate Soil Biota to Improve Multiple Ecosystem Functions. *Current Biology*, 29(20), 3420-3429.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.045>
- MINAM. (2016). Residuos y Áreas Verdes. E. Galarza, M. Alegre, G. Merzthal, L. Sarmiento, M. Meléndez, J. Loyola, 3–36. <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60017>
- MINAM. (2020). *Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales*. 42.
- Municipalidad Provincial de Moyobamba. (2012). *ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA*. <http://sial.minam.gob.pe/moyobamba/documentos/estudio-caracterizacion-residuos-solidos-domiciliarias-ciudad>
- OLA. (2020). *AHORRO: usa los recursos eficientemente*. <http://www.cem.itesm.mx/ola/ahorro/index.html>
- Ravindran, B., & Mnkeni, P. N. S. (2016). Bio-optimization of the carbon-to-nitrogen ratio for efficient vermicomposting of chicken manure and waste paper using *Eisenia fetida*. *Environmental Science and Pollution Research* 23:17, 23(17), 16965–16976. <https://doi.org/10.1007/S11356-016-6873-0>
- Ruesta Campoverde, N. A. R. (2013). Tecnología-Lombricultura “Techo a dos aguas.” *Manual Técnico*, 69. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/756>
- SÁEZ, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Choice Reviews Online*. <https://doi.org/10.5860/choice.44-1347>
- Sanchez, C. (2011). *Abonos orgánicos y lombricultura*.
- Sharma, K., & Garg, V. K. (2018). Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). *Bioresource Technology*, 250, 708–715. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2017.11.101>
- Suthar, S., Kumar, K., Waste, P. M.-J. of M. C. and, & 2015, undefined. (2014). Nutrient recovery from compostable fractions of municipal solid wastes using vermitechnology. *Springer*, 17(1), 174–184. <https://doi.org/10.1007/s10163-014-0238-x>
- Tenecela, X. (2012). *Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TESIS.pdf>
- Vásquez, J. (2014). *La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú*.

December 2014. <https://doi.org/10.24039/cv20142232>

Villegas, S. (2018). *Compost a partir de diferentes tipos de estiércol, enriquecido con microorganismos eficaces (ME), para el crecimiento de plántones de Caoba con fines de reforestación.*

[http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3012/AMBIENTAL - Sandra Villegas Cáceres.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3012/AMBIENTAL_Sandra_Villegas_Caceres.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Younas, M., Zou, H., Laraib, T., Abbas, W., Akhtar, M. W., Aslam, M. N., Amrao, L., Hayat, S., Hamid, T. A., Hameed, A., Kachelo, G. A., Elseehy, M. M., El-Shehawi, A. M., Zuan, A. T. K., Li, Y., & Arif, M. (2021). The influence of vermicomposting on photosynthetic activity and productivity of maize (*Zea mays* L.) crop under semi-arid climate. *PLoS ONE*, 16(8). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0256450>

Zapara, I. (2017). *Redalyc.EFECTOS DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (Eisenia foetida), SOBRE EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS EN SUELOS CONTAMINADOS CON MERCURIO DE SEGOVIA, ANTIOQUIA.*

## ANEXOS

### Anexo 1

**Tabla 9**

*Datos de altura de planta de "cebolla china" (cm), con humus*

Bloque	TRATAMIENTOS					Sumatoria
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	40	49	44	37	51	221
II	48	53	44	42	44	231
III	54	49	41	32	45	221
Sumatoria	142	151	129	111	140	673
Promedio	47.3	50.3	43	37	46.7	44.87

**Tabla 10**

*Datos de altura de planta de "cebolla china" (cm), sin humus*

Bloque	TRATAMIENTOS					Sumatoria
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	33	35	35	35	33,5	171,5
II	34	36	35	34	36,5	175,5
III	34	36	36	31,5	32,5	170,0
Sumatoria	101	107	106	100,5	102,5	517,0
Promedio	33,67	35,67	35,33	33,50	34,17	34,47

**Tabla 11**

*Datos de altura de planta de "culantro" (cm), sin humus*

Bloque	TRATAMIENTOS					Sumatoria
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	10	10.5	10	11.5	13.5	55.5
II	11	11	9.5	9.5	11	52.0
III	10	9.5	9.5	10	10.5	49.5
Sumatoria	31	31	29	31	35	157.0
Promedio	10.33	10.33	9.67	10.33	11.67	10.47

