



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios mediante elaboración de compost, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023.

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Cuba Quito, Malinkaya Oxana ([orcid.org/0000-0002-5973-7037](https://orcid.org/0000-0002-5973-7037))

Soncco Quispe, Benjamin ([orcid.org/0000-0003-1538-5831](https://orcid.org/0000-0003-1538-5831))

**ASESOR:**

Mg. Bañon Arias, Jonnatan Víctor ([orcid.org/0000-0002-0996-9593](https://orcid.org/0000-0002-0996-9593))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, por su sacrificio y esfuerzo, por todos los días que me brindaron su apoyo y confianza incondicional, por ser mi soporte desde siempre, por los buenos valores y perseverancia que me inculcaron, gracias a ellos puedo decir que cumplí una de las metas anheladas. Por la confianza y motivación que me demuestran para seguir adelante.

CUBA QUITO, Malinkaya Oxana

A Dios y a mis queridos padres, por su sacrificio, esfuerzo económico por inculcarme valores y apoyo Incondicional, a mis hermanos por sus consejos y aporte en este camino, por ser mi soporte y mi motor para seguir adelante, gracias a ellos puedo decir que cumplí una de mis metas anheladas.

SONCCO QUISPE, Benjamin

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por mantenerme con vida, por permitirme seguir cumpliendo mis metas y objetivos, a mis padres por sus consejos y sabidurías, por brindarme su confianza, por inculcarme buenos valores que me hacen una excelente persona y profesional cada día, a seguir cumpliendo cada objetivo.

CUBA QUITO, Malinkaya Oxana

Agradezco a Dios, por permitirme culminar esta investigación, a mis queridos padres, por su sacrificio económico, por impulsar mi crecimiento como persona y profesional, por el apoyo incondicional durante el transcurso del proyecto.

SONCCO QUISPE, Benjamin



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS DOMICILIARIOS MEDIANTE ELABORACION DE COMPOST, INCORPORANDO ESTIERCOL DE CUY Y EISENIA FOETIDA EN COYA, CUSCO, 2023.", cuyos autores son CUBA QUITO MALINKAYA OXANA, SONCCO QUISPE BENJAMIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR <b>DNI:</b> 43661382 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0996-9593	Firmado electrónicamente por: JBANONAR el 26-07- 2023 12:48:49

Código documento Trilce: TRI - 0621028



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

**DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES**

Nosotros, CUBA QUITO MALINKAYA OXANA, SONCCO QUISPE BENJAMIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS DOMICILIARIOS MEDIANTE ELABORACION DE COMPOST, INCORPORANDO ESTIERCOL DE CUY Y EISENIA FOETIDA EN COYA, CUSCO, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CUBA QUITO MALINKAYA OXANA <b>DNI:</b> 71517922 <b>ORCID:</b> 0000-0002-5973-7037	Firmado electrónicamente por: MCUBAQU6 el 14-082023 15:03:56
SONCCO QUISPE BENJAMIN <b>DNI:</b> 46693225 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1538-5831	Firmado electrónicamente por: BSONCCOQ el 25-082023 09:22:43

Código documento Trilce: INV - 1451184

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de la investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis .....	12
3.4. Procedimientos .....	14
3.5. Método de análisis de datos.....	22
3.6. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS .....	24
V. DISCUSIÓN .....	59
VI. CONCLUSIONES.....	63
VII. RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidades de ROD, estiercol de cuy, lombrices y aserrín usado en cada tratamiento. ....	13
Tabla 2 Resultados fisicoquímicos por cada tratamiento pre test .....	25
Tabla 3. Resultados fisicoquímicos por cada tratamiento y repetición post test ..	26
Tabla 9 Variación de temperaturas durante el compostaje del Tratamiento 1 .....	27
Tabla 10 Variación de temperaturas durante el compostaje del Tratamiento 2 ...	29
Tabla 11 Variación de temperaturas durante el compostaje del Tratamiento 3 ...	31
Tabla 12 Variación de temperaturas durante el compostaje de los 3 Tratamientos .....	32
Tabla 13 Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 1 .....	35
Tabla 14 Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 2 .....	37
Tabla 15 Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 3 .....	39
Tabla 16 Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 3 .....	41
Tabla 17. Cantidad de lombrices antes y después del compostaje .....	43
Tabla 18. Tiempo de compostaje por cada tratamiento y repetición .....	44
Tabla 14 Nitrógeno (%) obtenido en los 3 tratamientos. ....	45
Tabla 15 Fósforo (%) obtenido en los 3 tratamientos .....	46
Tabla 16 Potasio (%) obtenido en los 3 tratamientos .....	48
Tabla 17 Magnesio (%) obtenido en los 3 tratamientos .....	49
Tabla 18 Calcio (%) obtenido en los 3 tratamientos .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasos para la elaboración del compost.....	22
Figura 2. Ubicación del lugar.....	23
Figura 3. Realización de las camas composteras .....	16
Figura 4. camas composteras .....	17
Figura 5. Primeras muestras .....	17
<i>Figura 6. detalle de muestras del seguimiento y medición de temperatura.....</i>	<i>18</i>
Figura 7. Temperaturas de cada repetición en el Tratamiento 1 .....	28
Figura 8. Temperaturas de cada repetición en el Tratamiento 2 .....	30
Figura 9. Temperaturas de cada repetición en el Tratamiento 3 .....	32
Figura 10. Temperaturas durante el compostaje de cada tratamiento .....	34
Figura 11. Temperaturas durante el compostaje de cada tratamiento .....	86
Figura 12. pH de cada repetición en el Tratamiento 2.....	38
Figura 13. pH de cada repetición en el Tratamiento 3.....	40
Figura 14. pH durante el compostaje de cada tratamiento.....	42
Figura 15. Nitrógeno (%) obtenido por tratamiento y repetición .....	45
Figura 16.. Nitrógeno (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje ...	46
Figura 17. Fosforo (%) obtenido por tratamiento y repetición.....	47
Figura 18. Fosforo (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje .....	47
Figura 19. <i>Potasio (%) obtenido por tratamiento y repetición.....</i>	<i>48</i>
Figura 20. Potasio (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje .....	48
Figura 21. <i>Magnesio (%) obtenido por tratamiento y repetición .....</i>	<i>49</i>
Figura 22. Magnesio (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje ....	50
Figura 23. <i>Calcio (%) obtenido por tratamiento y repetición.....</i>	<i>51</i>
Figura 24. Calcio (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje .....	51

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023. Debido a que se observa que en la municipalidad disponen inadecuadamente los residuos generados por sus habitantes, teniendo problemas de contaminación. Por ello se elaboró compost en tres tratamientos con dosis distintas de residuos orgánicos domiciliarios (ROD), estiércol de cuy (EC) y *Eisenia foetida*. Cada tratamiento tuvo 3 repeticiones, durante el proceso de compostaje se monitorearon la temperatura y pH. Así mismo, se realizó una evaluación antes y después del compostaje. Los valores obtenidos se compararon con los rangos establecidos en la NTP 201.208:2021. Se obtuvo el compost en los 60 días en promedio, las características fisicoquímicas, la concentración de nutrientes estuvo dentro de los rangos establecidos en la NTP, a excepción del Magnesio (Mg) el cual excedió a los valores en 0,2 %. El compost es una técnica viable para el aprovechamiento de residuos sólidos y del estiércol de cuy. Así mismo la adición de la *Eisenia foetida* acelera dicho proceso. Además, se encontró que los niveles de magnesio (Mg) y calcio (Ca) en los tres tratamientos superaron los valores mínimos establecidos por la norma, siendo 0,91% el valor más alto de magnesio y 2,44% el valor más alto de calcio. Estos resultados demuestran que la incorporación de estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en el compostaje de residuos orgánicos domiciliarios en Coya, Cusco, es una práctica eficiente para la obtención de compost con concentraciones adecuadas de nutrientes.

**Palabras clave:** *Compost, residuos orgánicos, Eisenia foetida*

## ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the use of organic solid waste by making compost incorporating guinea pig manure and *Eisenia foetida* in Coya, Cusco, 2023. Because it is observed that in the municipality the waste generated by its inhabitants is improperly disposed of, having contamination problems. For this reason, compost was prepared in three treatments with different doses of household organic waste (ROD), guinea pig manure (EC) and *Eisenia foetida*. Each treatment had 3 repetitions, during the composting process the temperature and pH were monitored. Likewise, an evaluation was carried out before and after composting. The values obtained were compared with the ranges established in NTP 201.208:2021. The compost was obtained in the 60 days on average, the physicochemical characteristics, the concentration of nutrients was within the ranges established in the NTP, with the exception of Magnesium (Mg) which exceeded the values by 0,2%. Compost is a viable technique for the use of solid waste and guinea pig manure. Likewise, the addition of *Eisenia foetida* accelerates this process. In addition, it was found that the levels of magnesium (Mg) and calcium (Ca) in the three treatments exceeded the minimum values established by the standard, with 0,91% being the highest value for magnesium and 2,44% being the highest value for calcium. These results show that the incorporation of guinea pig manure and *Eisenia foetida* in the composting of household organic waste in Coya, Cusco, is an efficient practice for obtaining compost with adequate concentrations of nutrients.

**Keywords:** *Compost, organic waste, Eisenia foetid*

## I. INTRODUCCIÓN

Las actividades domésticas como cocinar son generadores potenciales de residuos, por medio de los desperdicios de alimento como las cáscaras de frutas o comida que no logra ser consumida (Dewilda, Aziz y Rahmayuni 2021). Los desechos de cocina no manejados pueden producir lixiviados perjudiciales a la salud. Al mismo tiempo generan malos olores y atraen insectos, moscas y roedores en el entorno urbano (Gao et al. 2022). El crecimiento acelerado de la población mundial trae consigo una mayor generación de residuos, se estimó una población alrededor de 7700 millones de personas en 2019, y un crecimiento de 9700 millones de personas para el 2050. Todo ello representa una amenaza para el ambiente y el cambio climático, debido a la contaminación por los desechos generados por la población (Hidayat, Martono y Hamzah 2022).

En Indonesia el volumen de residuos llega a 74 000 000 toneladas por año, de los cuales el 60 % son residuos orgánicos y estos se generan en los mercados de la venta de verduras o en los hogares (Paduloh et al. 2022). En Honduras se llegaron a producir hasta 97 toneladas a la semana, demostrando que el problema de los municipios se debe a temas administrativos y operativos en cuanto a la gestión de residuos (Requena, Carbonel y Romero 2022). La descomposición de residuos produce lixiviados que contaminan el suelo y agua, esto sucede frecuentemente porque no existe un proceso de clasificación de residuos (Utami et al. 2022)

A nivel nacional, el Perú existe una débil aplicación de la Ley de gestión integral de residuos sólidos, ya que, en 2020, el país produjo 7,9 millones de toneladas de residuos sólidos municipales. De los cuales, el 55,7 % conforman residuos orgánicos con potencial de valorización, sin embargo solo llegó a valorizar el 0,98 % de estos residuos (COMEX PERÚ.2022). De los residuos sólidos generados entre el 65% y el 70% terminaron en tiraderos a cielo abierto y el 21% en rellenos sanitarios (Ortiz et al. 2022). La disposición inadecuada de residuos sólidos, de los cuáles más de la mitad de están conformados por materia orgánica, genera problemas ambientales y de salud pública (Parodi et al. 2022). Así mismo, en nuestro país existen actividades que generan gran cantidad de residuos orgánicos como la crianza de cuyes. El Perú es el mayor productor y consumidor

de cuyes, produciendo más de 18 millones de animales, los cuales son criados por más de 800 mil familias del país. Los pequeños y medianos productores se encuentran principalmente en las regiones de Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Apurímac y Cusco. (INIA 2020)

En el distrito de Coya, se evidencia una inadecuada disposición final de residuos domiciliarios, ya que visualiza una serie de acumulaciones de residuos en la ciudad que perjudican a la población y al ambiente. Asimismo, se logra evidenciar el desinterés de las autoridades por tener una gestión ambiental que aborde el manejo de los residuos generados en los hogares; así como, evaluar opciones de aprovechamiento de residuos orgánicos por medio de procesos como el compostaje, que ayudaría al sector agrícola del distrito.

Ante la situación descrita se plantea el siguiente **problema general**: ¿Cómo evaluar el aprovechamiento residuos sólidos orgánicos mediante la elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023? Y como **problemas específicos**: a) ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023?; b) ¿Cuáles son los parámetros óptimos de operación para la elaboración de compost ,de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023?; c) ¿Cuál es la eficiencia de nutrientes en la elaboración de compost de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023?

Esta investigación se justifica a nivel teórico, práctico, social y metodológico. A **nivel teórico**, se emplearán teorías científicas sobre el proceso de compostaje como sustento de la investigación, asimismo, la investigación contribuirá con la generación de información científica; a **nivel social**, el proceso de compostaje no sólo contribuye a la reducción de los desechos que terminan en los rellenos sanitarios, sino que también ofrece una solución viable para el mejoramiento de la calidad del suelo agrícola local, promoviendo la seguridad alimentaria y apoyando la economía local al producir un fertilizante orgánico de alta calidad. Desde la **perspectiva ambiental**, este proceso ayuda a mitigar la emisión de gases de efecto

invernadero, en particular el metano que se libera durante la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos en los vertederos. Además, la incorporación de estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en el proceso de compostaje, añade una dimensión de biodiversidad, aprovechando de manera innovadora los recursos locales.; y, **metodológicamente**, se justifica en el uso de herramientas científicas, así como, técnicas e instrumentos para obtener los resultados del estudio.

Se plantea como **objetivo general**: Evaluar el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante la elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023. **objetivos específicos**: a) Evaluar las características fisicoquímicas del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023; b) Evaluar los parámetros óptimos de operación para la elaboración de compost de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023; c) Evaluar la eficiencia de nutrientes en la elaboración de compost de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023.

Por consiguiente, se plantea como **hipótesis general**: Se aprovecha los residuos sólidos orgánicos mediante elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023. Además, como **hipótesis específicas**: a) Las características fisicoquímicas del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023, cumple con la NTP 201.208:2021. FERTILIZANTES; b) Los parámetros óptimos de operación para la elaboración de compost, de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023; son la temperatura y pH ; c) La eficiencia de nutrientes del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco 2023; es de 30 - 40%.

## II. MARCO TEÓRICO

Entre los antecedentes internacionales tenemos a Sinche (2022) quien en su tesis tuvo como propósito Evaluar un estudio comparativo del compostaje de residuos municipales de la cabecera comunal de San Luis mediante un basurero móvil utilizando diferentes proporciones de estiércol de cuy y estiércol de conejo. Al inicio del compostaje se realizó un análisis de los residuos orgánicos y el estiércol empleado, se calculó una adecuada relación carbono/nitrógeno (C/N), se determinó el tamaño de partícula y midió porcentaje de humedad. Luego se instalaron las dos pilas de una tonelada, con las siguientes dimensiones: 1,5 metros de altura, 2 metros de ancho y 3 metros de largo, la técnica empleada para el compostaje fue el volteo. La pila 1 (P1) estuvo compuesta por 650 kg de residuos orgánicos domiciliarios (ROD), 250 kg de estiércol de cuy y 100 kg de aserrín. La pila 2 (P2) tuvo 650 kg de ROD, 250 kg de estiércol de conejo y 100 kg de aserrín. En el proceso de compostaje se caracterizó la temperatura y humedad del sustrato, así mismo, se realizaron 8 volteos en todo el proceso. El compost obtenido fue analizado con el propósito de evaluar su concentración de metales pesados y macronutrientes. Se obtuvo que el compost obtenido tuvo porcentaje de materia orgánica alta, pH alcalino y valores de C/N y conductividad eléctrica (CE) adecuados. Se concluye que los macronutrientes y metales pesados se encontraron debajo de los límites permisibles.

Campoverde et al. (2020) en su artículo tuvo como objetivo evaluar tres tipos de sustratos con la adición de 100 lombrices rojas californianas adultas. Realizó un diseño experimental con cinco repeticiones para cada tratamiento: 4500 g de cáscara de papa, 2250 g cáscara de papa y 2250 g de estiércol de cuy y 4500 g de estiércol de cuy. Los sustratos de cada tratamiento fueron colocados en cajas de madera de volumen de  $0,125 \text{ m}^3$ , para realizar el proceso de compostaje en 10 semanas. Al tener temperaturas estables con valores entre 20 a 23 °C, se sembraron 100 lombrices por caja. Al pasar 70 días se contaron las lombrices presentes por cada unidad experimental. Obteniendo que el sustrato cáscara de papa registró en promedio la mayor cantidad y peso de lombrices (625 y 937,5 g respectivamente), el sustrato estiércol de cuy tuvo 101 lombrices y 143,4 g. Se

concluye que el sustrato de cáscara de papa es el más apropiado para el cultivo de lombriz.

Villavicencio (2021) en su tesis, tuvo como objetivo evaluar la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana. Para ello experimentó con distintas proporciones de estiércol de cuy, bovinos y residuos de cocina para la alimentación de la lombriz. Así mismo se usaron dos métodos de crianza, empleando recipientes de plástico y madera. Obteniendo que en el contenedor de plástico la descomposición terminó a los 180 días de siembra, mientras que en los cajones de madera el tiempo descomposición después de la siembra fue de 330 días y requirió añadir alimento a los tres meses. Al emplear estiércol compostado con anterioridad y al añadir residuos de cocina, se facilita el cultivo de las lombrices al mejorar su alimentación. Así mismo se obtuvo un pH de 8,4 a 8,7 y la relación C/N (11/1 – 13/1) lo que es alto. El beneficio obtenido por kg de humus en el método de madera tiene una utilidad de \$ 0,5 mientras que para el contenedor de plástico la utilidad obtenida por cada kg de humus es de \$ 0,59.

Durán et al. (2013) en su artículo, tuvo como objetivo determinar el tiempo de pre compostaje adecuado para el desarrollo adecuado de poblaciones de *Eisenia foetida* y la producción de vermicomposta. Para ello preparo un recipiente de fibra de vidrio de 1,50 m (largo) x 1,50 m (ancho) x 0,37 m (altura), con agujeros drenar el exceso de agua. Se utilizó estiércol de oveja con adición de compost maduro elaborado previamente a partir de residuos domésticos. Se colocaron de manera alterna 4 capas de 5 cm cada una, 2 del compost y 2 del estiércol, regando uniformemente cada capa. Se utilizó el método de alimentación sucesiva, el cual consiste en colocar una capa de 10 cm de estiércol maduro de oveja cada semana por un tiempo de 4 semanas, considerando una altura de cada pila entre 40–50 cm. Se tuvieron 9 tratamientos con 4 repeticiones cada una, siendo las unidades experimentales contenedores con material para el vermicompost con la adición de 200 lombrices adultas. Se obtuvo que el vermicompost en capas reduce significativamente el tiempo de la descomposición de residuos orgánicos. Así mismo, el composteo previo por 2 semanas resultó ser el mejor tratamiento para favorecer la reproducción y el aumento de peso promedio de lombriz.

Como antecedentes nacionales tenemos a Zarate (2019) En su tesis, realizó un estudio para mejorar la composta en el Distrito Concepción de la Provincia de Junín y el CEPASC Provincial (Centro de Conservación Ambiental y Ecológica de Santa Cruz) para reducir las concentraciones de metales pesados y como referencia. Por Norma Chilena N. 2880, Norma Mexicana de Protección al Ambiente N. 020-2011 y el Reglamento BGBL de Austria, 2001. Para ello, se acondicionaron tres pilas de compost con diferentes proporciones de residuos orgánicos sólidos separados, estiércol de cuy y vaca. Además, se utilizaron microorganismos de alta eficiencia (EM) para acelerar el proceso de compostaje de la materia orgánica. Como resultado de la descomposición aeróbica, el proceso de compostaje tomó 66 días calendario. También se controlan parámetros como el pH, la temperatura y la humedad. El resultado principal es que el compost tiene una alta concentración de metales pesados. La administración de heces de cobayo redujo la concentración de estos metales. Se concluyó que la concentración de metales pesados es alta y por lo tanto se asumió que el compost obtenido no es apto para uso en terrenos agrícolas.

Carhuapoma (2019) El objetivo de su tesis fue determinar el efecto de la reducción del tamaño de partícula después de la adición de estiércol en la reducción del tiempo de compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales producidos en Samara Yara, provincia de Tacna. Para ello se realizaron tres procesos de compostaje con los residuos orgánicos generados en el distrito de Yaras de Samara utilizando los siguientes tratamientos: A (materia triturada más estiércol), B (materia triturada) y C (materia prima). El tamaño de partícula es de 5 a 7 cm El estiércol utilizado es de bovinos, ovinos, aves y cuyes, pre homogeneizado. Durante el proceso de compostaje, el compost se voltea una vez por semana. Se monitorean parámetros de temperatura y pH, así como se evalúan datos cualitativos de textura, color, olor y presencia de colonizadores para determinar la preparación del compost. Los resultados obtenidos fueron que el tratamiento A tuvo un menor tiempo de compostaje y alcanzó la madurez en 68 días, en tanto a los tratamientos B y C se completaron en 87 días y 102 días, respectivamente. Se concluyó que cortar el sustrato y agregar estiércol al inicio del compostaje redujo el tiempo de compostaje.

Leiva y Tapia (2020) El objetivo del trabajo fue determinar las propiedades fisicoquímicas del compost elaborado a partir de desechos orgánicos domiciliarios, estiércol de vaca y/o cuy en Bagua, estado de Amazonas en 2018. Para ello se utilizaron tres métodos de tratamiento: compost T1 de 31,5 kg de residuos orgánicos domiciliarios (ROD), 15 kg de estiércol de vaca y 7 kg de aserrín; La composta T2 se hizo con 31,5 kg de RAÍZ, 15 kg de estiércol de cuy y 7 kg de aserrín, mientras que la composta T3 se hizo con 31,5 kg de RAÍZ, 7,5 kg de estiércol de vaca, 7,5 kg de estiércol de cuy y 7 kg de virutas de aserrín. Los resultados del análisis físico y químico mostraron que la composta T1 corresponde al valor de composta agrícola de calidad, ya que su pH fue de 7,47, EC de 2,81 dS/m, % MO 12,18, nitrógeno 0,61%; fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) fue 0,07%, potasio (K<sub>2</sub>O) 0,6%. En cuanto al pH y porcentaje de nitrógeno, los tres tratamientos mostraron calidad de compost clase A.

Ayma (2020) en su tesis tuvo como objetivo evaluar Comportamiento de tres tipos de fertilizantes para compostaje y su combinación en las propiedades fisicoquímicas del compost de lombriz resultante. Para ello se usaron estiércol de cuy, estiércol de ave y vacuno como sustratos. A partir de los cuáles se establecieron siete tratamientos con tres repeticiones, utilizando un diseño completamente al azar (DCA). Se armaron las camas de compostaje agregando rastrojos con el fin de equilibrar la relación C/N, se cubrió con fibra vegetal y plástico negro por 60 días. Transcurrido este tiempo se preparó el compost de cada tratamiento a razón de 10 kg a los que se inoculó 270 g de lombrices, por unidad experimental. Se obtuvo que el Tratamiento 3, compuesto por estiércol de cuy, obtuvo el pH de humus de 8,04 siendo el más alto de todos los tratamientos. Respecto al rendimiento de humos destaca el Tratamiento 7, estiércol de vacuno + cuy + ave, con 6,25 kg por unidad experimental.

Cruz (2019) en su tesis tuvo como objetivo Producción de humus de lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) utilizando tocones de quinua y estiércol de alpaca, oveja, vaca y cuy como compost principal y materiales fácilmente disponibles en la zona de San Jerónimo Cusco. Para ello se preparó compost, que luego fue colocado en contenedores de 30 L de capacidad para inocular lombrices maduras. Las variables de estudio fueron la fuente alimenticia (niveles de compost

de estiércol de alpaca, ovino, vacuno y cuy) y densidad de inoculación (200, 400 y 600 lombrices por UE de 25 kg de compost). Los resultados encontrados permiten indicar que el compost obtenido de alpaca y ovino resultaron de mayor capacidad de desarrollo biológico y capacidad productiva. Respecto a la densidad de inoculación, el nivel 3 (600 lombrices/UE) permitió obtener 12,58 kg de humus.

Chávez et al. (2019) en su artículo tuvo como objetivo Evaluar los efectos de varios sustratos en la dieta de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*). Para ello, utilizaron un método experimental con 9 tratamientos y 3 repeticiones dispuestas en un diseño completamente al azar. Se utilizaron como sustratos estiércol de vaca, estiércol de cuy, gallinaza, plumas y sangre bovina. A los sustratos se les dejó reposar por dos semanas, con el fin de dar condiciones adecuadas para la adaptación de las lombrices. Se emplearon 185 lombrices por cada cajón. El trabajo se ejecutó por 60 días y demostró que se pueden lograr mejoras en el peso corporal, densidad poblacional y contenido proteico de la harina de lombriz. El Tratamiento 7 compuesto por estiércol de cuy muestra un nivel de 12,41% de materia orgánica y un pico de 0,62 %, aunque son menores a los obtenidos en estudios similares.

Huata (2018) en su tesis, tuvo como objetivo examinar la relación entre la cantidad de precompost utilizado como alimento para la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*), el rendimiento de humus de lombriz obtenido y la duración del proceso. Para ello desarrolló un diseño experimental completamente aleatorizado, con tres muestras y tres repeticiones. El tamaño de las muestras utilizadas fue de 30 kg, 40 kg y 50 kg de pre compost. Se usaron 500 lombrices para cada tratamiento. Obteniendo los siguientes resultados, las lombrices demoraron 44 días en convertir los 30 kg del T1, consumiendo 682 g de compost diarios, para el T2 las lombrices utilizaron 58 días para consumir 40 kg y para el T3 las lombrices consumieron los 50 kg en 67 días. En promedio las lombrices de la investigación, pesaron 1,4 g y convirtieron 706 g de pre compost diario.

Respecto a las **bases teóricas**, en cuanto a la variable independiente **residuos orgánicos domiciliarios incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida***, respecto a los residuos sólidos el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2014) indica que son materiales desechados, que por lo general,

carecen de valor económico para la mayoría de personas por lo que lo conocen coloquialmente como “basura”. Una fracción importante de los residuos sólidos domiciliarios, son los residuos orgánicos ya que constituyen casi el 50% del volumen generado en los domicilios. Según Garita y Rojas (2016) los **residuos orgánicos** se definen como residuos que se descomponen naturalmente, se caracterizan por poder desintegrarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. La cantidad, composición y características físicas dependen del origen, proceso de producción y estrato social. Están constituidos principalmente por restos de comida que pueden ser crudos o cocinados.

Así mismo el Ministerio del Ambiente MINAM (2020), indica que el aprovechamiento de residuos sólidos es una alternativa que debe priorizarse, el aprovechamiento consiste en la transformación química o biológica de residuos sólidos para que puedan constituirse como insumos, materiales o recursos de diversos procesos.

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social FONCODES (2014) indica que el **estiércol de cuy** es un subproducto de la crianza, que puede ser empleado para preparar compost, humus de lombriz o biol. Al aplicar estos abonos al suelo, hay un aumento del contenido orgánico y micronutrientes. Así mismo, se retiene más agua y mejora la producción de cultivos. Por otro lado, (Dupuis 2008) indica que los mejores estiércoles se obtienen de animales que son alimentados con forrajes verdes. Además, es preferible usar el estiércol de animales que son criados bajo sombra ya que de esta manera estará menos expuesto al ambiente y por lo tanto se evita su volatilización de nutrientes y será más rico en microorganismos. Debido a ello los estiércoles de cuy y conejo cumplen con estas características, por lo que pueden ser considerados estiércoles de calidad.

Acerca de la lombriz roja californiana ***Eisenia foetida***. Compagnoni y Putzolu (2018) indican: “También se le conoce como lombriz roja de California, es la especie más productiva y más fácil de introducir en cultivos extensivos, debido a la rapidez de su desarrollo y su rentabilidad para la cría”. Su principal función es transformar las proteínas de restos vegetales y animales en minerales que enriquecen el suelo.

Maqueira et al. (2022) indica que las lombrices de tierra son animales excavadores, siendo ingenieros de ecosistemas que contribuyen activamente a

varios servicios ecosistémicos, incluyendo el secuestro de carbono, intercambio gaseoso, producción vegetal, control de erosión y principalmente la descomposición y ciclo de nutrientes del suelo.

Para acelerar la descomposición de estos residuos se aprovecha a las lombrices, de esta manera se evita la erosión de suelos, se aporta nutrientes a las plantas, se reemplaza el abono químico y además las lombrices constituyen una fuente de alimento para aves, peces y cerdos.

Respecto a la variable dependiente **compostaje**, López et al. (2017) indican que el compostaje es un procesamiento de bajos costos, garantizando que los residuos orgánicos se relacionen con los componentes en la etapa de la cadena de producción, lo cual, permite el mejoramiento de las condiciones físicas y químicas del suelo aumentando su productividad en los cultivos. Del mismo modo, Oviedo et al. (2017) refiere que el compostaje es una descomposición biológica de los residuos orgánicos, que son realizadas por una población microbiana diversa y en situaciones predominantes aerobias, donde se generan materiales estables y libres de patógenos que se pueden aplicar al suelo.

Villa (2021) indica que durante el compostaje intervienen factores como el oxígeno, ya que la valoración de saturación debe de estar en 5% a 10% para que tenga una temperatura y humedad adecuada. Durante el compostaje se genera CO<sub>2</sub>, el cual, se libera generando un impacto ambiental, siendo fácil de procesarse mediante la fotosíntesis; la humedad debe encontrarse en un nivel de 45% a 60% dependiendo de la metodología y características de insumos; la temperatura es parecida a cuando empieza el procesamiento, pero de acuerdo a las semanas que avanza puede subir hasta 65°C; el pH es afectado por los elementos que se emplean, variando en cada etapa del procesamiento y su rango va a variar de acuerdo al procesamiento de compostaje que será de 4,5 a 8,5; la relación C/N es adecuado con una valoración de 35:1 a 15:1; tamaño de partícula se vincula de manera directa con las actividades microbianas, donde el tamaño adecuado es de 5 a 20cm relacionándose con la densidad inicial de 150 a 250 kg/m<sup>3</sup> y densidad final 600 a 700 kg/cm<sup>3</sup>; finalmente es el tamaño o volumen de la pila que se relacionan con el oxígeno, humedad y temperatura, donde las pilas de base ancha y un poco altura originan humedad buena y relación C/N provocando pérdidas de

microorganismos convenientes; por ello, se realizan pilas de 1,5 a 2m de alto y 1,5 a 3m de ancho para que sean eficientes las labores de volteo.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación es el tipo aplicada, para Sánchez y Reyes (2022) esta investigación tiene la “finalidad de aplicar conocimientos teóricos a determinadas situaciones concretas y las consecuencias prácticas que de ellas se deriven” (Sánchez & Reyes, 2022).

Así mismo, tiene un diseño experimental, según Hernández y Mendoza (2018) un experimento se refiere a “Una situación controlada en la que una o más variables independientes (causas) se manipulan deliberadamente para analizar las consecuencias de tales manipulaciones en una o más variables dependientes (efectos)”. Por otro lado la investigación, tendrá un diseño experimental puro, cuya característica es evaluar los efectos de una intervención sobre unidades experimentales, que tienen que incluir grupos de control y grupo experimental (Arias & Covinos, 2021). La presente investigación se realizó bajo condiciones de campo, en las que se realizaría el compost en la vida real. Así mismo, se tendrá un pre test y post test, después de la aplicación de los tratamientos con estiércol de cuy y *Eisenia foetida*.

La investigación tiene un alcance explicativo, que es aquella investigación “en la que se tiene como propósito establecer las causas de los sucesos, problemas o fenómenos que se estudian” (Hernández y Mendoza 2018).

Por su enfoque la investigación es cuantitativa, ya que “supone procedimientos estadísticos de procesamiento de datos y hace uso de la estadística descriptiva y/o inferencial” (Sánchez & Reyes, 2022)

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente: Residuos orgánicos domiciliarios incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida***

Garita y Rojas (2016) señalan que señalan que los **residuos orgánicos** se definen como “residuos que se descomponen naturalmente, se caracterizan por

poder desintegrarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica”.

FONCODES (2014) indica que el **estiércol de cuy** “es un subproducto de la crianza, que puede ser empleado para preparar compost, humus de lombriz o biol”. Al aplicar estos abonos al suelo, hay un aumento del contenido orgánico y micronutrientes. Así mismo, se retiene más agua y mejora la producción de cultivos.

Compagnoni y Putzolu (2018) indican que a ***Eisenia foetida***, “también se le conoce como lombriz roja de California, es la especie más productiva y más fácil de introducir en cultivos extensivos, debido a la rapidez de su desarrollo y su rentabilidad para la cría”. Su principal función es transformar las proteínas de restos vegetales y animales en minerales que enriquecen el suelo

### **Variable dependiente: Compostaje**

Según Oviedo et al. (2017) el compostaje es “una descomposición biológica de los residuos orgánicos, que son realizados por una población microbiana diversa, donde se generan materiales estables y libres de patógenos que se pueden aplicar al suelo”.

### **3.3. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis**

#### **Población**

La población corresponde a 1631,00 Kg/día de residuos orgánicos domiciliarios y estiércol de cuy generados en el distrito de Coya, Cusco.

#### **Muestra**

90 kg Residuos orgánicos domiciliarios generados y por 90 viviendas y 45 kg de estiércol de cuy generado por 20 granjas.

#### **Muestreo**

Para escoger la muestra de estudio se tuvo en consideración que los habitantes de las viviendas estén de acuerdo con participar del estudio y que cumplan con representar adecuadamente a las viviendas del distrito de Coya, es decir se empleara un muestreo no probabilístico por convivencia , que según (Arias Gonzales y Covinos 2021) se utiliza cuando se desea elegir a una población teniendo en cuenta características en común o se emplean criterios personales del

investigador. A partir de los Residuos Orgánicos Domiciliarios (ROD) recolectados, se procederá a homogenizar los residuos orgánicos luego se empleará el método del cuarteo para conseguir una muestra representativa (MINAM 2019).

### Unidad de Análisis

En la presente investigación la unidad de análisis será para cada pila de compostaje donde para el tratamiento 1 será de 15,5 kg para el tratamiento 2 de 17,85 kg y para el tratamiento 3 de 20,15 kg de compostaje, a partir de los resultados de cada una se realizarán los análisis respectivos.

**Tabla 1.** Cantidades de ROD, estiércol de cuy, lombrices y aserrín usado en cada tratamiento.

Sustrato	Tratamiento 1	Tratamiento	Tratamiento
		2	3
ROD (kg)	10	10	10
Estiércol de cuy (kg)	2,5	5	7,5
Lombrices (g)	500	350	150
Aserrín (kg)	2,5	2,5	2,5

La Tabla 1 señala la unidad de análisis principal para cada pila de compostaje, donde cada tratamiento se distingue por las diferentes cantidades de residuos orgánicos domiciliarios (ROD), estiércol de cuy, lombrices (*Eisenia foetida*) y aserrín usados. Para cada tratamiento, se mantiene constante la cantidad de ROD y aserrín (10 kg y 2,5 kg respectivamente), mientras que varían las proporciones de estiércol de cuy (aumentando progresivamente de 2,5 kg a 7,5 kg) y las lombrices (disminuyendo progresivamente de 500 g a 150 g). Los resultados obtenidos de cada pila de compostaje permitirán llevar a cabo los análisis correspondientes.

## **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

Para la investigación se empleará la técnica de observación, del proceso de compostaje en el distrito de Coya. La observación según Hernández y Mendoza (2018) menciona en “el registro sistemático, válido y confiable de situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”.

### **Instrumentos**

#### **Ficha de observación**

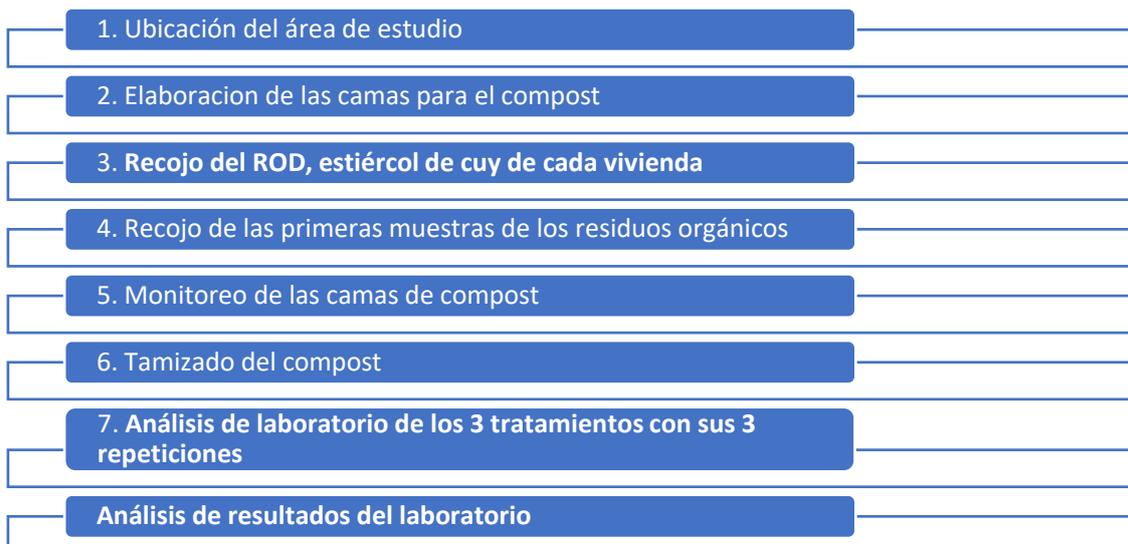
Este instrumento permitirá recolectar datos que se observen en el campo, para ello las fichas planteadas deberán contener las variables, dimensiones e indicadores a evaluar. Se elaborarán fichas de observación por cada tratamiento que se detallan en el Anexo 3.

Para la investigación se emplearán las siguientes fichas

- a) Ficha de recolección de residuos sólidos domiciliarios
- b) Ficha de recolección de estiércol de cuy
- c) Fichas de evaluación del proceso de compostaje por cada tratamiento

### **3.4. Procedimientos**

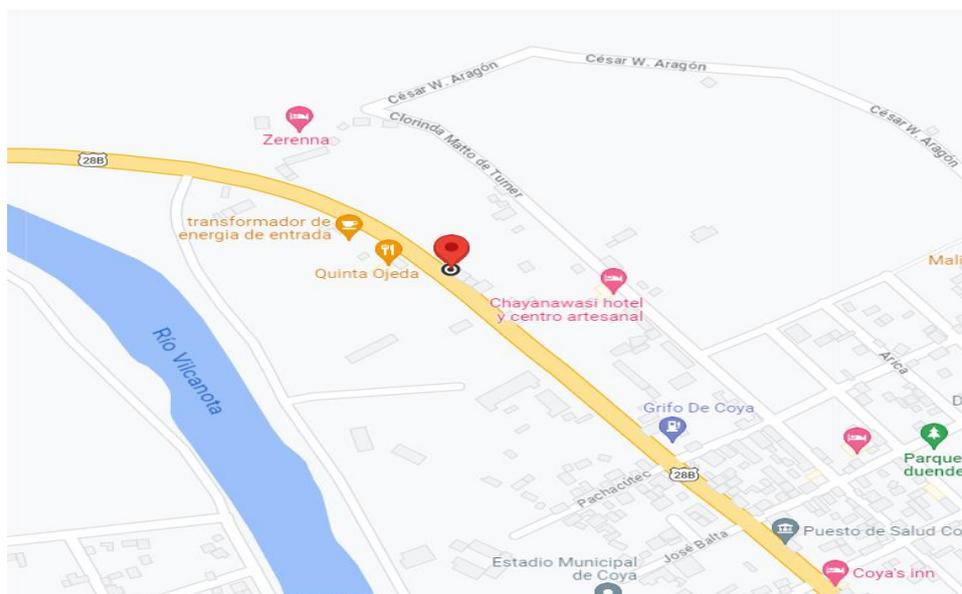
Mencionamos los pasos que se siguió para la elaboración del compost



**Figura 1. Pasos para la elaboración del compost**

**Paso 1 Ubicación del área de estudio**

Se seleccionó una ubicación adecuada para llevar a cabo el proceso de compostaje. Se tuvieron en cuenta factores como la accesibilidad, la disponibilidad de espacio y las condiciones ambientales favorables. La investigación se llevó a cabo en el distrito de Coya en el kilómetro 28b con coordenadas de Latitud: -13.3867, Longitud: -71.8989, 13° 23' 12" Sur, 71° 53' 56" Oeste donde se observa que hay un espacio adecuado para la realización del compost.