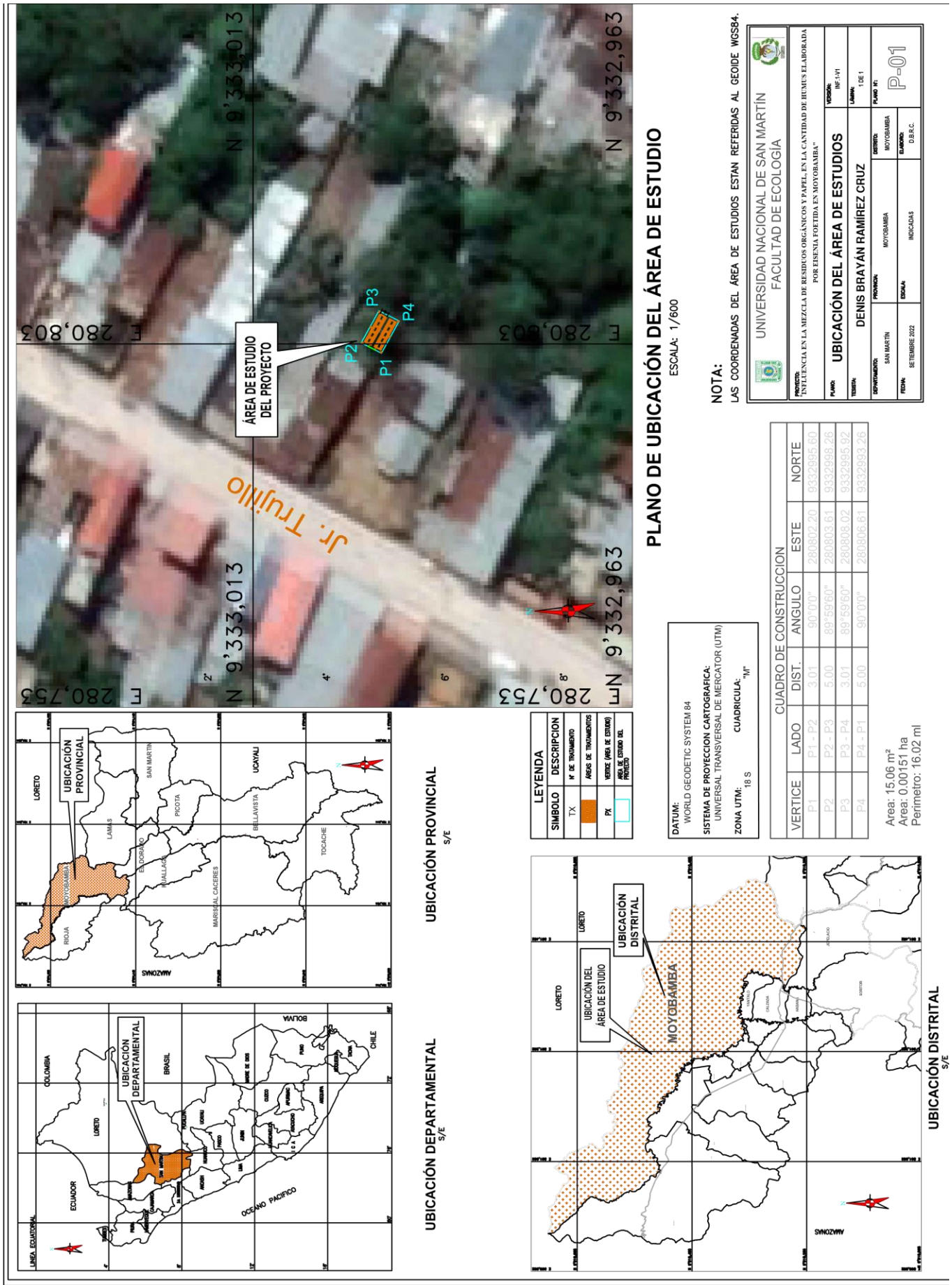
**Tabla 12**

*Datos de altura de planta de "culantro" (cm), con humus*

Bloque	TRATAMIENTOS					Sumatoria
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	21	22.5	20	22.5	22	108
II	21.5	22.5	21	20.5	22.5	108
III	21.5	20	21	19.5	24	106
Sumatoria	64.0	64.0	62.0	63.0	69.0	322
Promedio	21.3	21.3	20.67	20.83	22.83	21.47

Anexo 2

Plano de ubicación del área de estudio



PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

ESCALA: 1/600

NOTA:  
LAS COORDENADAS DEL ÁREA DE ESTUDIOS ESTAN REFERIDAS AL GEODE WGS84.

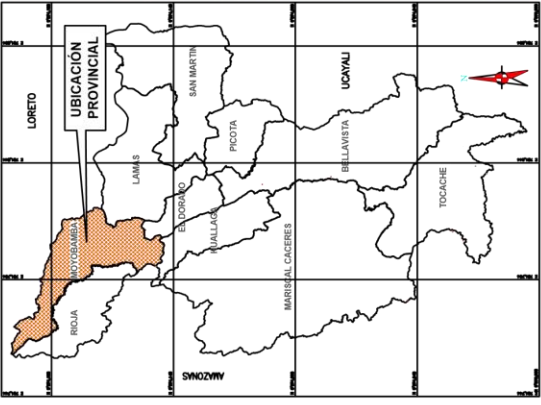
PROYECTO: "INFLUENCIA EN LA MEZCLA DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PAPEL EN LA CANTIDAD DE HUMUS ELABORADA POR ESIENIA FOTIADA EN MOYOBAMBA"	
PLANO:	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIOS
VERSIÓN:	INF 1-V1
TEMA:	INDICADA
DEPARTAMENTO:	SAN MARTÍN
PROVINCIA:	MOYOBAMBA
CIUDAD:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE 2022
PROYECTO:	INDICADA
PLANO N°:	P-01

CUADRO DE CONSTRUCCION				
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	NORTE
P1	P1-P2	3.01	90°0'0"	280802.20
P2	P2-P3	5.00	89°59'60"	280803.61
P3	P3-P4	3.01	89°59'60"	280808.02
P4	P4-P1	5.00	90°0'0"	280806.61

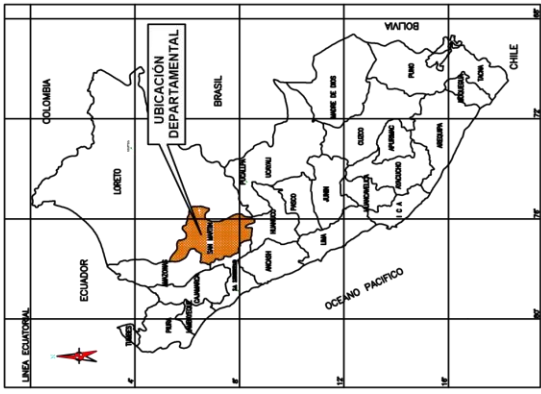
Area: 15.06 m<sup>2</sup>  
Area: 0.00151 ha  
Perimetro: 16.02 m

DATUM: WORLD GEODETIC SYSTEM 84  
SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA: UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)  
ZONA UTM: 18 S  
CUADRICULA: "M"

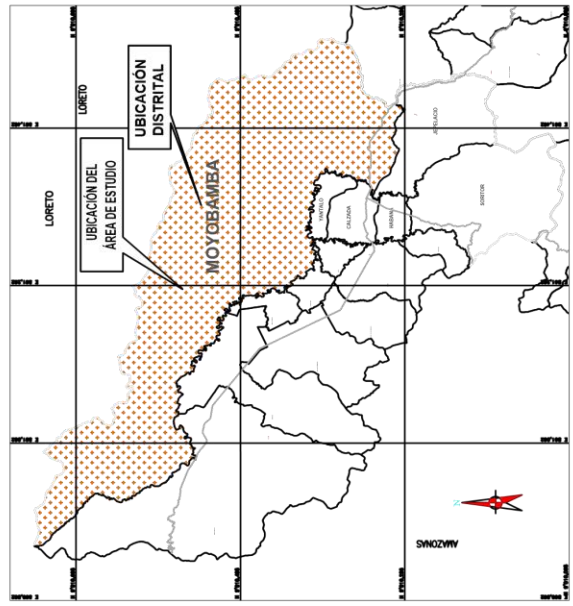
LEYENDA	
TX	N° DE TRAMONTO
PX	ÁREAS DE TRAMONTO
□	VERDE (ÁREA DE ESTUDIO)
□	ÁREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO



UBICACIÓN PROVINCIAL S/E



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL S/E



UBICACIÓN DISTRITAL S/E

### Anexo 3

#### Tratamientos en el área de estudio – Moyobamba

#### Diseño y distribución de tratamientos

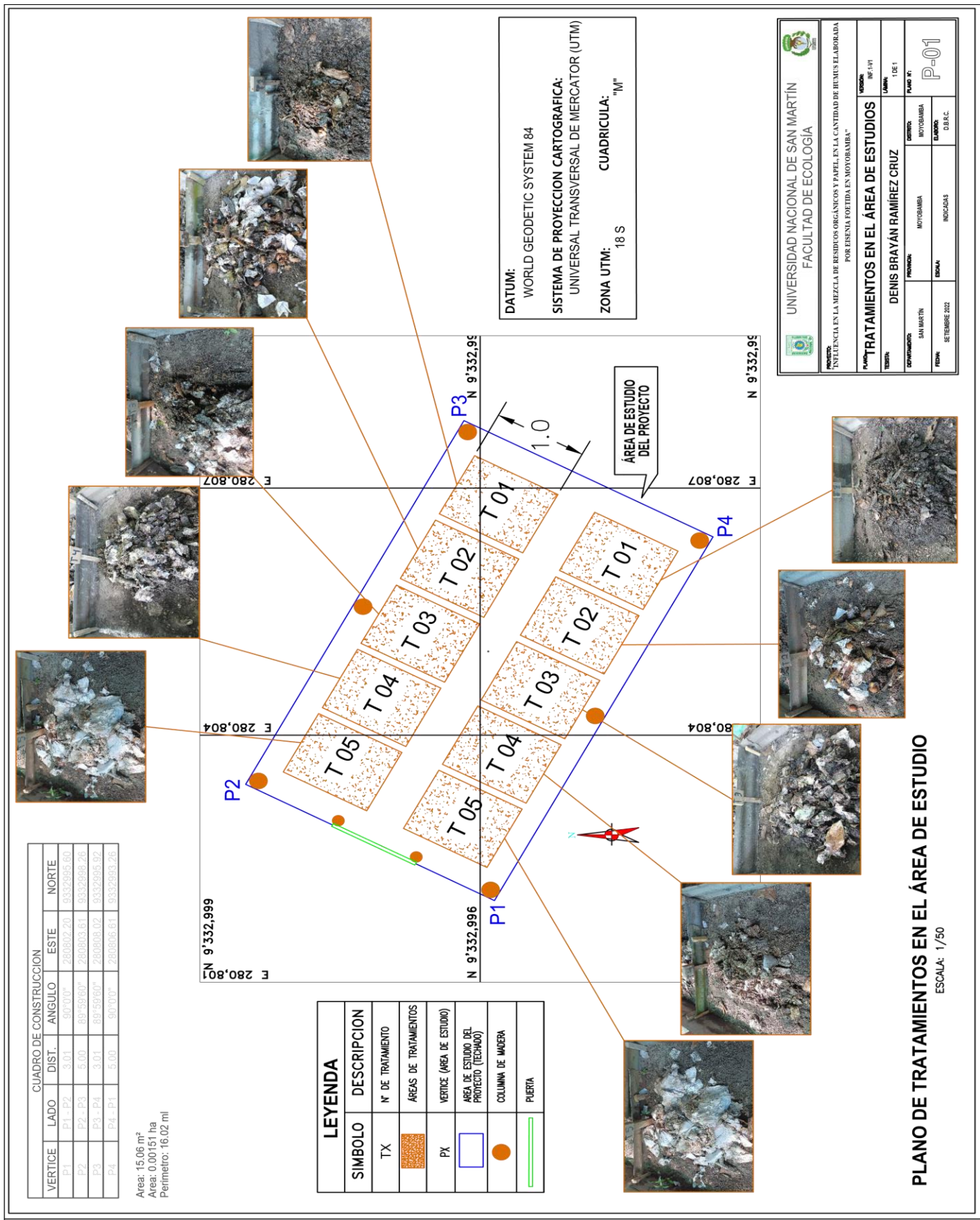
T5	T2	T5	T1	T3
T1	T4	T2	T3	T5
T2	T3	T1	T5	T4
T3	T1	T3	T4	T2
T4	T5	T4	T2	T1

#### Donde:

- T<sub>1</sub> ..... 100% residuos orgánicos
- T<sub>2</sub> ..... 75% residuos orgánicos y 25% papel
- T<sub>3</sub> ..... 50% residuos orgánicos y 50% papel
- T<sub>4</sub> ..... 25% residuos orgánicos y 75% papel
- T<sub>5</sub> ..... 100% papel

Anexo 4

Vista satelital del área de estudio – Moyobamba



CUADRO DE CONSTRUCCION				
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	NORTE
P1	P1 - P2	3.01	90°00"	9332995.60
P2	P2 - P3	5.00	89°59'60"	9332998.26
P3	P3 - P4	3.01	89°59'60"	9332995.92
P4	P4 - P1	5.00	90°00"	9332993.26

Area: 15.06 m<sup>2</sup>  
 Area: 0.00151 ha  
 Perimetro: 16.02 ml

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
TX	N° DE TRATAMIENTO
	AREAS DE TRATAMIENTOS
PX	VERTICE (AREA DE ESTUDIO)
	AREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO (TECHAO)
	COLUMNA DE MADERA
	PUERTA