**Figura 2. Ubicación de la zona de estudio.**

## **Paso 2 Elaboración de camas de compost**

Se prepararon las camas o pilas de compostaje donde se depositarían los residuos orgánicos y se mezclarían con el estiércol de cuy y las lombrices *Eisenia foetida*. Se aseguró que las camas tuvieran el tamaño y la forma adecuados para facilitar el proceso de descomposición. Es decir, las camas composteras tienen las siguientes dimensiones 70 cm de largo y 70 cm de ancho y 25 cm de profundidad, con los materiales utilizados fue el triple, madera clavos lo cual ayudo para la realización de las camas composteras

## **Paso 3 Recojo del ROD, estiércol de cuy de cada vivienda**

El tercer paso para la elaboración del compost en Coya implica el recojo cuidadoso de los Residuos Orgánicos Domésticos (ROD) y estiércol de cuy de cada vivienda participante. Para garantizar una recolección efectiva, se instruye a los hogares sobre la correcta separación y almacenamiento de estos residuos en contenedores específicos, que son resistentes, con tapa y preferiblemente oscuros. Luego, en fechas acordadas, un equipo dedicado recoge los contenedores de cada hogar, y los residuos recogidos son transportados al centro de compostaje. Este proceso, a la vez que reduce la cantidad de desechos que van a parar a los vertederos, favorece la creación de un compost nutritivo con la ayuda de las lombrices *Eisenia foetida*, beneficiando tanto al medio ambiente como a la comunidad.



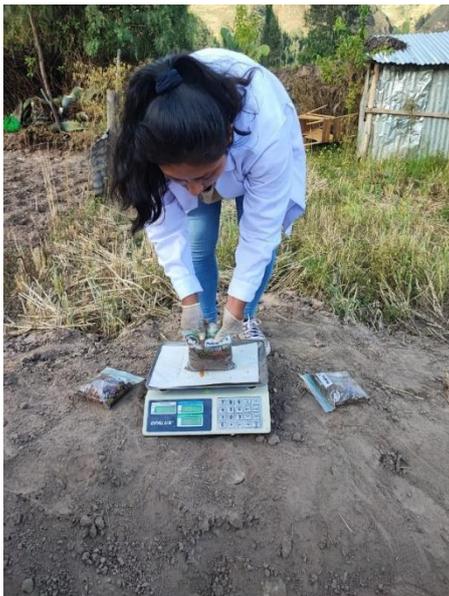
**Figura 3.** Realización de las camas composteras



**Figura 4.** *Camas composteras*

**Paso 4. Recojo de las primeras muestras de los residuos orgánicos.**

Se recolectaron muestras representativas de los residuos orgánicos domiciliarios que se utilizarían como materia prima para el compostaje. Estos residuos incluyeron restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, hojas, entre otros materiales orgánicos. Entonces, se realizó el análisis de las primeras muestras donde se pesó, se midió la temperatura y se llevó al laboratorio a que tomen análisis lo cual se contó con instrumentos adecuados para llevar los residuos al laboratorio. Después a los 7 días de iniciado el compostaje se realizará el volteo de las pilas con el fin de airear la materia orgánica y evitar malos olores. A partir de ese momento el volteo se realizará cada 10 días.



**Figura 5.** *Primeras muestras de residuos orgánicos.*

### **Paso 5 Monitoreo de las camas composteras**

Durante todo el proceso de compostaje, se llevó a cabo un monitoreo constante de las camas para garantizar que las condiciones fueran adecuadas. Se verificó la temperatura, la humedad y el nivel de oxígeno en las pilas para asegurarse de que la descomposición se realizara de manera eficiente. Entonces, se observa que si el compost se está desarrollando adecuadamente los cuales se está revisando diariamente, midiendo la temperatura y el pH.



**Figura 6.** Detalle de muestras del seguimiento y medición de temperatura

### **Paso 6 Tamizado del compost**

En la creación del compost implica el tamizado, un proceso crítico en la producción de un compost de alta calidad. Una vez que el compost ha pasado suficiente tiempo descomponiéndose y ha alcanzado la etapa madura, es transferido a un tamiz o zaranda. Este dispositivo, que consta de una malla con perforaciones, se usa para separar los materiales más gruesos no descompuestos del compost fino y listo para usar. Los materiales más gruesos son devueltos al compostador para su descomposición adicional, mientras que el compost más fino y maduro, que ha pasado a través de la malla, es recolectado para su uso. Este

proceso de tamizado asegura un producto final de textura uniforme, que es ideal para la mejora del suelo y promueve un crecimiento saludable de las plantas.

### **Paso 7 Análisis de laboratorio de los 3 tratamientos con sus 3 repeticiones**

El paso 7 en el proceso de compostaje implica un análisis de laboratorio detallado de las muestras de los diferentes métodos de compostaje. Específicamente, se analizan los tres tratamientos y sus respectivas repeticiones. El objetivo principal es examinar en profundidad la eficacia de cada técnica de compostaje para determinar cuál produce los resultados más beneficiosos. Tras finalizar el proceso de compostaje, se toman muestras representativas de cada tratamiento y repetición, garantizando así que las muestras reflejen fielmente el lote de compost completo.

Las muestras se envían a un laboratorio especializado, donde se realizan análisis fisicoquímicos rigurosos. Estos análisis se enfocan en una variedad de propiedades del compost, incluyendo el pH, el contenido de materia orgánica y la capacidad de retención de agua. Además, se examina la concentración de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el magnesio y el calcio. Cada uno de estos nutrientes juega un papel vital en la salud de las plantas, evaluar su presencia y concentración puede proporcionar una indicación clara de la calidad del compost. Los resultados de estos análisis ayudan a entender las ventajas y desventajas de cada método de compostaje y a seleccionar el más adecuado para las necesidades específicas del terreno o las plantas a cultivar.

### **Paso 8 Análisis de resultados del laboratorio**

Primero, se enfoca en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos del laboratorio. Este análisis es un procedimiento crucial, ya que nos proporciona una perspectiva detallada de las propiedades del compost obtenido. Los resultados de laboratorio arrojan luz sobre la eficiencia de cada tratamiento y sus repeticiones, dando una clara visión de cuál de ellos ha producido un compost más rico y beneficioso. Los datos se organizan y comparan meticulosamente, prestando especial atención a los niveles de nutrientes vitales, como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el magnesio y el calcio.

Además, se realiza un estudio comparativo detallado de los resultados. Se identifican los tratamientos que han resultado en niveles óptimos de nutrientes y se subrayan las posibles mejoras o modificaciones que podrían implementarse en los métodos menos eficientes. También se elaboran conclusiones clave y se hacen recomendaciones basadas en estos hallazgos. El análisis también busca patrones o tendencias en los datos que pueden proporcionar una comprensión más profunda de los procesos de compostaje y cómo estos pueden ser optimizados en el futuro. Esta etapa es fundamental para entender cómo diferentes técnicas de compostaje pueden influir en la calidad final del compost y cómo puede ser utilizado de la manera más beneficiosa.

### ***Diseño experimental***

Se realizarán 3 tratamientos con 3 repeticiones a partir de 90 kg de residuos orgánicos domiciliarios (ROD), 45 kg de estiércol de cuy y 3000 g de lombrices. Los tratamientos se detallan a continuación.

Para la determinación del número de lombrices a emplear se tomara en cuenta el trabajo realizado por (Huata Correa, 2018), quien empleó 500 kg para 40 kg de ROD, el presente estudio empleara 10 kg de ROD por ello empleando una proporción correspondería aplicar 350 lombrices el cual corresponde al Tratamiento 2. En el caso del Tratamiento 1 y 3, se aumentará y disminuirá de manera proporcional una misma cantidad obteniendo 500 y 150 lombrices respectivamente.

Para la determinación de los kg de estiércol de cuy a emplear se tomará como referencia a (Leiva Cabrera y Tapia Martinez 2020), quien empleo 15 kg de estiércol de cuy por cada 31,5 kg de ROD, teniendo una proporción de peso de 2 a 1, por ello para el presente estudio se planteará emplear 5 kg de EC por 10 kg de ROD en el tratamiento 2. En el caso del Tratamiento 1 y 3, se aumentará y disminuirá de manera proporcional una misma cantidad obteniendo 2,5 y 7,5 kg de EC respectivamente.

Por otro lado, a cada tratamiento se añadirá 2,5 kg de aserrín con el fin de estabilizar la relación C/N durante el proceso de compostaje.

## **Métodos empleados**

A continuación, se detallarán los métodos que se emplearán para el desarrollo de la investigación, los cuáles abarcan principalmente las etapas de compostaje y lombricultura, teniendo cada uno de ellos sus respectivas fases.

### **Compostaje**

Antes de empezar, se separarán los materiales que sean difíciles de compostar como maderas, huesos y grasas que puedan atraer animales y alterar los experimentos. Por otro lado, se picarán los residuos orgánicos domiciliarios, con el fin de facilitar el compostaje (Leiva & Tapia, 2020). Luego se procederá a pesar los 10 kg de ROD para cada tratamiento. También se establecerán 9 pilas composteras de 40 cm de ancho x 60 cm de largo x 40 cm de alto, las cuáles serán construidas con madera y protegidas con plástico.

Para iniciar el proceso de compostaje se mezclarán los ROD con el estiércol de cuy y aserrín, por capas, según cada tratamiento. Se procederá a agregar agua a cada pila, cuidando que tenga un porcentaje de humedad adecuado, el agua debe ser de preferencia de una fuente natural, en caso de ser potable debe estar reposada, dejándola solear con un día de anticipación, con el fin de disminuir el cloro, que puede ser perjudicial para los microorganismos responsables del compostaje (Leiva & Tapia, 2020). Para comprobar el porcentaje de humedad adecuado, realizo la prueba del puño

Durante el compostaje se deben cuidar los parámetros de temperatura, para ello se realizarán mediciones de temperatura al 2do, 5to día, 7mo día. A partir de ese momento cada 3 días. Se debe tener en cuenta que en las temperaturas iniciales en el compostaje son de 60° a 70°C, para luego estabilizarse entre 30° y 35° C. Durante el proceso también se verificará el porcentaje de humedad, el cuál debe tener valores constantes de 80%, por lo que se deben dar riegos con frecuencia. Por otro lado, se medirá el pH, el cual deberá tener valores cercanos a la neutralidad (Leiva & Tapia, 2020)

Una vez que el compost haya alcanzado la maduración en aproximadamente 3 meses se tendrá un material homogéneo y sin mal olor, el cuál será alimento para las lombrices (Mancha, 2018).

## **Lombricultura**

Se añaden las lombrices propuestas para cada tratamiento (Tabla 1). Teniendo en cuenta que se debe agregar plástico en base para evitar su pérdida. Así mismo se colocará una manta sobre la pila para evitar la pérdida de humedad y brindar protección a las lombrices. Durante el proceso se realizarán riegos interdiarios y se monitorea la temperatura (15° a 25°C) y el pH 6 a 7,5 (Giunta et al. 2019). Una vez que se obtenga el abono se procederá a cosechar las lombrices de cada pila y se realizará el conteo respectivo.

Se evaluará la descomposición final de los residuos sólidos y el tiempo que le tomo a cada tratamiento y repetición, para la obtención del abono. Así mismo, se evaluará la calidad con las pruebas de laboratorio.

### **Paso 6 Análisis de resultados**

Una vez que se obtuvieron los resultados de los análisis de laboratorio, se compararon los valores obtenidos en cada tratamiento. Se evaluó la eficiencia del proceso de compostaje, la concentración de nutrientes en el compost producido y se verificó si los valores cumplían con los estándares establecidos por la normativa aplicable.

Estos pasos permitieron llevar a cabo una evaluación exhaustiva del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante la elaboración de compost en Coya, Cusco, incorporando estiércol de cuy y lombrices *Eisenia foetida*, y así obtener un producto final de alta calidad con concentraciones adecuadas de nutrientes para su uso en la mejora de suelos agrícolas y jardines.

### **3.5. Método de análisis de datos**

Se organizarán una base de datos a partir de datos obtenidos en campo y laboratorio. Los cuáles serán procesados en el programa SPSS para los análisis estadísticos que comprenderán, una prueba de normalidad de los datos a partir de los cuáles se determinarán pruebas paramétricas o no paramétricas. En caso de tener una distribución normal, se empleará la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) con el fin de ver diferencias significativas entre cada tratamiento y repetición.

### **3.6. Aspectos éticos**

De acuerdo a los reglamentos dados por la Universidad César Vallejo y las condiciones de la investigación con respecto a los aspectos éticos a estudiar en el presente proyecto de investigación se respetó la resolución universitaria N°0126-2017/UCV, igual manera el presente trabajo de investigación se pasó por paso por el software antiplagio TURNITIN, para lo cual se debe obtener un porcentaje menor a 20%, y los estudios mencionados fueron correctamente citados y referenciados mostrando respeto por los autores considerados en el estudio, basándose en la Norma ISO-690. Esto para garantizar la autonomía y bienestar de los autores

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios

**Tabla 2** Resultados del aprovechamiento de residuos orgánicos

Tratamiento	Sustrato inicial (kg)	Compost obtenido (kg)			
		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
Tratamiento 1	ROD	10			
	Estierco de cuy	2,5	9,9	10,6	10,2
	Lombrices	0,5			
	Aserrín	2,5			
Tratamiento 2	ROD	10			
	Estierco de cuy	5	11,55	12	12,3
	Lombrices	0,35			
	Aserrín	2,5			
Tratamiento 3	ROD	10			
	Estierco de cuy	7,5	13,2	12,7	13,5
	Lombrices	0,15			
	Aserrín	2,5			

En la tabla 2 se muestra las cantidades de compost obtenidos (kg) por cada tratamiento y repetición. Teniendo que para el tratamiento 1 se tuvo un sustrato inicial de 17 kg y obteniendo en promedio 10,23 kg de compost, para el tratamiento 2 tuvo un sustrato inicial de 17,5 kg y obteniendo en promedio 11,95 kg de compost y para el tratamiento 3 tuvo un sustrato inicial de 20 kg y obteniendo en promedio 11,95 kg de compost.

## 4.2. Características fisicoquímicas del compost

**Tabla 3** Resultados fisicoquímicos por cada tratamiento pre test

Análisis fisicoquímico	Tratamientos		
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Humedad (%)	75,8	72,9	68,3
pH	7,4	7,6	7,9
C/N	41,1	39,1	35,5
Conductividad Eléctrica (dS/cm)	55,6	61,7	53,7
Nitrógeno N (%)	0,87	1,01	1,08
Fosforo P (%)	1,2	1,9	2,2
Potasio K (%)	0,9	1,1	0,8

En la tabla 3, se observan las características fisicoquímicas de las pilas de compostaje por cada tratamiento, teniendo que la humedad (%) promedio de los 3 tratamientos fue 72,3; el pH promedio 7,6 y el promedio de la relación carbono/nitrógeno (C/N) 38,6. Así mismo se tuvo que la conductividad eléctrica (dS/cm) fue de 53,7; 61,7 y 55,6 para los tratamientos 3, 2 y 1 respectivamente. Por otro lado, el tratamiento 2 tuvo la mayor cantidad de nitrógeno N (%) con 1,01 y el tratamiento 1 solo tuvo 0,87. Respecto al fosforo P (%) el tratamiento 3 tuvo la mayor concentración con 2,2; finalmente respecto al potasio K (%) la concentración mayor fue del tratamiento 2 con 1,1.

Después del proceso de compostaje se obtuvieron los siguientes datos (Tabla 4), respecto al pH, conductividad eléctrica (mS/m), C/N, materia orgánica (%), macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), micronutrientes como Magnesio (Mg), Calcio (Ca); metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn). Y se procedió a comparar las concentraciones con la NTP 201.208 2021.

**Tabla 4.** Resultados físicoquímicos por cada tratamiento y repetición post test

Muestra	Repetición	pH (UNI PH)	C.E. (mS/m)	C/N	Materia orgánica (%)	Carbono orgánico (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo (mg/kg)	Potasio (mg/kg)	Magnesio (Mg) (mg/kg)	Calcio (Ca) (mg/kg)
<b>T1</b>	R1	6,7	215	26,4	28,38	35,4	1,34	0,16132	0,97495	0,917698	2,28
	R2	6,8	210	26,8	28,76	36,2	1,35	0,15304	0,94475	0,982526	2,84
	R3	6,7	208	26,5	28,01	35,9	1,31	0,15012	0,05672	0,983422	2,68
<b>T2</b>	R1	7,3	274	25,6	26,17	37,7	1,47	0,14702	0,7612	0,920298	2,15
	R2	7,2	268	25,6	27,86	38,1	1,49	0,14057	0,73394	0,908034	1,89
	R3	7,2	263,2	25,8	27,34	38	1,47	0,14339	0,75339	0,956712	2,97
<b>T3</b>	R1	7,4	310	27,3	32,61	40,7	1,49	0,14897	0,82673	0,928291	2,35
	R2	7,4	318	27,1	32,24	40,9	1,51	0,14704	0,83296	0,899283	2,49
	R3	7,3	321	27,3	21,18	40,6	1,42	0,14512	0,82113	0,900181	2,47

Metales pesados

Muestra	Arsénico (As) <sup>+3</sup> (mg/kg)	Cadmio (Cd) <sup>+2</sup> (mg/kg)	Cobre (Cu) <sup>+2</sup> (mg/kg)	Cromo (Cr) <sup>+3</sup> (mg/kg)	Mercurio (Hg) <sup>+2</sup> (mg/kg)	Níquel (Ni) <sup>+2</sup> (mg/kg)	Plomo (Pb) <sup>+2</sup> (mg/kg)	Zinc (Zn) <sup>+2</sup> (mg/kg)
<b>T1</b>	13,24	0,19	62,13	10,14	0,24	5,77	24,84	234,59
	12,66	0,19	45,19	8,32	0,14	5,26	24,41	236,32
	13,11	0,19	56,78	9,98	0,17	5,37	24,99	232,3
<b>T2</b>	11,77	0,24	57,11	9,36	0,26	4,97	17,84	346,98
	11,88	0,25	51,99	8,81	0,28	4,9	16,96	322,81
	11,04	0,27	52,33	8,99	0,27	5,11	18,2	316,8
<b>T3</b>	14,03	0,31	52,28	8,24	0,26	4,97	15,82	318,74
	14,64	0,33	44,41	7,35	0,16	4,42	15,6	327,03
	14,71	0,35	49,67	7,89	0,19	4,61	15,89	311,12

La Tabla 4 muestra los resultados fisicoquímicos obtenidos en cada tratamiento y repetición luego de los tests realizados. Cada tratamiento, identificado como T1, T2, y T3, tiene tres repeticiones (R1, R2, R3) y para cada uno de ellos se reporta una serie de parámetros como el pH, la conductividad eléctrica (C.E.), la relación carbono/nitrógeno (C/N), el porcentaje de materia orgánica, el porcentaje de carbono orgánico, el porcentaje de nitrógeno total, y las cantidades de fósforo, potasio, magnesio y calcio. Los resultados muestran variaciones significativas entre los tratamientos y repeticiones. Además, la tabla también presenta la cantidad de diferentes metales pesados, incluyendo arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc en cada muestra de los tratamientos. Las variaciones en estos valores indican los diferentes efectos de cada tratamiento sobre las propiedades fisicoquímicas del compost resultante.

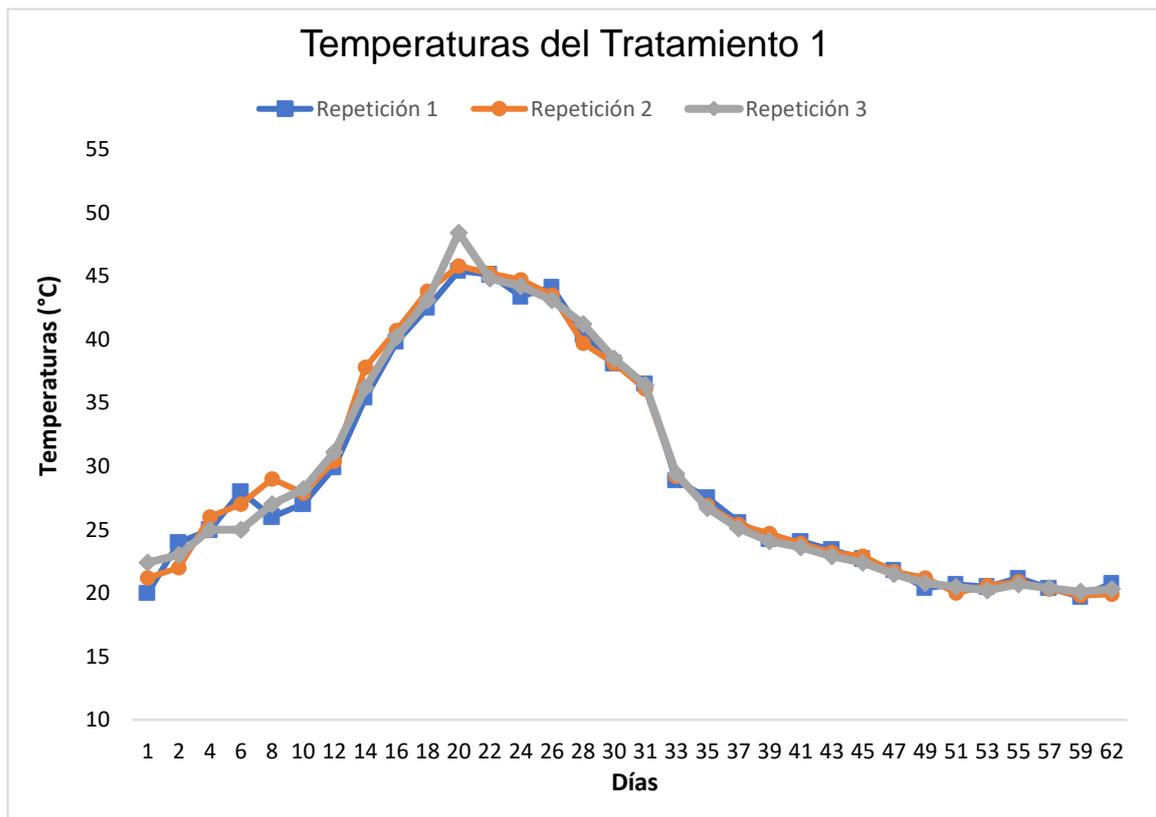
#### 4.2. Parámetros óptimos de operación

Los parámetros críticos para el compost considerados y monitoreados en la presente investigación fueron la temperatura (°C) y pH, los resultados del monitoreo por 61 días en promedio.

**Tabla 5** *Variación de temperaturas durante el compostaje del Tratamiento 1*

Días	Temperaturas (°C) del Tratamiento 1		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	20	21,2	22,4
2	24	22	23
4	25	26	25
6	28	27	25
8	26	29	27
10	27,04	27,9	28,2
12	29,9	30,4	31,1
14	35,4	37,8	36,2
16	39,8	40,7	40,2
18	42,5	43,8	43,1
20	45,4	45,8	48,4
22	45,1	45,2	44,8
24	43,4	44,7	44,2
26	44,1	43,5	43,1

28	40,4	39,7	41,2
30	38,1	38,1	38,5
31	36,5	36,1	36,4
33	28,9	29,2	29,4
37	25,6	25,4	25,1
39	24,3	24,7	24,1
41	24,1	23,9	23,6
43	23,4	23,2	22,9
45	22,7	22,9	22,4
47	21,8	21,7	21,5
49	20,4	21,2	20,8
53	20,5	20,6	20,2
55	21,2	20,9	20,7
57	20,4	20,3	20,4
59	19,7	19,8	20,1
62	20,8	19,9	20,3



**Figura 7.** Temperaturas de cada repetición en el Tratamiento 1

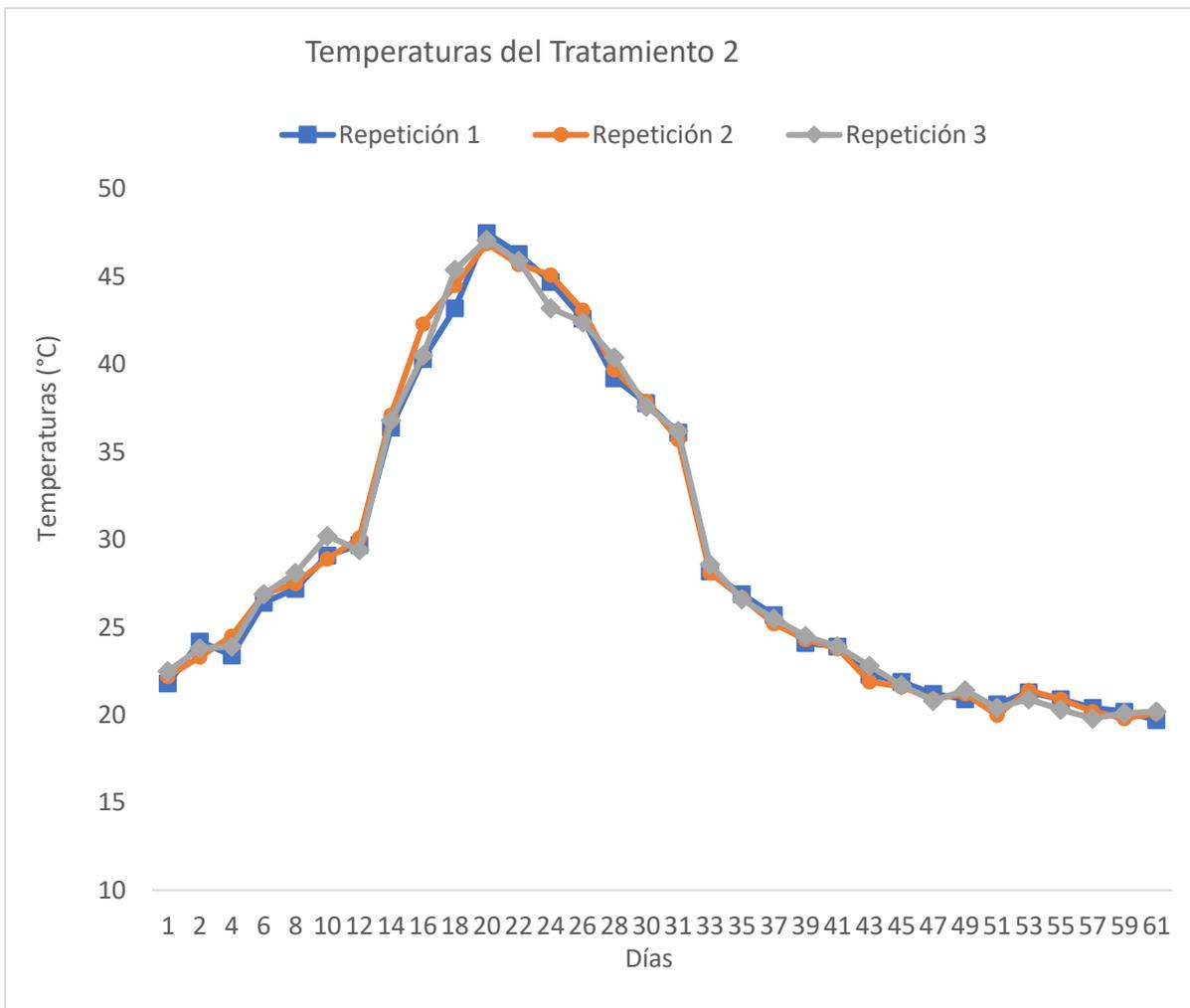
## Temperatura

En la figura 7 y Tabla 5, se observan los registros de temperatura de las 3 repeticiones del tratamiento 1, donde se observa una primera fase comprendida por los primeros 12 días donde las temperaturas oscilaron entre 20 y 30 °C. Sin embargo, después hubo un aumento de temperaturas de hasta 45°C, hasta el día 20. En la tercera fase las temperaturas se estabilizaron y a partir del día 26 se aprecia un descenso de temperaturas llegando hasta 24°C el día 41, a partir del cual hubo una reducción constante de temperaturas hasta el día 62, donde el compost alcanza la madurez.

**Tabla 6.** *Variación de temperaturas durante el compostaje del Tratamiento 2*

Días	Temperaturas (°C) del Tratamiento 2		
	Repeticion 1	Repeticion 2	Repeticion 3
1	21,8	22,2	22,5
2	24,2	23,3	23,8
4	23,4	24,5	23,9
6	26,4	26,9	26,9
8	27,2	27,5	28,1
10	29,1	28,9	30,2
12	29,7	30,1	29,4
14	36,4	37,1	36,8
16	40,3	42,3	40,5
18	43,2	44,5	45,4
20	47,5	46,9	47,1
22	46,3	45,7	45,9
24	44,7	45,1	43,2
26	42,6	43,1	42,4
28	39,2	39,7	40,4
30	37,8	37,9	37,6
31	36,1	35,7	36,2
33	28,2	28,1	28,6
35	26,9	26,7	26,6
37	25,7	25,2	25,5
39	24,1	24,3	24,5
41	23,9	23,8	23,9
43	22,3	21,9	22,8
45	21,9	21,6	21,7

47	21,2	20,9	20,8
49	20,9	21,2	21,4
51	20,6	20	20,4
53	21,3	21,4	20,9
55	20,9	20,9	20,3
57	20,4	20,2	19,8
59	20,2	19,8	20,1
61	19,7	20,1	20,2



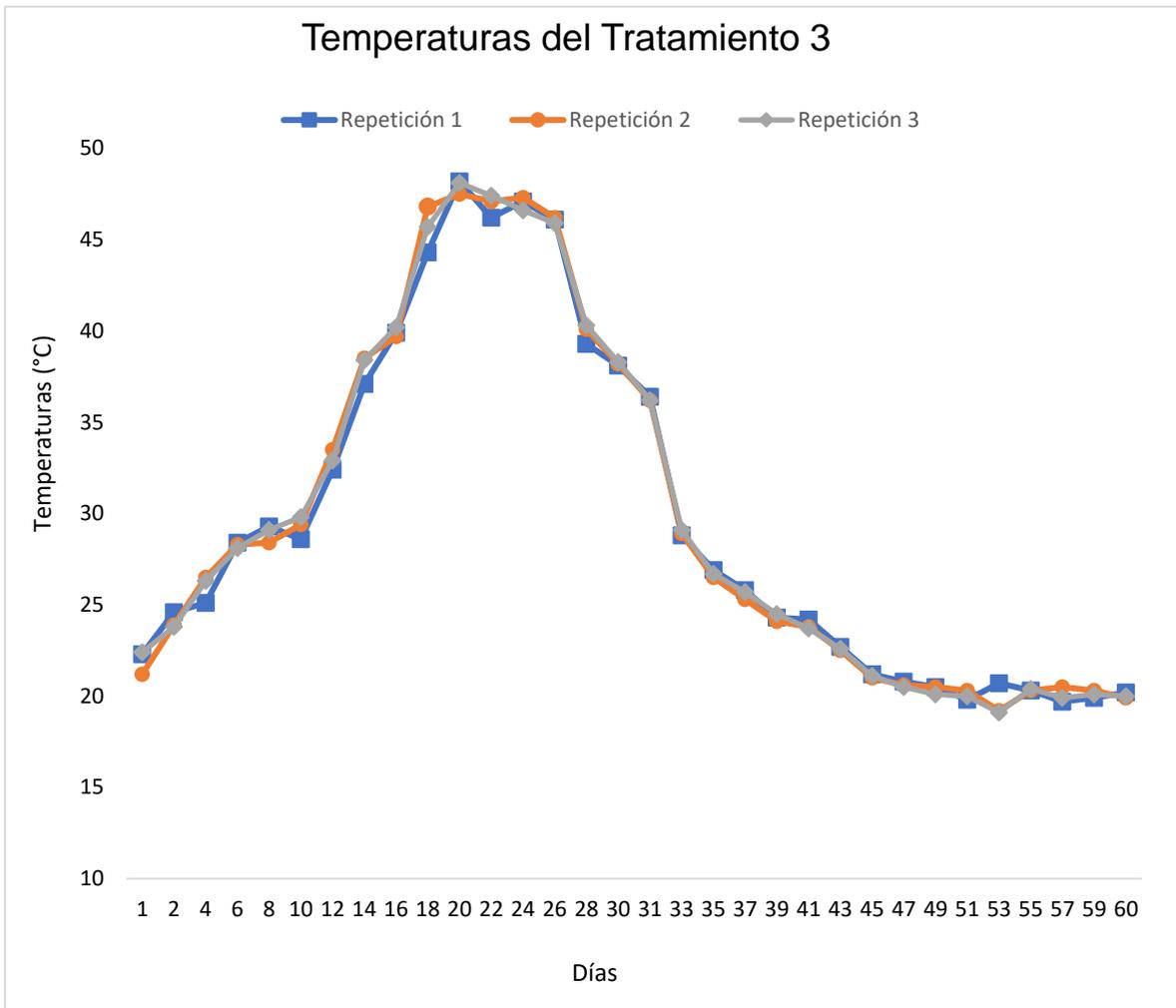
**Figura 8.** *Temperaturas de cada repetición en el Tratamiento 2*

En la figura 8 y Tabla 6, se observan los registros de temperatura de las 3 repeticiones del tratamiento 2, donde se observa una primera fase comprendida por los primeros 12 días donde las temperaturas oscilaron entre 21 y 30 °C. Sin embargo, después hubo un aumento de temperaturas de hasta 47°C, hasta el día

20. En la tercera fase las temperaturas se estabilizaron y a partir del día 24 se aprecia un descenso de temperaturas, llegando hasta 23,9°C el día 41. En el día 61 se alcanzó la madurez del compost con una temperatura de 20 °C.

**Tabla 7.** Variación de temperaturas durante el compostaje del Tratamiento 3

Días	Temperaturas (°C) del Tratamiento 3		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	22,3	21,2	22,4
2	24,6	23,9	23,8
4	25,1	26,5	26,3
6	28,4	28,3	28,1
8	29,3	28,4	29,1
10	28,6	29,4	29,8
12	32,4	33,5	32,9
14	37,1	38,5	38,4
16	39,9	39,7	40,2
18	44,3	46,8	45,7
20	48,2	47,5	48,1
22	46,2	47,1	47,4
24	47,1	47,3	46,6
26	46,1	46,2	45,9
28	39,3	40,1	40,3
30	38,1	38,2	38,3
31	36,4	36,2	36,2
33	28,8	28,9	29,1
35	26,9	26,5	26,7
37	25,8	25,3	25,7
39	24,3	24,1	24,5
41	24,2	23,8	23,7
43	22,7	22,5	22,6
45	21,2	21	21,1
47	20,8	20,6	20,5
49	20,5	20,5	20,1
51	19,8	20,3	20
53	20,7	19,2	19,1
55	20,3	20,3	20,4
57	19,7	20,5	19,9
59	19,9	20,3	20,1
60	20,2	19,9	20

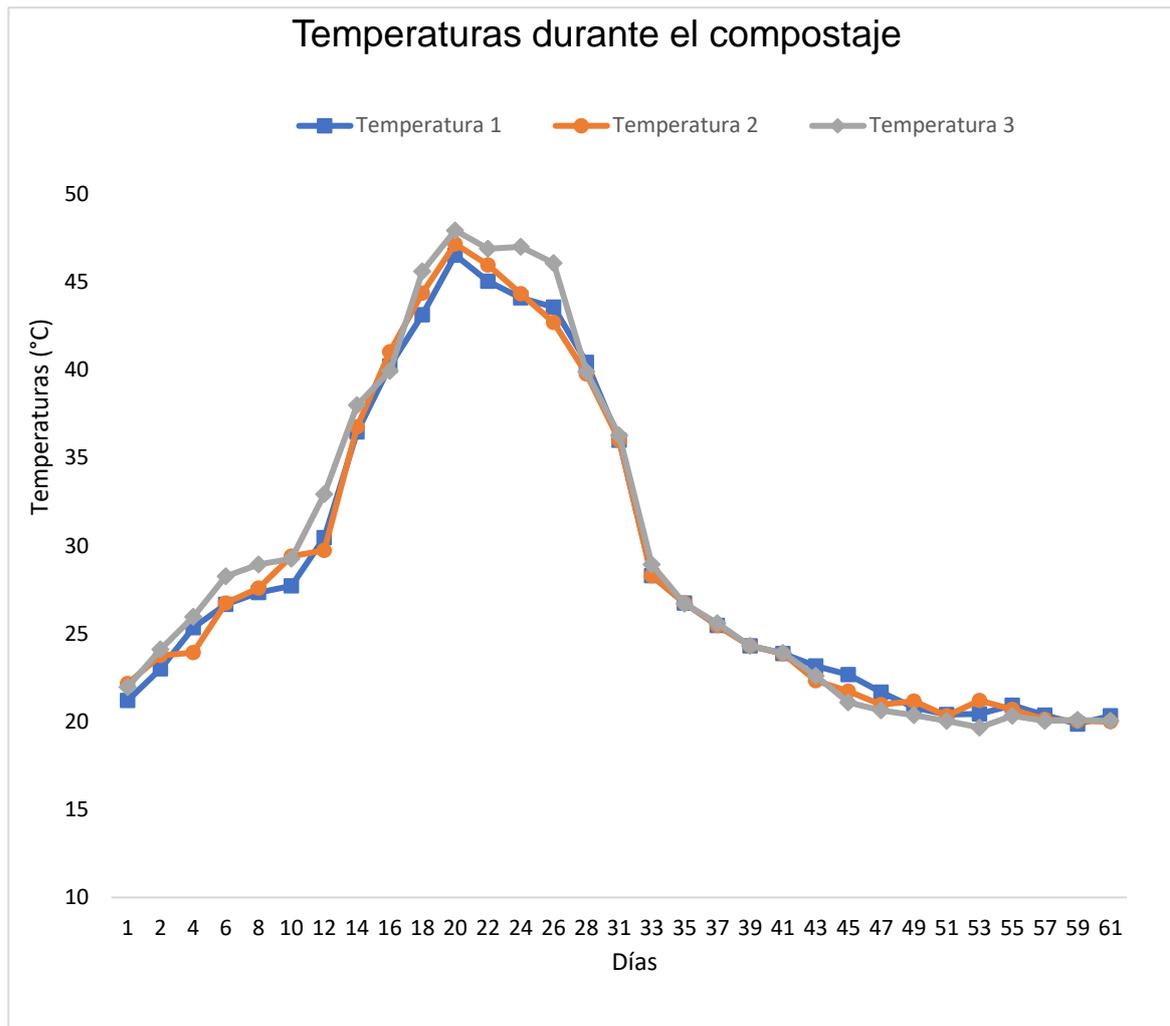


**Figura 9.** Temperaturas de cada repetición en el Tratamiento 3

En la figura 9 y Tabla 7, se observan los registros de temperatura de las 3 repeticiones del tratamiento 3, donde se observa una primera fase comprendida por los primeros 12 días donde las temperaturas oscilaron entre 21 y 32 °C. Sin embargo, después hubo un aumento de temperaturas de hasta 47°C, hasta el día 20. En la tercera fase las temperaturas se estabilizaron y a partir del día 26 se aprecia un descenso de temperaturas, llegando hasta 23,9°C el día 41. Alcanzando la madurez en el día 60, con una temperatura de 20°C.