DATUM:  
 WORLD GEODETIC SYSTEM 84  
 SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA:  
 UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)  
 ZONA UTM:  
 18 S  
 CUADRICULA:  
 "M"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE ECOLOGÍA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FACULTAD DE ECOLOGÍA POR LEISNIA FUERTES EN MOYOBAMBA*	
INSTITUCIÓN EN LA MEZCLA DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PAPEL EN LA CANTIDAD DE RESIDUOS ELABORADA		INSTITUCIÓN EN LA MEZCLA DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PAPEL EN LA CANTIDAD DE RESIDUOS ELABORADA	
TÍTULO: TRATAMIENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIOS		TÍTULO: TRATAMIENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIOS	
AUTOR: DENIS BRAYÁN RAMÍREZ CRUZ		AUTOR: DENIS BRAYÁN RAMÍREZ CRUZ	
FECHA: SEPTIEMBRE 2022		FECHA: SEPTIEMBRE 2022	
LUGAR: MOYOBAMBA		LUGAR: MOYOBAMBA	
ESCALA: INDICADAS		ESCALA: INDICADAS	
PROYECTO: SAN MARTÍN		PROYECTO: SAN MARTÍN	
CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES		CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES	
CÓDIGO: P-01		CÓDIGO: P-01	

PLANO DE TRATAMIENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO  
 ESCALA: 1/50

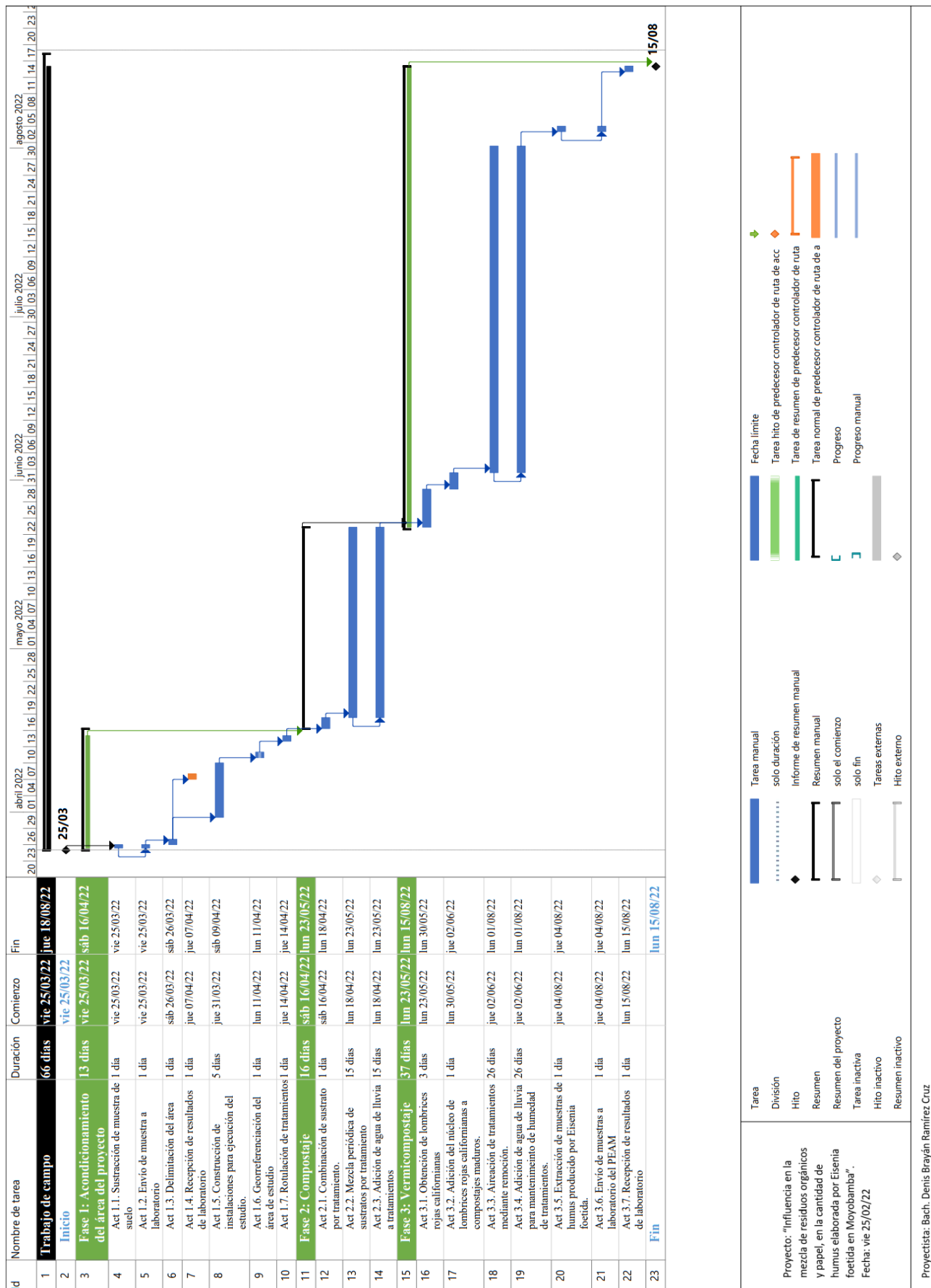


Fuente: Google Earth Pro (Trabajo de gabinete – setiembre 2022)



## Anexo 5

### Ruta crítica del trabajo de campo (Fases y actividades en el tiempo)



Anexo 6

Resultado de análisis de suelo del área de estudio previo a la realización de tratamientos

**LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA**  
 Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca  
 Provincia de Hija, San Martín. Teléfono 556443

**San Martín**  
 GOBIERNO REGIONAL  
*el pueblo está primero*

**Peam**  
 PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO  
 Dirección de Desarrollo Agrario

**RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**NOMBRE :** DENIS BRAYAN RAMÍREZ CRUZ  
**PROCEDENCIA :** Luyiluocha, Moyobamba - Moyobamba  
**FECHA DE INGRESO :** 28-Mar-22

**PROFUNDIDAD :** 0 - 30 cm  
**FECHA DE REPORTE :** 5-Abr-22  
**CULTIVO :** Humus de RRSS y papel  
**ATENCIÓN :** B. de V. N° 0001-004823 del 25 de marzo