**Tabla 8** Variación de temperaturas durante el compostaje de los 3 Tratamientos

Días	Temperaturas (°C) durante el compostaje		
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	22,3	21,2	22,4
2	24,6	23,9	23,8
4	25,1	26,5	26,3
6	28,4	28,3	28,1
8	29,3	28,4	29,1
10	28,6	29,4	29,8
12	32,4	33,5	32,9
14	37,1	38,5	38,4
16	39,9	39,7	40,2
18	44,3	46,8	45,7
20	48,2	47,5	48,1
22	46,2	47,1	47,4
24	47,1	47,3	46,6
26	46,1	46,2	45,9
28	39,3	40,1	40,3
30	38,1	38,2	38,3
31	36,4	36,2	36,2
33	28,8	28,9	29,1
35	26,9	26,5	26,7
37	25,8	25,3	25,7
39	24,3	24,1	24,5
41	24,2	23,8	23,7
43	22,7	22,5	22,6
45	21,2	21	21,1
47	20,8	20,6	20,5
49	20,5	20,5	20,1
51	19,8	20,3	20
53	20,7	19,2	19,1
55	20,3	20,3	20,4
57	19,7	20,5	19,9
59	19,9	20,3	20,1
60	20,2	19,9	20

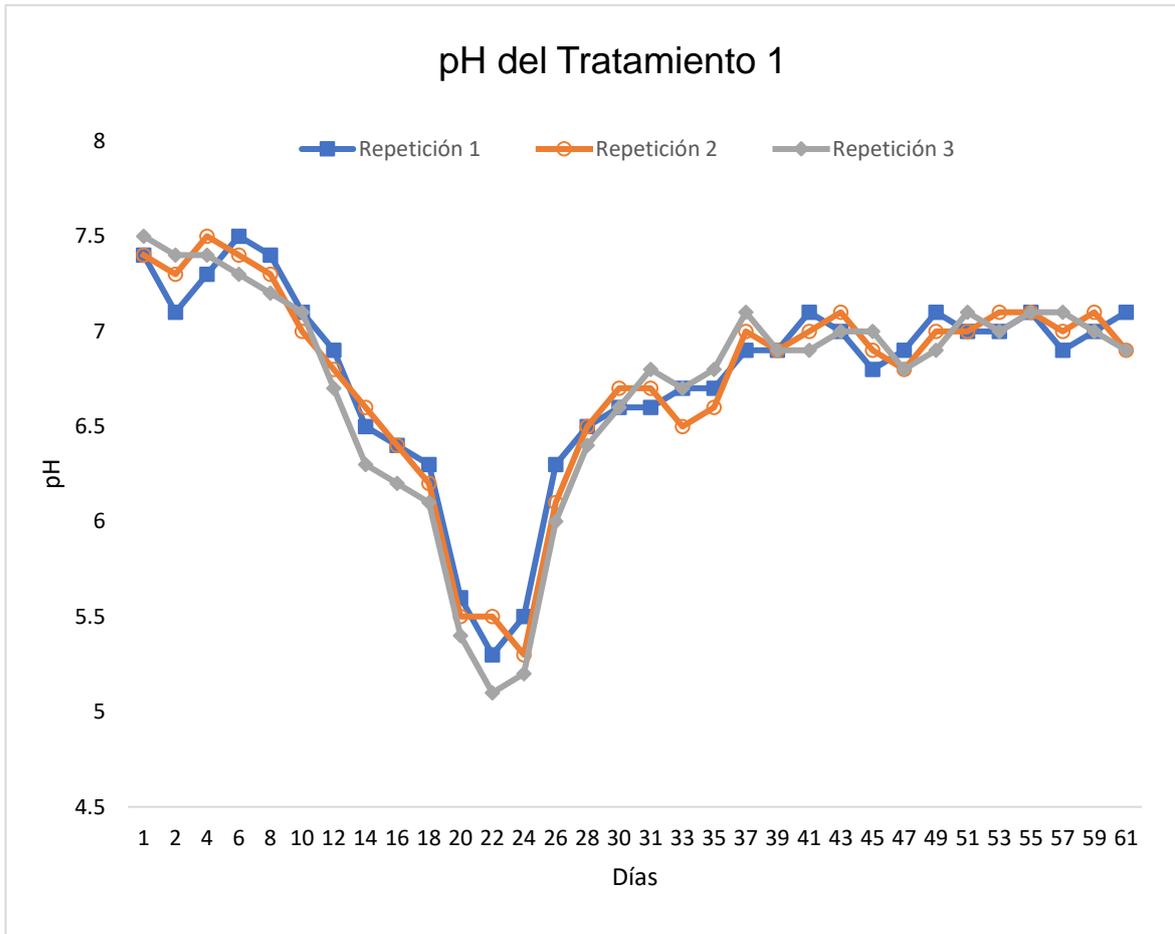


**Figura 10.** Temperaturas durante el compostaje de cada tratamiento

En la figura 10 y Tabla 8, se observan los registros de temperatura de los 3 tratamientos, donde se observa que el tratamiento 3 alcanzo mayores temperaturas respecto al tratamiento 1 y 2, durante el registro de 28 días. Teniendo como temperatura máxima promedio de 47,9 °C el día 20. Sin embargo, a partir del día 31 las temperaturas de los 3 tratamientos tuvieron valores similares hasta el día 61

**Tabla 9** Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 1

Días	pH del Tratamiento 1		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	7,4	7,4	7,5
2	7,1	7,3	7,4
4	7,3	7,5	7,4
6	7,5	7,4	7,3
8	7,4	7,3	7,2
10	7,1	7	7,1
12	6,9	6,8	6,7
14	6,5	6,6	6,3
16	6,4	6,4	6,2
18	6,3	6,2	6,1
20	5,6	5,5	5,4
22	5,3	5,5	5,1
24	5,5	5,3	5,2
26	6,3	6,1	6
28	6,5	6,5	6,4
30	6,6	6,7	6,6
31	6,6	6,7	6,8
33	6,7	6,5	6,7
35	6,7	6,6	6,8
37	6,9	7	7,1
39	6,9	6,9	6,9
41	7,1	7	6,9
43	7	7,1	7
45	6,8	6,9	7
47	6,9	6,8	6,8
49	7,1	7	6,9
51	7	7	7,1
53	7	7,1	7
55	7,1	7,1	7,1
57	6,9	7	7,1
59	7	7,1	7
62	7,1	6,9	6,9

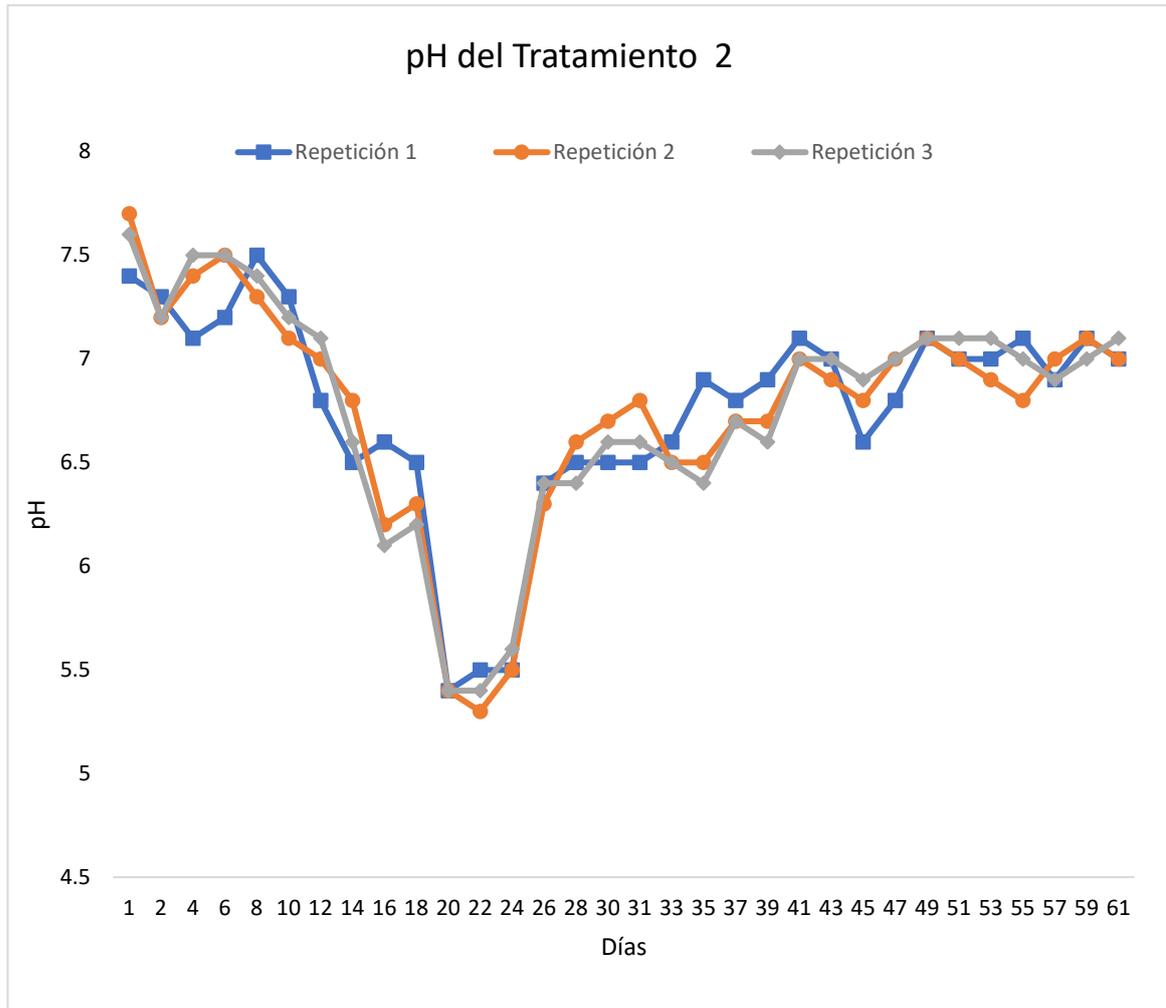


**Figura 1.** Temperaturas durante el compostaje de cada tratamiento  
**pH**

En la figura 11 y Tabla 9, se observan los registros de pH de las 3 repeticiones del tratamiento 1, donde se observa una primera fase comprendida por los primeros 22 días, donde los valores de pH descendieron continuamente de 7,5 a 5,8, luego se aprecia una estabilización de los valores hasta el día 24, a partir del cual los valores de pH aumentaron en dos fases, en la primera hubo un aumento hasta valores de 6,3 el día 28. En la segunda fase hubo un incremento de valores de pH (hasta 6,8) el día 41 de compostaje, a partir del cual los valores se estabilizaron en un pH neutro de aproximadamente 7.

**Tabla 10** Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 2

Días	pH del Tratamiento 2		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	7,4	7,7	7,6
2	7,3	7,2	7,2
4	7,1	7,4	7,5
6	7,2	7,5	7,5
8	7,5	7,3	7,4
10	7,3	7,1	7,2
12	6,8	7	7,1
14	6,5	6,8	6,6
16	6,6	6,2	6,1
18	6,5	6,3	6,2
20	5,4	5,4	5,4
22	5,5	5,3	5,4
24	5,5	5,5	5,6
26	6,4	6,3	6,4
28	6,5	6,6	6,4
30	6,5	6,7	6,6
31	6,5	6,8	6,6
33	6,6	6,5	6,5
35	6,9	6,5	6,4
37	6,8	6,7	6,7
39	6,9	6,7	6,6
41	7,1	7	7
43	7	6,9	7
45	6,6	6,8	6,9
47	6,8	7	7
49	7,1	7,1	7,1
51	7	7	7,1
53	7	6,9	7,1
55	7,1	6,8	7
57	6,9	7	6,9
59	7,1	7,1	7
62	7	7	7,1

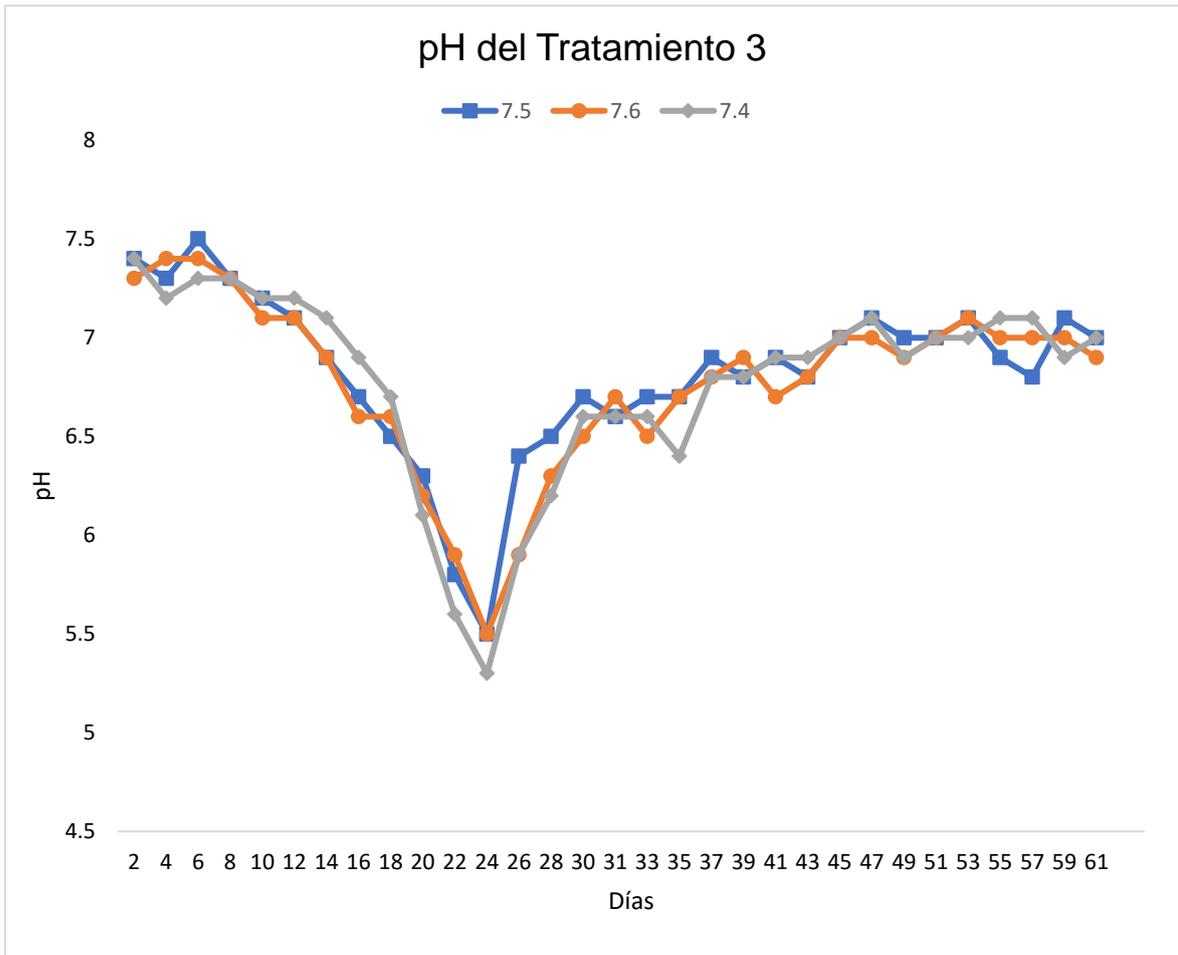


**Figura 2.** pH de cada repetición en el Tratamiento 2

En la figura 12 y Tabla 10, se observan los registros de pH de las 3 repeticiones del tratamiento 2, donde se observa una primera fase comprendida por los primeros 20 días, donde los valores de pH descendieron continuamente de 7,5 a 5,4, luego se aprecia una estabilización de los valores hasta el día 24, a partir del cual los valores de pH aumentaron en dos fases, en la primera hubo un aumento hasta valores de 6,4 el día 26. En la segunda fase hubo un incremento de valores de pH, de hasta 7, el día 41 de compostaje. En el día 62 el pH se fue neutro.

**Tabla 11.** Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 3

Días	pH del Tratamiento 3		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
1	7,5	7,6	7,4
2	7,4	7,3	7,4
4	7,3	7,4	7,2
6	7,5	7,4	7,3
8	7,3	7,3	7,3
10	7,2	7,1	7,2
12	7,1	7,1	7,2
14	6,9	6,9	7,1
16	6,7	6,6	6,9
18	6,5	6,6	6,7
20	6,3	6,2	6,1
22	5,8	5,9	5,6
24	5,5	5,5	5,3
26	6,4	5,9	5,9
28	6,5	6,3	6,2
30	6,7	6,5	6,6
31	6,6	6,7	6,6
33	6,7	6,5	6,6
35	6,7	6,7	6,4
37	6,9	6,8	6,8
39	6,8	6,9	6,8
41	6,9	6,7	6,9
43	6,8	6,8	6,9
45	7	7	7
47	7,1	7	7,1
49	7	6,9	6,9
51	7	7	7
53	7,1	7,1	7
55	6,9	7	7,1
57	6,8	7	7,1
59	7,1	7	6,9
62	7	6,9	7

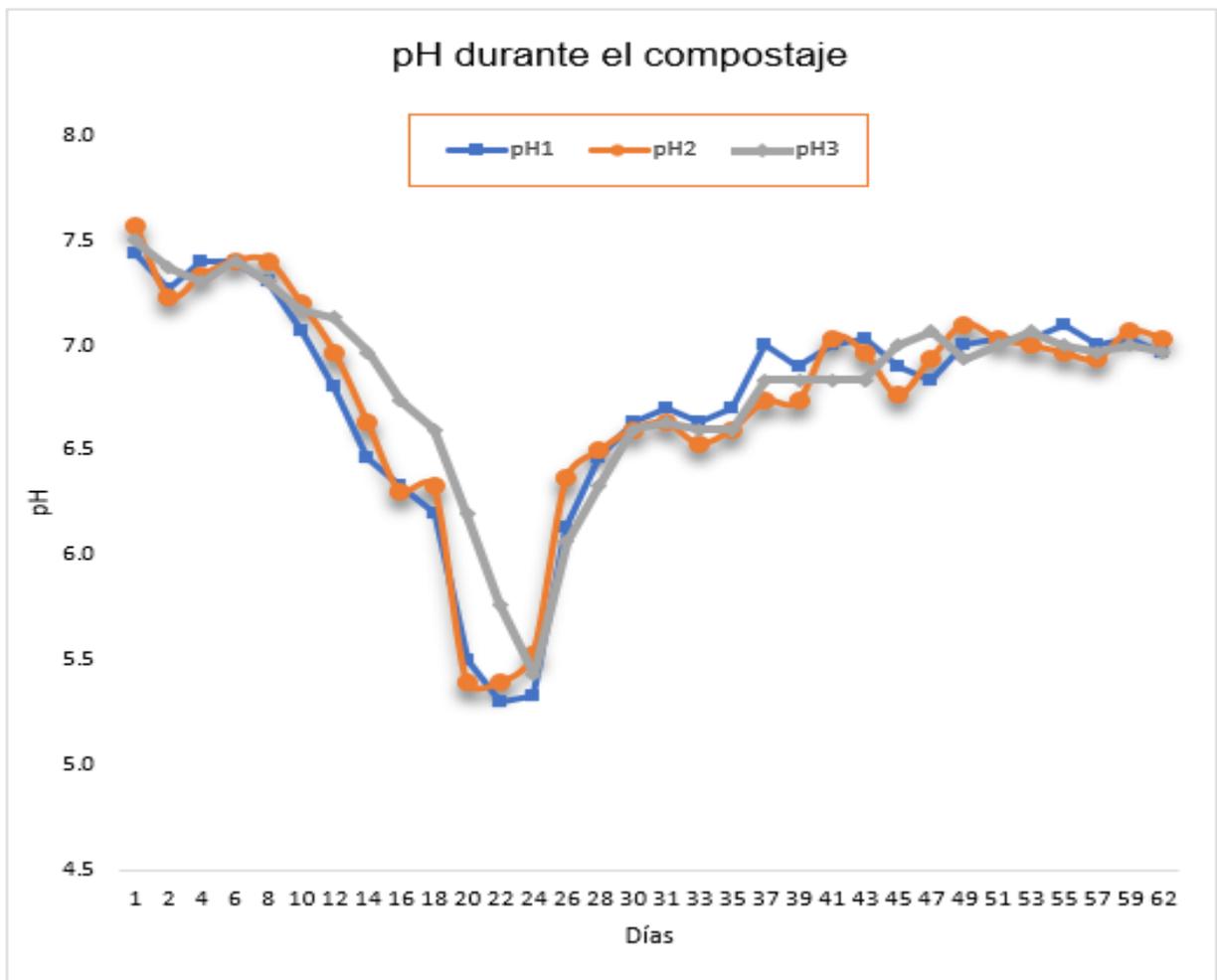


**Figura3.** pH de cada repetición en el Tratamiento 3

En la figura 13 y Tabla 11, se observan los registros de pH de las 3 repeticiones del tratamiento 3, donde se observa una primera fase comprendida por los primeros 24 días, donde los valores de pH descendieron continuamente de 7,5 a 5,4, luego hubo un aumento gradual de valores de pH, hasta 6,6 el día 30 y después un aumento de los valores de pH de 6,8 el día 41 de compostaje, para finalmente tener valores de 7 el día 62.

**Tabla 12** Variación de pH durante el compostaje del Tratamiento 3

Días	pH durante el compostaje		
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1	7,4	7,6	7,5
2	7,3	7,2	7,4
4	7,4	7,3	7,3
6	7,4	7,4	7,4
8	7,3	7,4	7,3
10	7,1	7,2	7,2
12	6,8	7,0	7,1
14	6,5	6,6	7,0
16	6,3	6,3	6,7
18	6,2	6,3	6,6
20	5,5	5,4	6,2
22	5,3	5,4	5,8
24	5,3	5,5	5,4
26	6,1	6,4	6,1
28	6,5	6,5	6,3
30	6,6	6,6	6,6
31	6,7	6,6	6,6
33	6,6	6,5	6,6
35	6,7	6,6	6,6
37	7,0	6,7	6,8
39	6,9	6,7	6,8
41	7	7,0	6,8
43	7,0	7,0	6,8
45	6,8	6,8	7,0
47	6,9	6,9	7,1
49	7,1	7,1	6,9
51	7,0	7,0	7,0
53	7,0	7,0	7,1
55	7,0	7,0	7,0
57	6,9	6,9	7,0
59	7,1	7,1	7,0
62	7,0	7,0	7,0



**Figura 4.** pH durante el compostaje de cada tratamiento

En la figura 14 y Tabla 12, se observan los registros de pH de los 3 tratamientos, donde se observa los valores registrados tienen un valor opuesto a los valores de temperatura (°C) mostrado en la figura 4. Por otro lado, el tratamiento 3 tuvo valores de pH mayores a los tratamientos 1 y 2, durante los días 12 y 24 del compostaje. A partir del cual los 3 tratamientos tuvieron valores similares de pH, con pequeñas oscilaciones para que finalmente los 3 tratamiento tengan valores de pH neutro al día 62.

## Lombrices

**Tabla 13.** *Cantidad de lombrices antes y después del compostaje*

Tratamiento	Repetición	Peso de lombrices (g)	
		Antes	Después
T1	R1	500	1256
	R2	500	1273
	R3	500	1268
T2	R1	350	1380
	R2	350	1398
	R3	350	1388
T3	R1	150	1508
	R2	150	1522
	R3	150	1517

La Tabla 13 presenta la cantidad de lombrices medida antes y después del proceso de compostaje para cada uno de los tratamientos y repeticiones. En los tratamientos T1, T2 y T3, se comenzó con diferentes cantidades de lombrices, siendo 500g para T1, 350g para T2 y 150g para T3. Después del compostaje, se observó un incremento notable en el peso de las lombrices en todas las repeticiones de los tratamientos. Por ejemplo, en el tratamiento T1, el peso de las lombrices aumentó de 500g a un rango de 1256-1273g, mientras que en el tratamiento T2, el incremento fue de 350g a un rango de 1380-1398g. De manera similar, el tratamiento T3 mostró un aumento de 150g a un rango de 1508-1522g. Estos resultados evidencian el papel beneficioso del compostaje para el crecimiento y desarrollo de las lombrices.

### 4.3 Eficiencia de nutrientes

**Tabla 14.** *Tiempo de compostaje por cada tratamiento y repetición*

Tratamiento	Repetición	Tiempo de compostaje
T1	R1	62
	R2	62
	R3	62
T2	R1	61
	R2	61
	R3	61
T3	R1	60
	R2	60
	R3	60

Para obtener resultados del objetivo específico 3 se realizó una caracterización de los nutrientes (N, P, K) al finalizar el proceso de compostaje de cada pila. Teniendo que respecto al porcentaje de Nitrógeno (%) el Tratamiento 2 tuvo la mayor concentración de 1,48 respecto al Tratamiento 1 y 3, acerca del Fósforo (P) fue el Tratamiento 1 el que tuvo la concentración más elevada de 0,16 respecto a los otros tratamientos. Finalmente, respecto al Potasio (K), fue el Tratamiento 3 el de mayor concentración con 0,83 respecto a los otros tratamientos. Así mismo, se consideraron los tiempos que le toma a cada pila de compostaje para alcanzar la madurez. Se obtuvo que en el tratamiento 3 fueron necesarios 60 días, frente a lo requerido en el tratamiento 1 y 2, en los cuales fueron necesario 62 y 61 días respectivamente. Por ello el tratamiento 3 sería más eficiente a los otros respecto al tiempo requerido para el compostaje (Tabla 14).

## Nitrógeno

Tabla 15 Nitrógeno (%) obtenido en los 3 tratamientos.

Nutrientes		Tratamientos		
	Repeticiones	T 1	T 2	T 3
Repetición	R1	1,34	1,47	1,49
	R2	1,35	1,49	1,51
	R3	1,31	1,49	1,42
	PROMEDIO	1,33	1,48	1,47

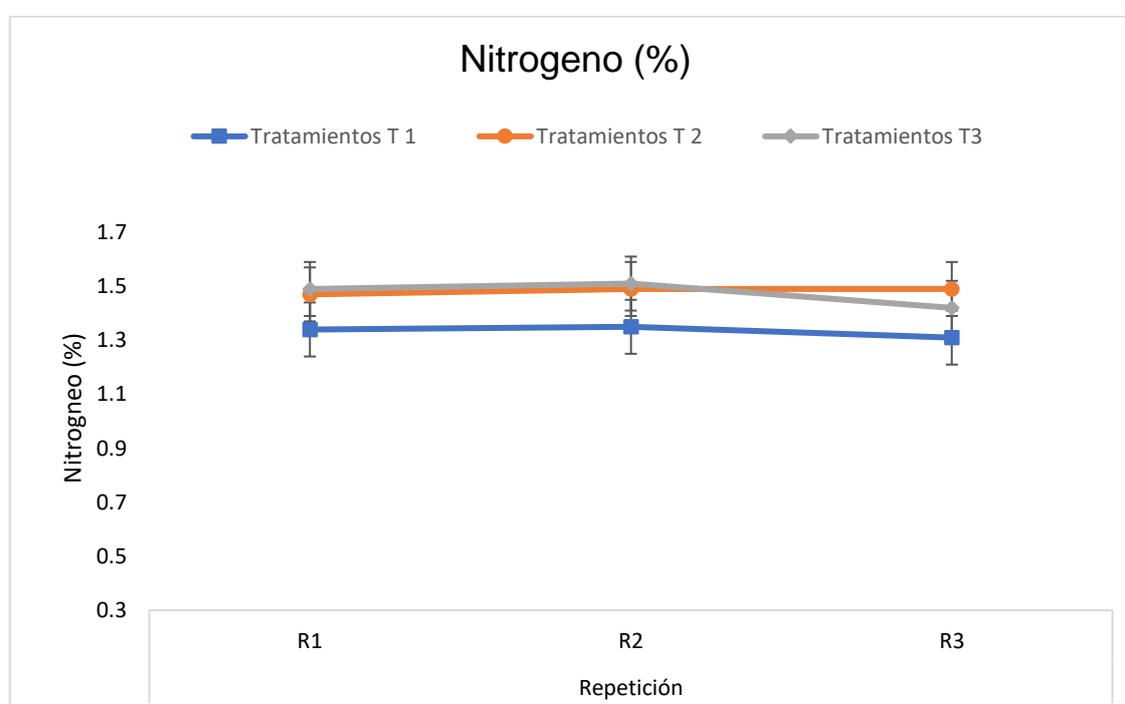
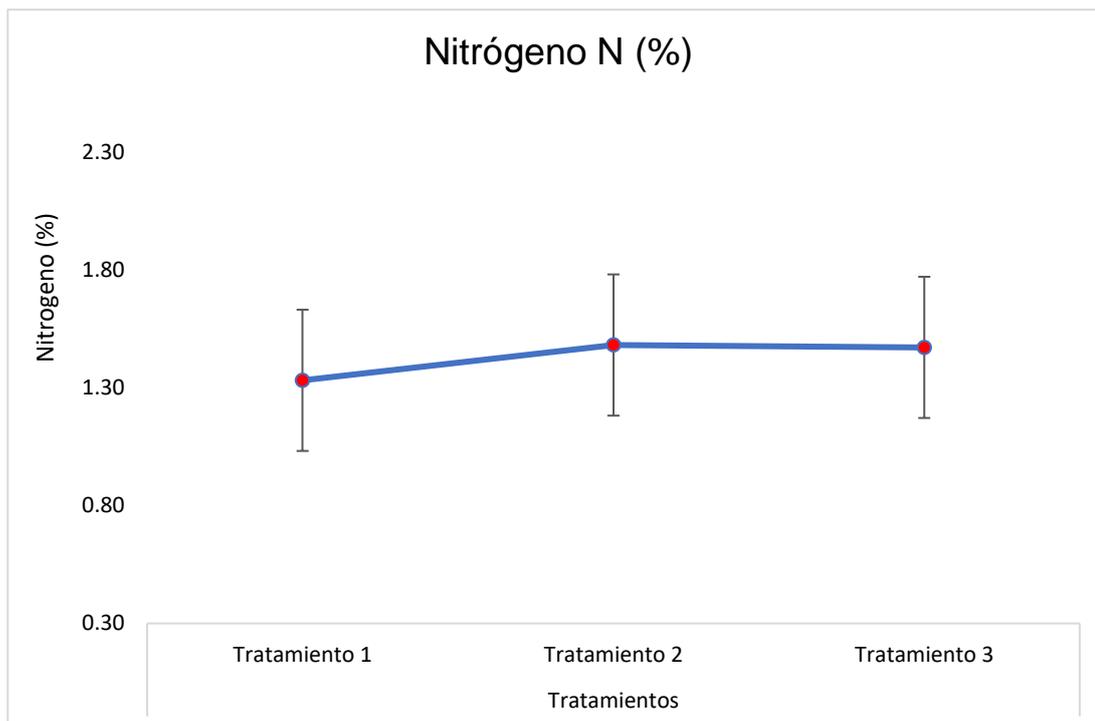


Figura 5. Nitrógeno (%) obtenido por tratamiento y repetición



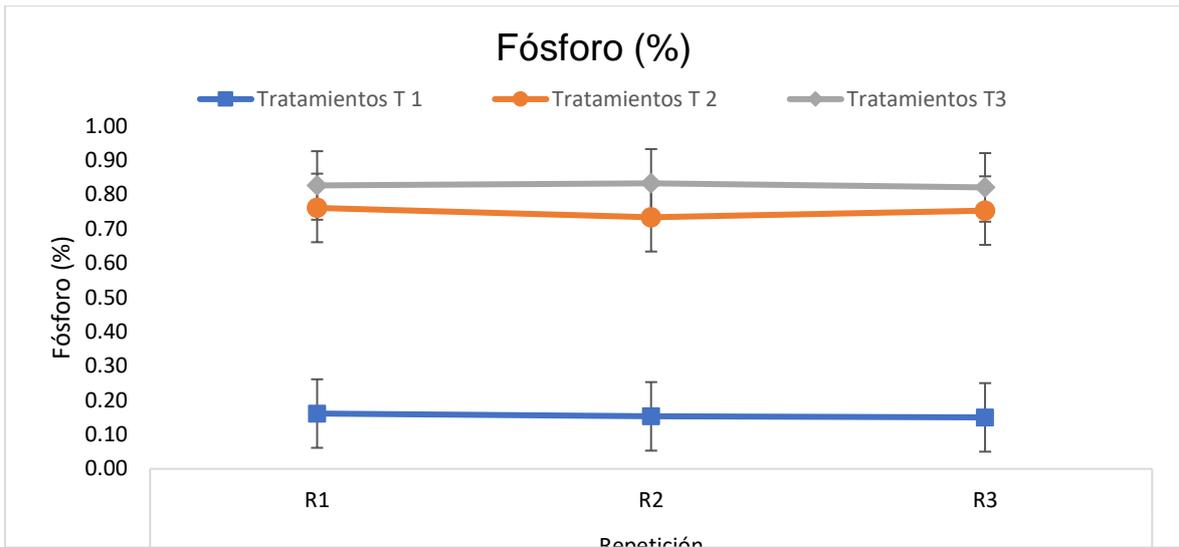
**Figura 6.** Nitrógeno (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje

Respecto al porcentaje de Nitrógeno (N) obtenido para los 3 tratamientos se detalla en la Tabla 15, así mismo, se compararon estos valores con la NTP 201.208 2021 (figura 15), el cual determina que este nutriente debe estar en un rango de 0,3 a 1,5; por lo tanto, los 3 tratamientos estarían cumpliendo con lo especificado para la norma.

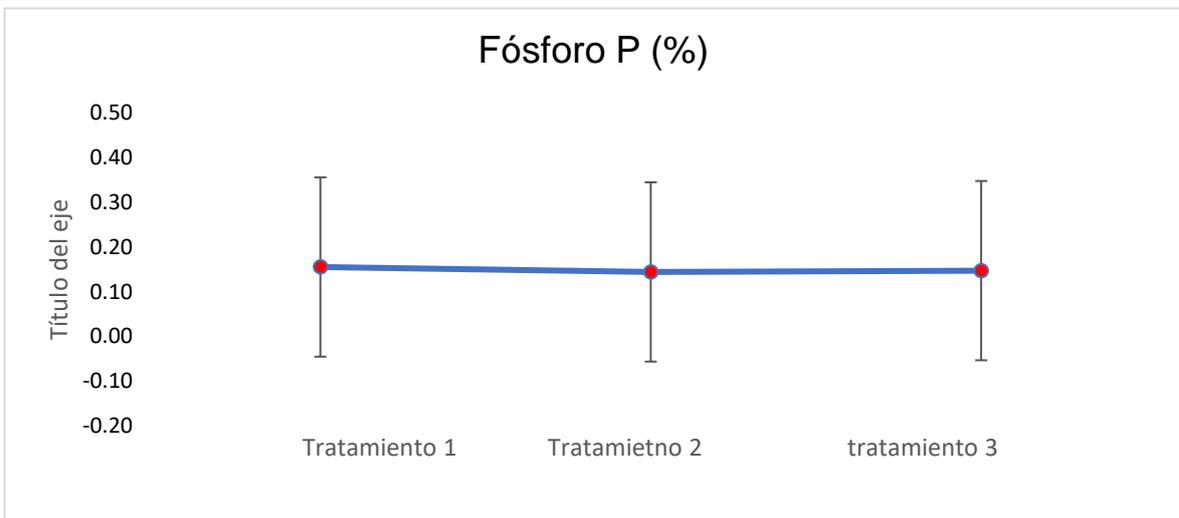
## Fósforo

**Tabla 16** Fósforo (%) obtenido en los 3 tratamientos

Muestra	Tratamientos			
	T 1	T 2	T 3	
Repetición	R1	0,16	0,76	0,83
	R2	0,15	0,73	0,83
	R3	0,15	0,75	0,82
	PROMEDIO	0,15	0,75	0,83



**Figura 7.** Fosforo (%) obtenido por tratamiento y repetición



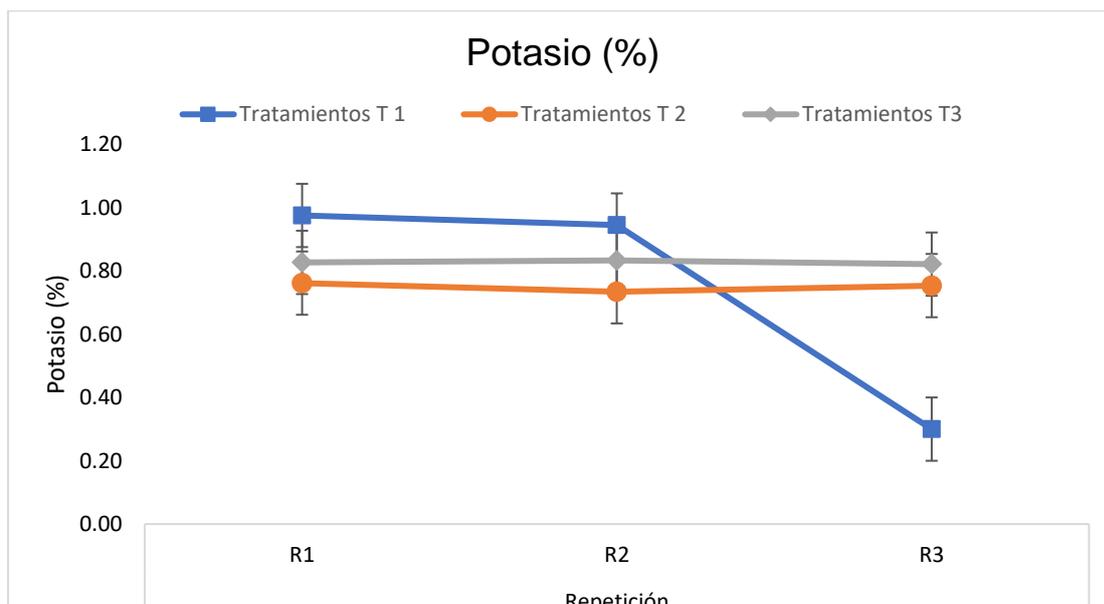
**Figura 8.** Fosforo (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje

Respecto al porcentaje de Fósforo (P) obtenido para los 3 tratamientos se detalla en la Tabla 16, así mismo, se compararon estos valores con la NTP 201.208 2021 (figura 17), el cual determina que este nutriente debe estar en un rango de 0,1 a 1, por lo tanto, los 3 tratamientos estarían cumpliendo con lo especificado para la norma, sin embargo, sus concentraciones son bajas

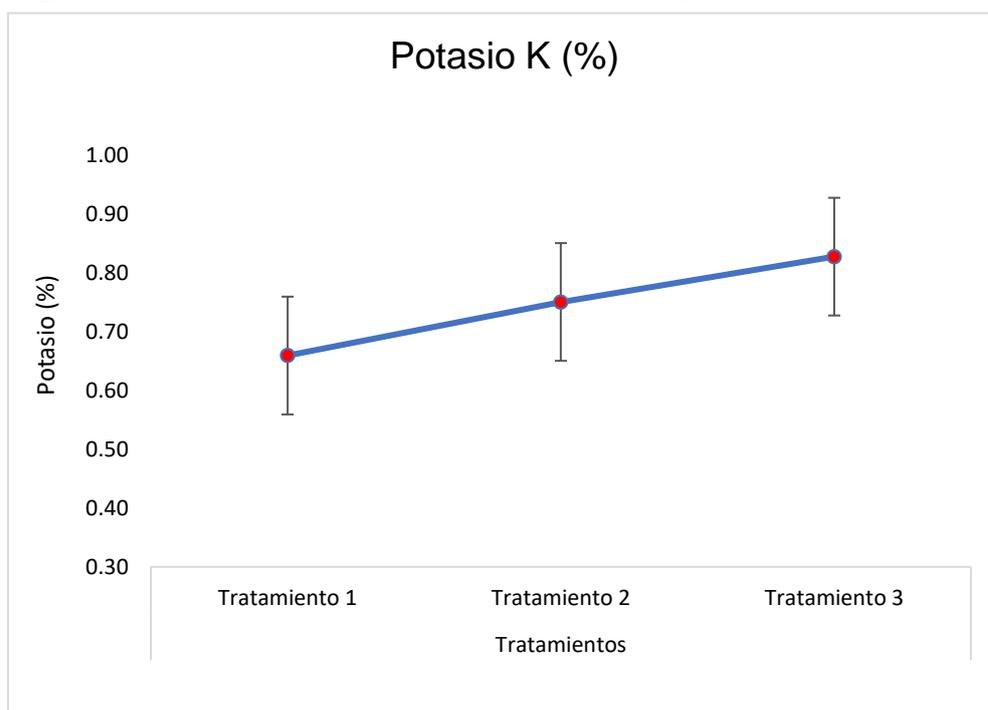
## Potasio

**Tabla 17** Potasio (%) obtenido en los 3 tratamientos

Muestra	Tratamientos			
	T 1	T 2	T3	
Repetición	R1	0,97	0,76	0,83
	R2	0,94	0,73	0,83
	R3	0,06	0,75	0,82
	PROMEDIO	0,66	0,75	0,83



**Figura 9.** Potasio (%) obtenido por tratamiento y repetición



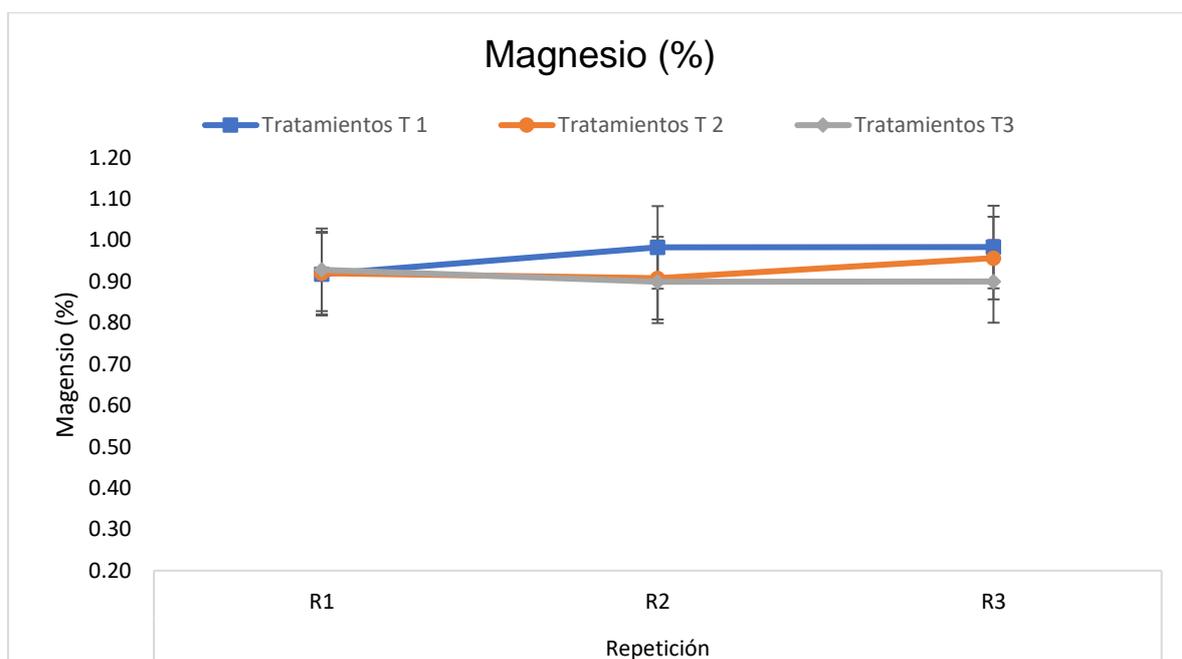
**Figura 20.** Potasio (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje

Respecto al porcentaje de Potasio (K) obtenido para los 3 tratamientos se detalla en la Tabla 17, así mismo, se compararon estos valores con la NTP 201.208 2021 (figura 19), el cual determina que este nutriente debe estar en un rango de 0,3 a 1, por lo tanto, los 3 tratamientos estarían cumpliendo con lo especificado para la norma.