Nº	CLAVE LABORATORIO	EDAD DEL CULTIVO	PROCEDENCIA y/o AGRICULTOR	Análisis Físico				Análisis Químico													
				Textura		Clase Textural	Densidad Aparente	pH	Conductividad Eléctrica E	Materia Orgánica	Elementos Disponibles		Elementos Cambiables								
Arenas %	Arcilla %	Limo %	N %	P %	K ppm						Ca**	Mg**	Na*	K*	Al***	Resolución (a Al) %					
1	ASC22 - 0079	Humus	Denis Brayan Ramirez Cruz	75.91	11.73	12.36	Francos Arenosos	1.55	7.00	0.00085	0.624	0.028	6.80	54.60	7.01	5.90	0.83	0.14	0.14	Trazas	0%

**METODOLOGIA EMPLEADA EN LOS ANÁLISIS:**

Textura : Hidrómetro de Bouyoucos  
 pH : Potenciómetro en suspensión suelo: agua  
 Conductividad Eléctrica : Extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1  
 Carbonatos : Gasovolumétrico con calcímetro de Bernard

Materia Orgánica : Walkley y Black  
 Nitrogeno : Micro Kjeldahl  
 Fósforo : Olsen Modificado  
 Capacidad de Intercambio Catiónico : Suma de Bases cambiables

Sodio y Potasio : Fobometría de Llama  
 Calcio y Magnesio : Versamato E.D.T.A  
 Aluminio intercambiable : Yuen, extracción con KCl 1N  
 Acidez Activa : Yuen, extracción con KCl 1N

**Vº Bº Ing. Carlos Egoavil De la Cruz**  
 C.I.P. N° 32743

**Gleoder Ruiz Flores**  
 Laboratorista de Suelos

Fuente: Laboratorio de análisis agrícolas de suelos Nueva Cajamarca – PEAM (abril – 2022)



# PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

## Peam

Cal. La Marginal N° 233 - Sector Uchuglla - SAN MARTIN -  
MOYOBAMBA - MOYOBAMBA - Telf. 563157 - 562522

R.U.C. 20172237127

**BOLETA DE VENTA**

001 - N° **004823**

Señor (es): Denis Brayan Ramirez Cruz Fecha: 25 / 03 / 2022  
 Dirección: T. Tsujillo N° 330 - Moyobamba D.N.I.: 7453884

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. Unit.	TOTAL
01	Análisis Químico de Suelos; Rutina o fertilidad	35.00	35.00

IMPRENTA VIRGEN DE GUADALUPE


R.U.C. 10008063392

Jr. Serafin Filomeno N° 645 Telf: 042-563955

001 - 004751 al 005000

Aut. 0748268183 F.I. 23/11/2021

DIA	MES	AÑO
25	03	22



BIENES TRANSFERIDOS/SERVICIOS PRESTADOS EN LA AMAZONIA PARA SER CONSUMIDOS EN LA MISMA

TOTAL S/ 35.00

USUARIO

Fuente: Comprobante de pago por servicios de análisis de suelos al Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM (marzo – 2022)

Anexo 7

Resultado de análisis de suelo de cinco (5) tratamientos diferenciados por porcentajes de residuos orgánicos y papel.

**LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA**  
 Av. Cajamarca Norte N° 1151, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca  
 Provincia de Piura, San Martín. Teléfono 556443

**San Martín**  
 GOBIERNO REGIONAL  
*El pueblo está primero*

**Peam**  
 PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO  
 Intercambio de Fertilizante / Agripecuario

**RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

NOMBRE : DENIS RAMÍREZ CRUZ  
 PROCEDENCIA : Universidad Nacional de San Martín - Moyabamba  
 FECHA DE INGRESO : 8-Ago-22

PROFUNDIDAD : 0 - 30 cm  
 FECHA DE REPORTE : 12-Ago-22  
 CULTIVO : Compost de RROO + papel  
 ATENCIÓN : B. de V. N° 0001-004897 del 4 de agosto

ANÁLISIS QUÍMICO

Nro	CLAVE LABORATORIO	EDAD DEL CULTIVO	PROCEDENCIA y/o AGRICULTOR	ANÁLISIS FÍSICO				ANÁLISIS QUÍMICO				Elementos Cambiables										
				Textura		Clase Textural	Densidad Aparente	pH	Conductividad eléctrica E / dS / 1.1	Relación C/N	Materia Orgánica	N %	P ppm	K ppm	Capacidad de Intercambio Catiónico			Elementos Cambiables				
Arena %	Arcilla %	Limo %	Ca <sup>++</sup> meq / 100 gr. de suelo	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>										K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	Saturación de Al %					
1	ASC22 - 0392	Tratamiento 1	100% Residuos Orgánicos	74.27	10.88	14.95	Francos Arenosos	1.56	7.67	0.01165	78.46	51.740	0.383	71.76	477.90	20.22	16.00	2.24	0.76	1.22	Trazas	0%
2	ASC22 - 0393	Tratamiento 2	75% Residuos Orgánicos + 25% papel	76.27	8.95	14.78	Francos Arenosos	1.59	8.26	0.01117	66.41	53.132	0.464	69.60	430.11	14.22	10.60	1.62	0.70	1.10	Trazas	0%
3	ASC22 - 0394	Tratamiento 3	50% Residuos Orgánicos + 50% papel	80.13	0.01	19.86	Areno Francos	2.60	9.16	0.00958	62.64	51.508	0.477	62.10	159.30	14.01	11.20	1.68	0.72	0.41	Trazas	0%
4	ASC22 - 0395	Tratamiento 4	25% Residuos Orgánicos + 75% papel	74.13	8.95	16.92	Francos Arenosos	1.59	8.72	0.00476	83.32	53.132	0.370	68.80	149.74	5.72	3.20	1.54	0.60	0.38	Trazas	0%
5	ASC22 - 0396	Tratamiento 5	100% papel	82.20	4.88	12.92	Areno Francos	1.70	8.54	0.00335	66.82	52.668	0.457	48.60	192.75	15.21	12.40	1.74	0.56	0.49	Trazas	0%

\* Un Coeficiente de Variabilidad inferior al 10% sugiere una baja dispersión de valores, entre 10 a 20% señala una dispersión media (Pimental Gomes, F. (2009); Curso de estadística experimental, EMBRAPA - Brasil)