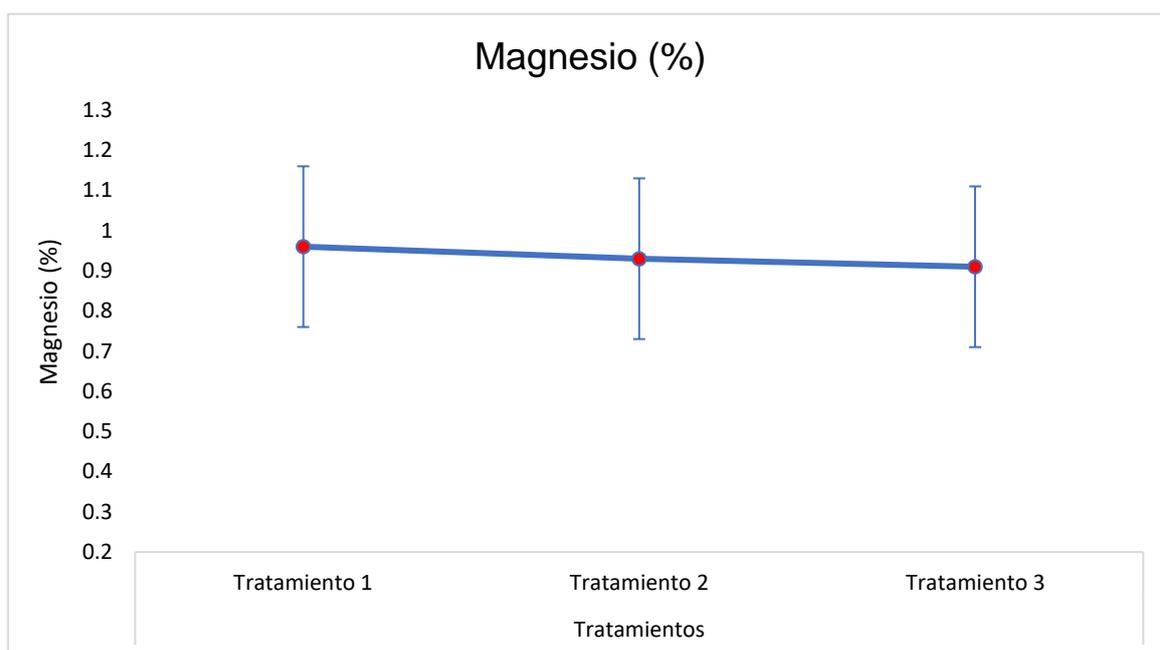
## Magnesio

**Tabla 18** *Magnesio (%) obtenido en los 3 tratamientos*

Muestra	Tratamientos			
	T 1	T 2	T 3	
Repetición	R1	0,92	0,92	0,93
	R2	0,98	0,91	0,90
	R3	0,98	0,96	0,90
	PROMEDIO	0,96	0,93	0,91



**Figura 10.** *Magnesio (%) obtenido por tratamiento y repetición*



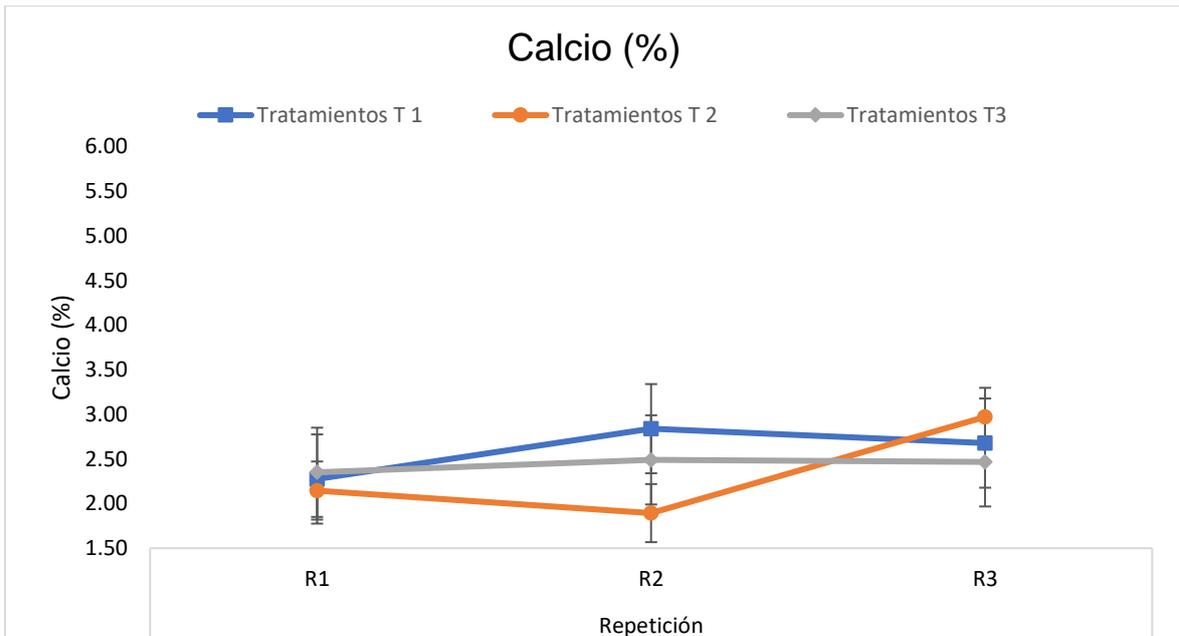
**Figura 22.** *Magnesio (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje*

Los resultados del porcentaje de Magnesio (Mg) de cada tratamiento se detallan en la tabla 18. Así mismo, en la figura 21 se observa que el magnesio (Mg) en el tratamiento 1 salió 0,96%, en el tratamiento 2 indica 0,93% y en el tratamiento 3 indica 0,91% viendo estos resultados superan lo que indicado en la NTP 201.208.2021, el cual indica valores de 0,2 a 0,7 %.

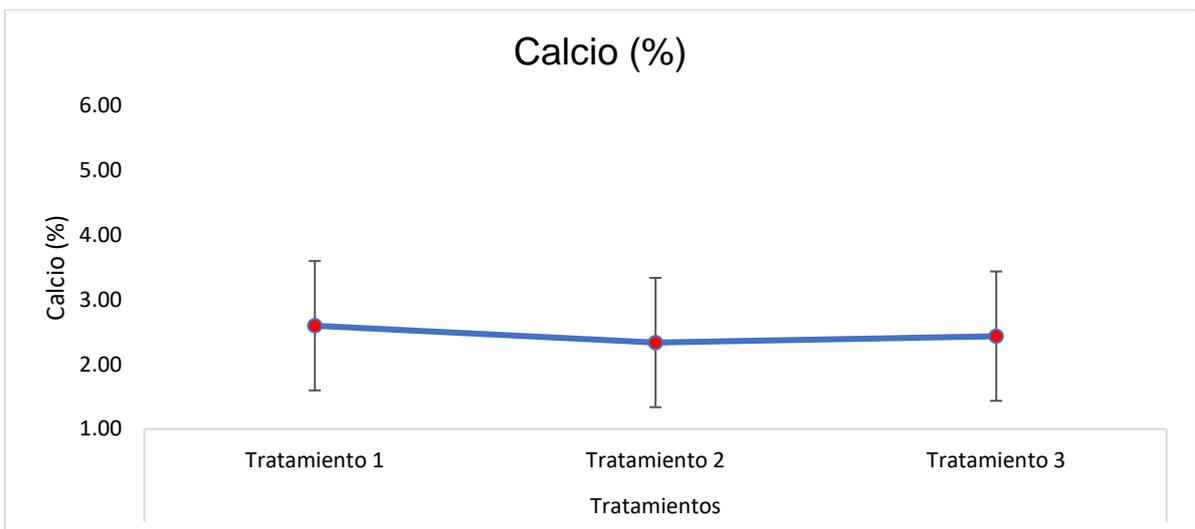
## Calcio

**Tabla 19** *Calcio (%) obtenido en los 3 tratamientos*

Muestra		Tratamientos		
		T 1	T 2	T3
Repetición	R1	2,28	2,15	2,35
	R2	2,84	1,89	2,49
	R3	2,68	2,97	2,47
	PROMEDIO	2,60	2,34	2,44



**Figura 11.** Calcio (%) obtenido por tratamiento y repetición



**Figura 124.** Calcio (%) de cada tratamiento obtenido mediante compostaje

Los resultados del porcentaje de Calcio (Ca) de cada tratamiento se detallan en la tabla 19. Así mismo, en la figura 23 se observa que el Calcio (Ca) en el tratamiento 1 salió 2,6%, en el tratamiento 2 indica 2,34% y en el tratamiento 3 indica 2,44% viendo estos resultados están dentro de lo indicado en la NTP 201.208.2021, que detalla valores de 2 a 6 %.

### Prueba de normalidad

Se realizó la prueba de normalidad de datos para poder determinar su distribución paramétrica.

Si p-valor > 0,05 presenta normalidad

Si p-valor < 0,05 no presenta normalidad

**Tabla 20.** Prueba de normalidad

variable	p- valor	decisión (p > 0,05)
pH	0,400	presenta normalidad
C/N	0,831	presenta normalidad
Conductividad Eléctrica (dS/cm)	0,847	presenta normalidad
Nitrógeno N (%)	0,443	presenta normalidad
Fosforo P (%)	0,635	presenta normalidad
Potasio K (%)	0,145	presenta normalidad

La Tabla 20 presenta los resultados de la prueba de normalidad para diversas variables analizadas en la investigación. Se utilizó un nivel de significancia de 0,05 para decidir si las observaciones de cada variable provienen de una distribución normal. Las variables analizadas incluyen el pH, la relación carbono/nitrógeno (C/N), la conductividad eléctrica, y los porcentajes de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Según los resultados, todas las variables presentan un p-valor mayor a 0,05, lo que indica que las observaciones de estas variables siguen una distribución normal. Esto sugiere que los datos obtenidos en la investigación son representativos y se pueden utilizar en análisis estadísticos paramétricos que asumen normalidad en los datos.

### **Análisis de varianza**

#### **Análisis de varianza del pH**

La hipótesis planteada:

Ho: Grupos de varianza iguales

Hi: Grupos tiene varianza diferente

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha y Si  $p \geq 0,05$  rechazamos la Ha y aceptamos la Ho

**Tabla 21** *Análisis de varianza del pH*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
tratamiento	3	1,18	0,45	24,04	0,0006
Error	6	0,09	0,02		
total	9				

La Tabla 21 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la variable pH de los diferentes tratamientos de compostaje. Se detallan las fuentes de variación (tratamiento y error), los grados de libertad, la suma de cuadrados, los cuadrados medios y el valor F calculado. Los grados de libertad para el tratamiento y el error son 3 y 6, respectivamente. La suma de cuadrados para el tratamiento es 1,18 y para el error es 0,09. Los cuadrados medios (obtenidos al dividir la suma de cuadrados entre los grados de libertad) son 0,45 para el tratamiento y 0,02 para el error. El valor F calculado (que es la razón entre el cuadrado medio del tratamiento y el cuadrado medio del error) es 24,04. El p-valor asociado a este valor F es 0,0006, lo que es significativamente menor que el umbral de 0,05. Esto sugiere que hay diferencias significativas en el pH entre los diferentes tratamientos de compostaje.

#### **Análisis de varianza de C/N**

La hipótesis planteada:

Ho: Grupos de varianza iguales

H1: Grupos tiene varianza diferente

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha y Si  $p \geq 0,05$  rechazamos la Ha y aceptamos la Ho

**Tabla 22** Análisis de varianza de C/N

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
tratamiento	3	1,11	245,44	93,67,04	0,0001
Error	9	955,44	2,12		
total	12	956,55			

La Tabla 22 presenta el análisis de varianza (ANOVA) de la relación carbono/nitrógeno (C/N) en los diferentes tratamientos de compostaje. Las fuentes de variación, que son el tratamiento y el error, tienen 3 y 9 grados de libertad respectivamente. La suma de cuadrados para el tratamiento es de 1,11 y para el error es de 955,44. Los cuadrados medios, que se calculan dividiendo la suma de cuadrados entre los grados de libertad, son de 245,44 para el tratamiento y 2,12 para el error. El valor F calculado, obtenido de la razón entre el cuadrado medio del tratamiento y el cuadrado medio del error, es de 93,67,04. El p-valor asociado a este valor F es de 0,0001, que es significativamente menor que el umbral de significancia convencional de 0,05. Esto indica que las diferencias en la relación C/N entre los tratamientos de compostaje son significativas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que diferentes tratamientos tienen efectos distintos sobre la concentración de C/N

### **Análisis de varianza de Conductividad Eléctrica**

La hipótesis planteada:

Ho: Grupos de varianza iguales

H1: Grupos tiene varianza diferente

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha y Si  $p \geq 0,05$  rechazamos la Ha y aceptamos la Ho

**Tabla 23** *Análisis de varianza de Conductividad Eléctrica*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
tratamiento	3	0,10	0,02	0,12	0,044
Error	7	3,00	0,60		
total	10	3,10			

La Tabla 23 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la conductividad eléctrica en los diferentes tratamientos de compostaje. Se identifican dos fuentes de variación: el tratamiento y el error, con 3 y 7 grados de libertad respectivamente. La suma de cuadrados para el tratamiento es de 0,10 y para el error es de 3,00. Los cuadrados medios, que son el resultado de la división de la suma de cuadrados por los grados de libertad, son de 0,02 para el tratamiento y 0,60 para el error. El valor F calculado, que se obtiene de la razón entre el cuadrado medio del tratamiento y el cuadrado medio del error, es de 0,12. El p-valor asociado a este valor F es de 0,044, que es ligeramente inferior al umbral de significancia de 0,05. Esto sugiere que las diferencias en la conductividad eléctrica entre los diferentes tratamientos de compostaje son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que diferentes tratamientos tienen efectos distintos en la conductividad eléctrica.

#### **Análisis de varianza de Nitrógeno N (%)**

La hipótesis planteada:

Ho: Grupos de varianza iguales

H1: Grupos tiene varianza diferente

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha y Si  $p \geq 0,05$  rechazamos la Ha y aceptamos la Ho

**Tabla 24** *Análisis de varianza de Análisis de varianza de Nitrógeno N (%)*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
tratamiento	3	1,90	0,88	15,36	0,026
Error	9	0,58	0,04		
total	12	2,48			

La Tabla 24 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para la concentración de nitrógeno en los distintos tratamientos de compostaje. En ella, se identifican dos fuentes de variación: el tratamiento y el error, que tienen 3 y 9 grados de libertad respectivamente. La suma de cuadrados para el tratamiento es de 1,90, y para el error es de 0,58. Los cuadrados medios, que son la suma de cuadrados dividida por los grados de libertad, resultan en 0,88 para el tratamiento y 0,04 para el error. El valor F calculado, que es la relación entre el cuadrado medio del tratamiento y el cuadrado medio del error, es de 15,36. El p-valor asociado con este valor F es de 0,026, que está por debajo del umbral de significancia de 0,05. Esto indica que las diferencias en la concentración de nitrógeno entre los diferentes tratamientos de compostaje son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que diferentes tratamientos tienen efectos distintos en la concentración de nitrógeno.

#### **Análisis de varianza Fosforo P (%)**

La hipótesis planteada:

Ho: Grupos de varianza iguales

H1: Grupos tiene varianza diferente

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha y Si  $p \geq 0,05$  rechazamos la Ha y aceptamos la Ho

**Tabla 25** Análisis de varianza de Análisis de varianza Fosforo P (%)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
tratamiento	3	0,15	0,04	7,16	0,01
Error	8	0,02	0,02		
total	11	0,17			

La Tabla 25 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la concentración de fósforo en los diferentes tratamientos de compostaje. Las fuentes de variación se dividen en dos categorías: tratamiento y error, con 3 y 8 grados de libertad respectivamente. La suma de cuadrados para el tratamiento es de 0,15 y para el error es de 0,02. Los cuadrados medios, obtenidos al dividir la suma de cuadrados entre los grados de libertad, resultan en 0,04 para el tratamiento y 0,02 para el error. El valor F calculado, obtenido al dividir el cuadrado medio del tratamiento entre el cuadrado medio del error, es de 7,16. El valor p asociado con este valor F es de 0,01, que está por debajo del umbral de significancia de 0,05, indicando que las diferencias en la concentración de fósforo entre los diferentes tratamientos de compostaje son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que hay diferencias en los efectos de los tratamientos sobre la concentración de fósforo.

### **Análisis de varianza Potasio**

La hipótesis planteada:

Ho: Grupos de varianza iguales

H1: Grupos tiene varianza diferente

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y aceptamos la Ha y Si  $p \geq 0,05$  rechazamos la Ha y aceptamos la Ho

**Tabla 26** Análisis de varianza de Análisis de varianza Potasio K

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
					0,000
tratamiento	3	0,35	0,20	198,16	01
Error	8	0,003	0,00023		
total	11	0,25			

La Tabla 26 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la concentración de potasio en los diferentes tratamientos de compostaje. Las fuentes de variación se dividen en dos categorías: tratamiento y error, con 3 y 8 grados de libertad respectivamente. La suma de cuadrados para el tratamiento es de 0,35 y para el error es de 0,003. Los cuadrados medios, que son el resultado de dividir la suma de cuadrados por los grados de libertad, son 0,20 para el tratamiento y 0,00023 para el error. El valor F calculado, que se obtiene al dividir el cuadrado medio del tratamiento entre el cuadrado medio del error, es de 198,16. El valor p asociado con este valor F es de 0,00001, que está muy por debajo del umbral de significancia de 0,05, indicando que las diferencias en la concentración de potasio entre los diferentes tratamientos de compostaje son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa de que hay diferencias en los efectos de los tratamientos sobre la concentración de potasio.

## V. DISCUSIÓN

Sobre el análisis fisicoquímico, respecto a la relación carbono nitrógeno (C/N), Sinche (2022) reporta que la pila 1, compuesta por Residuos sólidos domiciliarios, estiércol de cuy y aserrín, tuvo una relación C/N de 33,59 al inicio del compostaje disminuyendo la relación de C/N a 20,61 al día 65 del compostaje en Riobamba, Ecuador. Mientras que en la presente investigación se tuvo relaciones de C/N de 41,9; 39,1 y 35,5 para tratamientos de residuos orgánicos domiciliarios (ROD) y aserrín con distintas proporciones de estiércol de cuy (EC); los mismos que fueron disminuyendo al post test en relaciones de C/N de 26,6; 25,7 y 27,2 respectivamente. Por lo que, en la presente investigación se obtuvieron valores de la relación C/N superiores a los reportados por otras investigaciones.