**METODOLOGÍA EMPLEADA EN LOS ANÁLISIS** (Anexo de la Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 013-2010-AG del 20 de noviembre del 2010):

Textura : Hidrómetro en suspensión suelo: agua  
 pH : Extracción en la relación suelo: agua 1:1  
 Conductividad Eléctrica : Por calibración a 40° C x 3 horas  
 Carbono Orgánico Total : Capacidad de intercambio Catiónico

Elementos Cambiables : Sodio y Potasio  
 Calcio y Magnesio  
 Aluminio intercambiable  
 Azúcar Activo

Saturación de Al : Fotometría de Llama  
 Versareto E.D.T.A  
 Yum, extracción con KCl 1N  
 Yum, extracción con KCl 1N

V° B° Ing Carlos Espalini De la Cruz  
 C.I.P. N° 32743

Ing. Carlos Espalini De la Cruz  
 Laboratorio de Suelos

Fuente: Laboratorio de análisis agrícolas de suelos Nueva Cajamarca – PEAM (agosto – 2022)

TABLA DE INTERPRETACION

Descripción	Unidad	NIVEL		
		Bajo	Medio	Alto
Materia Orgánica del suelo	%	< 2	2 - 4	> 4
Nitrógeno disponible	%	< 0.1	0.1 - 0.2	> 0.2
Fósforo disponible (en ppm)	Olsen (pH > 7.0)	< 7	7 - 14	> 14
	Bray I (pH < 7.0)	< 12	12 - 24	> 24
Potasio disponible	Kg de K <sub>2</sub> O / Ha	< 300	300 - 600	> 600
	ppm de K	< 272	272 - 400	> 400
Carbonatos	meq de K <sup>+</sup> / 100 gr	< 0.70	0.70 - 1.02	> 1.02
	%	< 1	1 - 5	> 5

## Valores de pH

Muy ácido	pH < 5.5
Ácido	5.6 < pH < 6.5
Neutro	6.6 > pH < 7.5
Ligeramente alcalino	7.6 > pH > 8.5
Muy alcalino	pH > 8.6

**Acidez del suelo por presencia de aluminio cambiante en el suelo y el pH del suelo:**

- El suelo tiene problemas de acidez por aluminio si el **Porcentaje de Saturación de Aluminio** es igual o mayor del 60% con un pH igual o menor a 5.5. En este caso, se recomienda aplicar caliza agrícola solo para reducir la saturación de aluminio a menos del 40%, se sugiere incorporar al suelo 1,000 Kg de caliza agrícola por Ha por cada tramo de 10% de saturación de aluminio a reducir.
- Si el porcentaje de Saturación de Aluminio es menor del 60% con un pH mayor a 5.5 pero menor de 6.0; se sugiere incorporar al suelo 500 Kg de caliza agrícola por Ha con la finalidad de incrementar solo el valor del pH.

**Alcalinidad del suelo por presencia de sodio intercambiable en el suelo y el pH del suelo:**

- El suelo tiene problemas de alcalinidad si el **Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)** es igual o mayor del 15% con un pH igual o mayor a 8.5. Se recomienda aplicar yeso agrícola solo para reducir el PSI a menos del 15%, incorporando al suelo 1,000 Kg de yeso agrícola por Ha por cada tramo de 10% de PSI a reducir.
- Si el **Porcentaje de Sodio Intercambiable** es menor del 15% con un pH mayor a 7.5 pero menor de 8.5; se sugiere incorporar al suelo 500 Kg de yeso agrícola por Ha con la finalidad de reducir solo el valor del pH.

MATERIAL ORGANICO	pH	C.E.	MO	C.F.O.	N	C/N	P	K	Ca	Mg
COMPOST <sup>1</sup>	7.94	6.61 dS/m	35.0%	20.28%	1.33%	15.25	0.84%	1.30%	6.88%	1.34%
BOKASHI <sup>2</sup>	8.80	13.48 dS/m	44.7%	25.93%	1.74%	14.90	0.53%	2.15%	1.50%	0.41%

<sup>1</sup> Ramos A., D. y Terry A., C.E. (2014): Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales Vol.35 No.4 La Habana oct.-dic. 2014

<sup>2</sup> Pérez, A.; Céspedes, C. y Núñez, P. (2008): Caracterización físico-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. Journal Soil Science Plant Nutrient 8 (4) 2008 (10-29).

**PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO**

**Peam**

Cal. La Marginal N° 233 - Sector Uchuglla - SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA - Telf. 563157 - 562522

R.U.C. 20172237127

**BOLETA DE VENTA**

001 - N° **004897**

Señor (es): Dani's Ramirez Cruz Fecha: 04 / 08 / 2022

Dirección: Jr. Trojillo N° 330 - Moyobamba D.N.I.: 74831384

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. Unit.	TOTAL
05	Analisis Quimico de Suelos; Potasio o Fertilidad	45.00	225.00

IMPRESA VIRGEN DE GUADALUPE

R.U.C. 10008063392  
Jr. Serafin Filomano N° 645 Telf: 042-563955  
001 - 004751 al 005000  
Aut. 0748268183 F.I. 23/11/2021

DIA	MES	AÑO
04	08	22

RECEPCION

RECEPCION

BIENES TRANSFERIDOS/SERVICIOS PRESTADOS EN LA AMAZONIA PARA SER CONSUMIDOS EN LA MISMA



TOTAL S/ **225.00**

USUARIO

Fuente: Comprobante de pago por servicios de análisis de suelos al Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM (agosto – 2022)

## Anexo 8

## Solicitud dirigida a la Municipalidad Distrital de Jepelacio para la obtención de lombrices rojas californianas

 <b>Municipalidad Distrital de Jepelacio</b> Jr. 26 de Octubre N° 100 - 120 RUC: 20208294947 www.munijepelacio.gob.pe		N° 001832
<b>FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE</b>		
<b>I. RESUMEN DE SU PEDIDO:</b>		
Solicito 2000 lombrices rojas californianas al área de RR.SS. para realizar el proyecto de tesis en Ingeniería Ambiental en la UNISM.		
<b>II. DEPENDENCIA O AUTORIDAD A QUIEN SE DIRIGE:</b>		
Rectoría RR.SS. Sr. Kelly		
<b>III. DATOS DEL SOLICITANTE:</b>		
Persona Natural.		
Apellido Paterno:	<input type="text" value="Ramirez"/>	Apellido Materno: <input type="text" value="Cruz"/> Nombres: <input type="text" value="Dennis Bryan"/>
Persona Jurídica.		
Razon Social: <input type="text"/>		
Cargo Actual: <input type="text"/>		
Tipo de Documento.		
DNI:	<input type="text"/>	RUC: <input type="text"/> CEL: <input type="text"/>
<b>IV. DIRECCIÓN</b>		
Tipo de Vía.	<input checked="" type="checkbox"/> Calle. <input type="checkbox"/> Pasaje. <input type="checkbox"/> Carretera. <input type="checkbox"/> Prolongacion. <input type="checkbox"/> Centro Poblado. <input type="checkbox"/> Caserio. <input type="checkbox"/>	
Nombre de Vía.	<input type="text" value="Traylla 330 - Moyobamba"/>	
N° de Inmueble.	N°. <input type="text"/> Mz. <input type="text"/> Lt. <input type="text"/>	
Referencia.	<input type="text"/>	
Departamento.	<input type="text" value="San Martín"/>	Provincia. <input type="text" value="Moyobamba"/> Distrito. <input type="text" value="Moyobamba"/>
Autorizo se me Notifique		
Teléfono.	<input type="text" value="938 796 342"/>	Correo Electronico. <input type="text"/>
DECLARO que los datos presentados en el presente formulario los realizo con carácter de DECLARACIÓN JURADA		
<b>V. FUNDAMENTACIÓN DEL PEDIDO:</b>		
Solicito 2000 lombrices rojas californianas para la realización de tesis y con ello la consecución del proyecto de tesis para la titulación en Ing. Ambiental en la UNISM.		
<b>VI. DOCUMENTOS QUE SE ADJUNTAN:</b>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;"> <b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JEPÉLACIO</b>  <b>MESA DE PARTES</b>            Hora: <input type="text" value="4:15 pm"/>  <b>27 JUN 2022</b>            N° Registro <input type="text" value="1735"/>            FIRMA: <input type="text" value=""/> </div>		
<input type="text" value="Jepelacio 27/06/2022"/> <b>LUGAR Y FECHA</b>		 <b>FIRMA DEL SOLICITANTE</b>
Jirón 26 de Octubre N° 100-120 Jepelacio-Moyobamba-San Martín RUC: 20208294947 - E-Mail: munijepa1921@hotmail.com Web: www.munijepelacio.gob.pe		



**Anexo 9****Panel fotográfico**

**Figura 1.** Georreferenciación del área de estudio (Vértice 1, 2, 3 y 4)

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



**Figura 2.** Delimitación de tratamientos

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



**Figura 3.** Construcción de instalaciones para ejecución del estudio

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)





**Figura 4:** Combinación de sustratos y rotulación de tratamientos

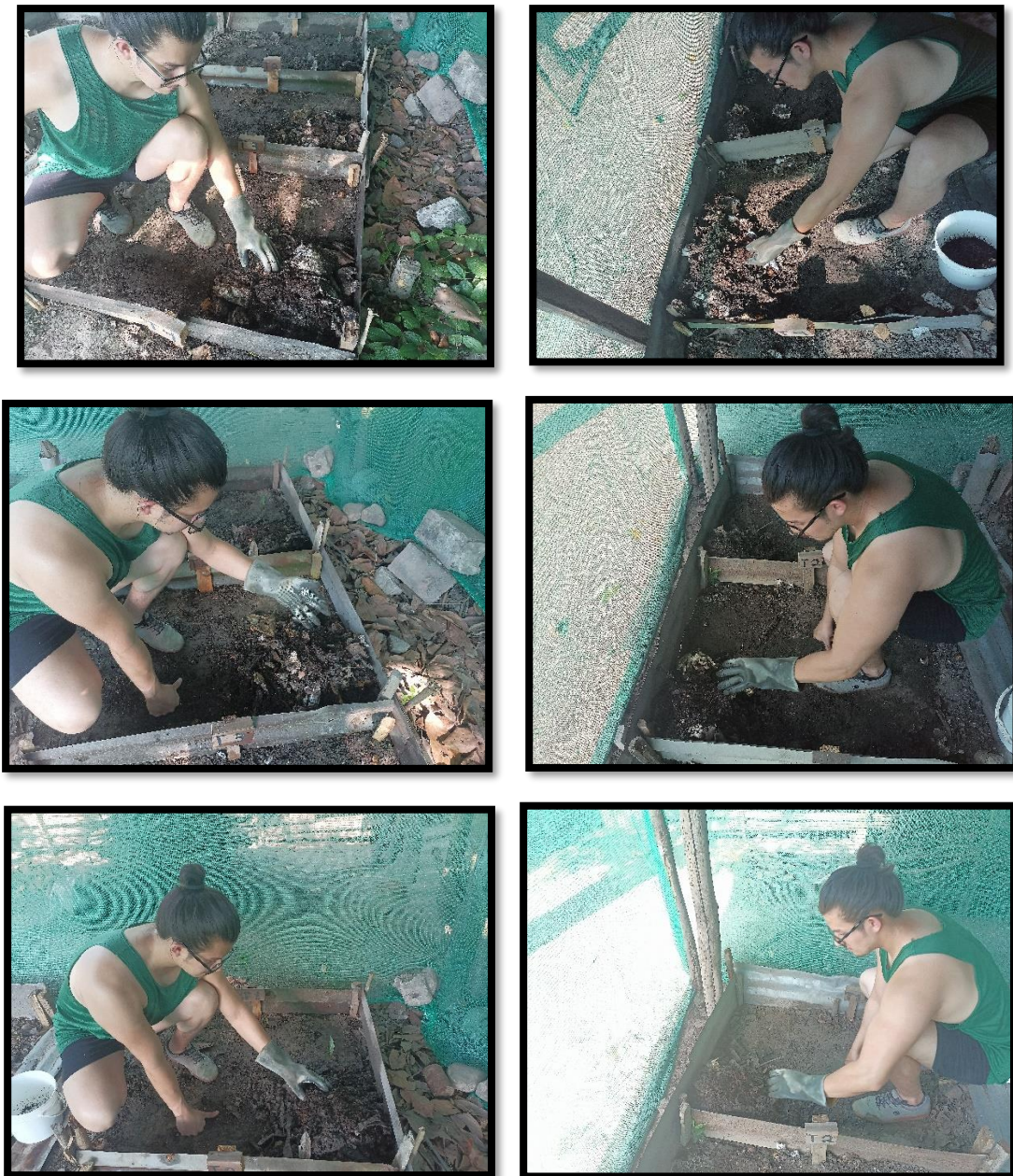
Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



**Figura 5:** Proceso de compostaje previo a la adición del núcleo de “lombrices rojas californianas” (*Eisenia foetida*)

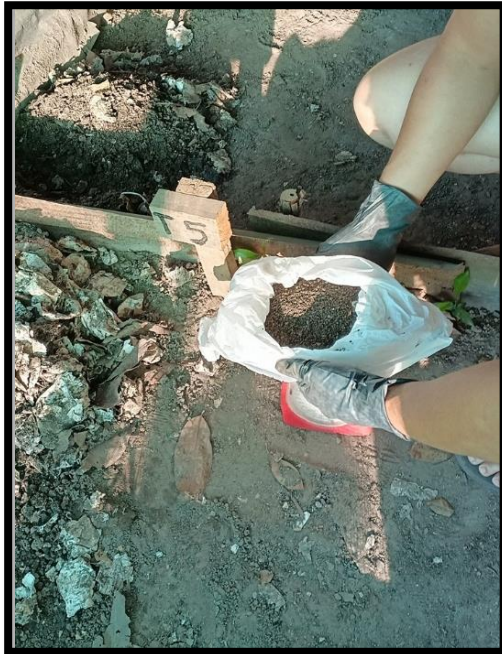
Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)





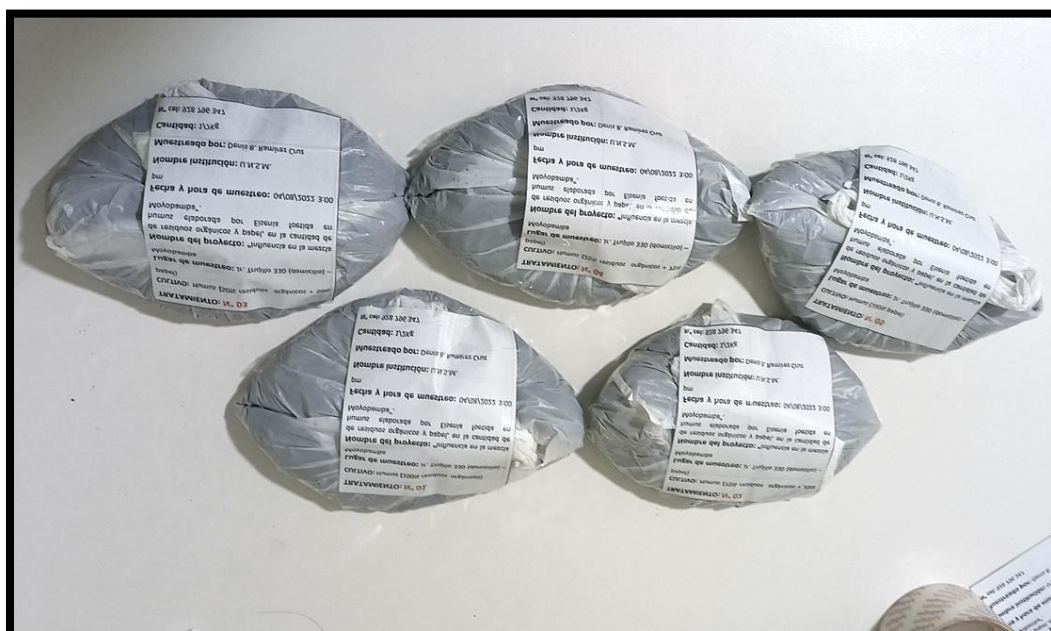
**Figura 6:** Adición del núcleo de “lombrices rojas californianas” (*Eisenia foetida*) al compostaje maduro

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



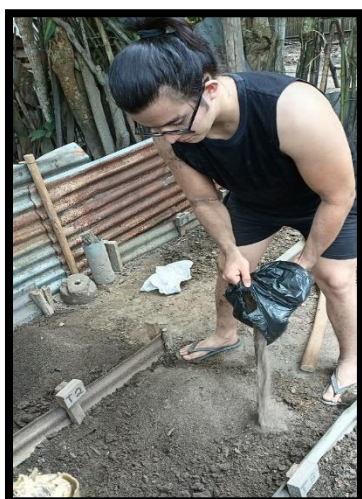






**Figura N° 07:** Extracción de muestras de humus producido por *Eisenia foetida* para envío a laboratorio del PEAM

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



**Figura 8:** Mezcla de humus producido con tierra del área de estudio para crecimiento de bioindicadores (“culantro” y “cebolla china”)  
Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



**Figura 9:** Selección de semillas para plantación de bioindicadores en los tratamientos del área de estudio

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)



**Figura 10:** Medición de alturas de bioindicadores (“cebolla china” y “culantro”) por tratamiento

Fuente: Elaboración propia (Trabajo de campo - 2022)

# Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por *Eisenia foetida* en Moyobamba

*por* Denis Brayán Ramírez Cruz

---

**Fecha de entrega:** 15-sep-2023 11:07a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2167038754

**Nombre del archivo:** ING\_AMBIENTAL\_-\_Denis\_Bray\_n\_Ram\_rez\_Cruz2.docx (50.61M)

**Total de palabras:** 11465

**Total de caracteres:** 60645

# Influencia en la mezcla de residuos orgánicos y papel, en la cantidad de humus elaborada por Eisenia foetida en Moyobamba

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.ebrary.com">www.ebrary.com</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.750.galeon.com">www.750.galeon.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe">repositorio.unsa.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repository.javeriana.edu.co">repository.javeriana.edu.co</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%