Por otro lado, con respecto al Contenido de humedad (%), de acuerdo al análisis fisicoquímico, Zarate (2018) reporta que el valor del contenido de humedad para el tratamiento de Residuos Orgánicos Domiciliarios (ROD) con adición de estiércol de cuy (EC) es de un 70%, mientras tanto Villavicencio (2021) reporta que, en los dos métodos de tratamiento realizados en su investigación, el rango de humedad se mantiene entre 79,34% y 69,81% independientemente de la profundidad de medida. Por lo que contrastando esos resultados con los de esta investigación, se obtuvo similitud, ya que se reporta un promedio de 72,6% de contenido de humedad en los 3 tratamientos realizados en la presente investigación, cabe resaltar que en el presente trabajo se trató de mantener una humedad óptima, por ello, se logró un rango de 50% a 80% de humedad inicial para el proceso de los 3 tratamientos realizados.

Acerca de los valores de pH, en la presente investigación se obtuvo valores cercanos a la neutralidad (7), siendo los valores de 7,4; 7,6 y 7,9 al inicio del proceso de los 3 tratamientos el compostaje, mientras tanto Sinche (2020), reportó un valor de 8,94 como pH inicial el cual vario durante el proceso del compostaje, aumentando hasta el día 65 con un valor de 9,94, a partir del cual disminuyó siendo 7,63 el valor en el día 21. Por otro lado, Leiva y Tapia (2020) reportan un valor de pH levemente alcalino de 8, el cuál aumento hasta 9,08 el día 43, a partir del cual disminuyo hasta 7,84 el día 21. En el caso de Ayma (2020) también se reporta un

pH alcalino (8.04) en el tratamiento de compostaje con estiércol de cuy, Sin embargo, en el proceso de compostaje los valores de pH obtenidos tienden valores cercanos a 7. Mientras tanto en la investigación de Carhuapoma (2019) al igual que la de Durán et al. (2013), reportan que el pH del sustrato registrado al inicio del proceso de compostaje fueron de 7,0, y al finalizado del tratamiento de compostaje se presenta el mismo pH neutro (7). Para Zarate (2018), los reportes de valores de pH estuvieron en función de 6,3 a 8,8, durante todo el proceso de compostaje, al inicio del proceso se registró valores entre 6,3 a 6,8 y al finalizar el proceso de compostaje se obtuvieron valores de pH neutro, similares entre los tres tratamientos.

Con lo reportado por estas investigaciones se evidencia que el pH tiende a aumentar en la primera fase, con tendencia a valores alcalinos, Sin embargo, para el final del compostaje los valores de pH obtenidos tienden a la neutralidad, es decir valores cercanos a 7.

Respecto a la variación de temperatura durante el proceso de compostaje para cada tratamiento, Leiva y Tapia (2020) reportan que en el tratamiento de residuos sólidos domiciliarios y estiércol de cuy, se alcanzaron temperaturas de 65,3 °C en los días 5 y 6 después de iniciar el proceso de compostaje, luego de ello tuvo una disminución de la temperatura hasta los 32 días, a partir de las cuáles los valores se estabilizaron. Por otro lado, Charhuapoma (2019), reporta que, al día 1 observó que el tratamiento A (troceados más agregado de estiércol), resultó ser estadísticamente superior a los otros 2 tratamientos, siendo este de 61,84 °C de temperatura, fue el único tratamiento que superó los 55 °C requeridos para la eliminación de organismos patógenos y semillas de malas hierbas según la temperatura en los tres tipos de tratamiento, a partir del día 33 en adelante, no se observó diferencia con significancia estadística, entre los tratamientos debido a que su temperatura se encontraba oscilando con la temperatura ambiente, ya que estos finalizaron con una temperatura de cosecha de 23,42 °C para el tratamiento A (T+E) al igual que el tratamiento C con 23,42 °C y el tratamiento B (sin incorporación de estiércol) finalizó con una temperatura de 23 °C.

Mientras tanto Zarate (2018), reporta que su tratamiento N. 02 (que contiene estiércol de cuy), logra un mayor incremento de temperaturas máximas a lo largo del proceso de compostado. Sinche (2022) reporta que, en el proceso de compostaje realizado en Bagua, Amazonas, se obtuvieron temperaturas superiores a 45° C, durante los primeros 15 días, trayendo consigo la eliminación de agentes patógenos, posteriormente estabilizándose a la temperatura ambiente que oscila entre los 25°C a 30°C.

De acuerdo a los resultados expuestos en contraste a la presente investigación donde se reportaron temperaturas de hasta 47°C en el día 20, a partir de las cuáles empezó a estabilizarse, los resultados obtenidos coinciden con lo hallado por los diferentes autores mencionados. Esto se debería a que el estiércol seco (estabilizado) ayuda a incrementar la temperatura, el cual inicia el proceso de termófila (eliminación de agentes patógenos) y por consiguiente reduce el tiempo de compostaje.

Leiva y Tapia (2020) con respecto al contenido de nutrientes, en este caso el porcentaje de nitrógeno; reporta un valor de 0,638 %, el cual corresponde a su tratamiento N°02 (incorporación de estiércol de cuy), el cual en relación a la base de la Norma Chilena 2880, presentan compost de calidad A, ya que el valor obtenido se encuentra dentro de los valores que estipula esta Norma y la FAO (Food and Agriculture Organization). Por otro lado, Ayma (2020), reporta que el nitrógeno total en los tratamientos, realizados en su investigación, no manifiesta diferencias significativas, sin embargo, las concentraciones oscilan entre 1,19% a 1,49 %, valores menores a los obtenidos por Villavicencio (2021), que oscilan entre 2,30% a 2,45%, diferenciándose por los métodos ejecutados.

Por lo cual, respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación donde la presencia del nitrógeno obtenido al final del proceso de compostaje oscila entre 1,33% a 1,47%, contrasta similitud a los resultados de concentración de nitrógeno obtenidos por Ayma (2020), pero difiere con los resultados obtenidos por Leiva y Tapia (2020), ya que la concentración de nitrógeno es menor, caso contrario con los resultados obtenidos por Villavicencio (2021), el cual reporta mayor concentración de nitrógeno al final del proceso de compostaje de su tratamiento.

Con respecto a la concentración del nutriente de fósforo (P), los resultados obtenidos en esta investigación oscilan cerca al 0,15% (1500 ppm), este resultado está por encima de los reportados por Leiva y Tapia (2020), en su muestra el contenido de fósforo obtenido en el tratamiento T2 obtuvo 0,08% (781,84 ppm) y por debajo de los resultados de Ayma (2020), quien reporto que el contenido de fósforo total, se presenta con niveles de 0,22% (2 160 ppm) a 0,38% (3 800 ppm) en su investigación. Caso contrario con Sinche (2022), que reporta que, de los 4 materiales considerados en su investigación, el estiércol de cuy resulto con una concentración alta en P, al igual que Villavicencio (2022) quien obtuvo el valor más alto de concentración con un 1,22% (12200 ppm) de este nutriente.

Los resultados sobre la concentración de potasio (K) obtenidas al finalizar los tratamientos de compostaje, oscila en el intervalo de 0,66% al 0,83%, valores superiores al 0,58% (5810,23 ppm) que reportan Leyva y Tapia(2020) y muy por debajo de los valores reportados por Ayma (2020) los cuales oscilan entre los 4,05% (40 500 ppm) al 6,67% (66 667 ppm) de concentración del nutriente, al igual que Villavicencio (2021) que reporta una concentración de 2,31% de potasio (K), siendo este valor también superior al reportado por esta investigación.

Ayme (2020) reporta que la variable magnesio manifiesta niveles de 1,48% (14 840 ppm) de concentración del nutriente, resultado que está por encima de los obtenidos en esta investigación, los cuales oscilan entre el 0,91% al 0,96%. Caso contrario en comparación con los resultados de Villavicencio (2021), quien reporta un 0,82% de concentración del magnesio, valor que se encuentran por debajo del resultado de esta investigación.

Con respecto al calcio se determinan los valores de concentración que oscilan entre los 2,34% al 2,60%, siendo estos valores mayores al reportado por Villavicencio (2020), con un 2,92, y menor al reportado por Ayme (2020) con un 3,27% (32 612 ppm), este último tratamiento del humus proveniente del estiércol de cuy.

## VI. CONCLUSIONES

Los residuos sólidos orgánicos con estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en Coya, Cusco, 2023, arrojó resultados positivos al obtener 13,13 kg de compost de alta calidad a partir de 20 kg de sustrato inicial, cumpliendo con los valores normativos para nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio.

Se transformó exitosamente los residuos orgánicos domiciliarios en compost de calidad, con diferentes características fisicoquímicas según el tratamiento aplicado. Los contenidos más altos de nitrógeno, fósforo y potasio se observaron en los tratamientos 2 (1,01%), 3 (2,2%) y 2 (1,1%), respectivamente.

Los parámetros óptimos de operación para la producción de compost de calidad a partir de residuos orgánicos domiciliarios y lombrices en Coya, Cusco, 2023. Durante los 61 días de monitoreo, las temperaturas oscilaron entre 20°C y 48,2°C, con estabilización alrededor de 20°C al día 41, y el pH varió desde 5,4-5,8 hasta aproximadamente 7 al día 62. Se observó un incremento significativo en el peso de las lombrices, evidenciando su contribución positiva al proceso de compostaje.

El compostaje de residuos orgánicos domiciliarios en Coya, Cusco, los tratamientos 1, 2 y 3 alcanzaron concentraciones adecuadas de nitrógeno, fósforo y potasio (1,48%, 0,16% y 0,83% respectivamente), cumpliendo con la norma NTP 201.208 2021. El tratamiento 3 fue el más eficiente en tiempo, completando el proceso en 60 días, mientras que los tratamientos 1 y 2 requerían 62 y 61 días, respectivamente. Además, los niveles de magnesio y calcio en los tres tratamientos superaron los valores mínimos establecidos por la norma (0,91% y 2,44% respectivamente), validando la eficiencia de la incorporación de estiércol de cuy y *Eisenia foetida* en el compostaje de residuos orgánicos domiciliarios.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Proyectar plantas de compostaje de los residuos domiciliario entre los ciudadanos, así mismo proyectar plantas de compostaje de los residuos generados incorporando estiércol de cuy y *Eisenia foetida*, con el fin de optimizar el proceso de compostaje, en tiempo y recursos.

Caracterizar y experimentar con otros materiales de partida, como estiércoles de otros animales, que permitan disminuir la concentración de Magnesio (Mg), ya que en la presente investigación se tuvo un exceso del porcentaje de Magnesio (Mg) respecto a lo indicado en la NTP 201.208.2021.

En una planta de compostaje de residuos orgánicos, monitorear los parámetros de temperatura (°C) y pH, con el fin de garantizar un adecuado proceso de degradación y posterior aplicación.

Emplear otras cantidades de residuos orgánicos domiciliarios (ROD) y estiércol de cuy (EC) con el fin de buscar correlación entre las dosis empleadas con el tiempo necesario de compostaje y su respectiva eficiencia de nutrientes.

## REFERENCIAS

ARIAS GONZALES, J. y COVINOS, M., 2021. *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. S.I.: s.n. ISBN 978-612-48444-2-3.

AYMA ROQUE, S., 2020. *Análisis comparativo de diferentes fuentes de estiércoles y su efecto combinado en la elaboración de humus de lombriz (Eisenia foetida)* [en línea]. S.I.: Universidad José Carlos Mariátegui. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/958>.

CAMPOVERDE SANTOS, K., VELASCO MATVEEV, A.L. y ACURIO MARTÍNEZ, D.W., 2020. Aplicación de sustratos orgánicos en la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para la producción de alimento animal. *ConcienciaDigital*, vol. 3, no. 3.1, ISSN 2600-5859. DOI 10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1354.

CARHUAPOMA ROSALES, R.A., 2019. *Influencia del tamaño de partícula con agregado de estiércol en el tiempo de compostaje de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos generados en Sama Las Yaras, Departamento de Tacna* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. [consulta: 28 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3817>.

CHÁVEZ, V.M.C., GUADALUPE, A.L.G. y MAS, E.C., 2019. Evaluación de diferentes sustratos en la alimentación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a efectos de mejorar su producción. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, vol. 3, no. 2, ISSN 2520-9760. DOI 10.25127/aps.20192.490.

COMEX PERÚ, S. de C.E. del P., 2022. SOLO APROVECHAMOS EL 1% DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS QUE GENERAMOS. *COMEXPERU - Sociedad de Comercio Exterior del Perú* [en línea]. [consulta: 29 abril 2023]. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/solo-aprovechamos-el-1-de-residuos-organicos-e-inorganicos-que-generamos>.

COMPAGNONI, L. y PUTZOLU, G., 2018. *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus*. S.I.: Parkstone International. ISBN 978-1-68325-590-1.

CRUZ OVIEDO, M., 2019. *Efecto de la fuente alimenticia y densidad de inoculación en la biología y producción de lombriz roja californiana (Eisenia foetida), en el distrito de San Jerónimo–Cusco* [en línea]. S.I.: Universidad José Carlos

Mariátegui. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/723>.

DEWILDA, Y., AZIZ, R. y RAHMAYUNI, F., 2021. Application of local microorganisms from tuna fish and shrimp waste as bio activator for household organic waste composting by Takakura method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 896, DOI 10.1088/1755-1315/896/1/012026.

DUPIUS, I., 2008. *Guía para la intervención municipal sobre los residuos agrarios*. La Candelaria. S.l.: s.n. ISBN 978-84-691-0126-1.

DURÁN, C.M.A., PÉREZ, O.S., TORRES, O.G.V. y VIGUEROS, L.C., 2013. Precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*. *Agronomía Costarricense* [en línea], [consulta: 4 mayo 2023]. ISSN 2215-2202. DOI 10.15517/rac.v37i1.10718. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/10718>.

FONCODES, F. de C. para el D.S., 2014. *Crianza de cuyes, Proyecto «Mi Chacra emprendedora - Haku Wiñay»*. 2014. S.l.: s.n.

GAO, X., YANG, F., YAN, Z., ZHAO, J., LI, S., NGHIEM, L., LI, G. y LUO, W., 2022. Humification and maturation of kitchen waste during indoor composting by individual households. *Science of The Total Environment*, vol. 814, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2021.152509.

GARITA, N. y ROJAS, J., 2016. *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost* [en línea]. 2016. S.l.: s.n. [consulta: 5 mayo 2023]. Disponible en: <https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GIUNTA, S.A., VELASQUEZ GUZMAN, E.F., ZUTARA, M.S., ESCALANTE, J.R. y ESCALANTE, C.L., 2019. Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de lombriz de tierra (*Eisenia Andrei*). En: Accepted: 2021-11-24T19:31:14Z [en línea], [consulta: 3 mayo 2023]. ISSN 2314-1662. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/147364>.

HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES. México: s.n. [consulta: 26 mayo 2023]. ISBN 978-1-4562-6096-5. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf).

- HIDAYAT, F., MARTONO, D.N. y HAMZAH, U.S., 2022. Quantification and characterization of household waste in Dumai Timur District, Dumai City, Riau, Indonesia as a measure towards circular economy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1094, no. 1, ISSN 1755-1307, 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/1094/1/012001.
- HUATA CORREA, J.E., 2018. *DETERMINACION DE LA RELACION CANTIDAD DE PRECOMPOST UTILIZADA COMO ALIMENTO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (Eisenia foetida) Y CANTIDAD DE HUMUS DE LOMBRIZ OBTENIDO EN EL DISTRITO PROVINCIA Y REGION DE HUANUCO OCTUBRE - DICIEMBRE DE 2017* [en línea]. S.I.: Universidad de Huánuco. [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/986>.
- INIA, I.N. de I.A., 2020. Más de 800 mil familias empoderan la crianza de cuy como actividad comercial. [en línea]. [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-105/>.
- LEIVA CABRERA, L.N. y TAPIA MARTINEZ, C.R., 2020. *Características fisicoquímicas del compost de calidad agrícola, producido a partir de residuos orgánicos domiciliarios, estiércol de vacuno y/o de cuy, Bagua, Amazonas, 2018*. [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM. [consulta: 26 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2073>.
- LÓPEZ BRAVO, E., ANDRADE RIVERA, A.J., HERRERA SUÁREZ, M., GONZALEZ CUETO, O. y GARCÍA DE LA FIGAL COSTALES, A., 2017. Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola*, vol. 44, no. 3, ISSN 0253-5785.
- MANCHA MULATO, M., 2018. *Elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Jerónimo de Tunán* [en línea]. S.I.: Universidad Continental. [consulta: 26 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4693>.
- MAQUERIA REYES, D., MIRANDA PÉREZ, D., SOLANA LÓPEZ, M., RAVELO ARTEAGA, Y. y IZQUIERDO DÍAZ, R., 2022. Comportamiento productivo, reproductivo y morfometría de la lombriz roja californiana en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos. *Revista ECOVIDA*, vol. 12, no. 3, ISSN 2076-281X.
- MINAM, M. del A., 2019. *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales* [en línea]. 2019. S.I.: s.n. [consulta: 17 mayo 2023]. Disponible en:

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Gu%C3%ADa\\_para\\_la\\_caracterizaci%C3%B3n\\_rsm-29012020\\_\\_1\\_.pdf?v=1581976231](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-29012020__1_.pdf?v=1581976231).

MINAM, M. del A., 2020. *Decreto Legislativo N° 1501 - Modifica al Decreto Legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos*. 2020. S.l.: s.n.

OEFA, 2014. *La fiscalización ambiental en residuos sólidos* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [consulta: 5 mayo 2023]. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=6471](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471).

ORTIZ, C., ALFARO-CORDOVA, E., BIELLI, A., MANGEL, J.C. y ALFARO-SHIGUETO, J., 2022. Solid waste assessment in a coastal fishing community in Peru. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 178, ISSN 0025-326X. DOI 10.1016/j.marpolbul.2022.113632.

OVIEDO-OCAÑA, E.R., MARMOLEJO-REBELLON, L.F. y TORRES-LOZADA, P., 2017. Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 18, no. 1, ISSN 1405-7743.

PADULOH, P., ROSIHAN, R.I., WIDYANTORO, M. y ZULKARNAEN, I., 2022. Reducing market and household organic waste with the concept of an open-loop supply chain model. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1063, no. 1, ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/1063/1/012052.

PARODI, A., VILLAMONTE-CUNEO, G., LOBOGUERRERO, A.M., MARTÍNEZ-BARÓN, D. y VÁZQUEZ-ROWE, I., 2022. Embedding circularity into the transition towards sustainable agroforestry systems in Peru. *Science of The Total Environment*, vol. 838, ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2022.156376.

REQUENA, N., CARBONEL, D. y ROMERO, R., 2022. Generación y composición de residuos sólidos domiciliarios en Honduras durante la pandemia Covid-19. *Ingeniería*, vol. 27, no. 3, ISSN 2344-8393. DOI 10.14483/23448393.17989.

SÁNCHEZ CARLESSI, H.H. y REYES MEZA, C., 2022. *Metodología y diseño de la investigación científica* [en línea]. 6. Lima: s.n. [consulta: 6 mayo 2023]. ISBN 978-612-00-5123-8. Disponible en: [https://www.academia.edu/40361917/Metodologia\\_y\\_dise%C3%B1o\\_de\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_Hugo\\_S%C3%A1nchez\\_CARLESSI.pdf](https://www.academia.edu/40361917/Metodologia_y_dise%C3%B1o_de_la_investigacion_cientifica_Hugo_S%C3%A1nchez_CARLESSI.pdf).

- SINCHE VILLAFUERTE, A.C., 2022. *Efecto del porcentaje de estiércol de cuy y estiércol de conejo en el proceso de compostaje de los residuos sólidos domiciliarios de la cabecera parroquial San Luis* [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17671>.
- UTAMI, W.G., YOGAUTAMI, R., YULIANDARI, P., IRYANI, D.A. y HASANUDIN, U., 2022. The Potential of Energy Production and Greenhouse Gases Emission Reduction from Households Organic Waste in Bandar Lampung, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1034, no. 1, ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/1034/1/012064.
- VILLA CAYETANO, A.C., 2021. *Efecto de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios sobre la optimización del compostaje en el C.P. De Huari - Huancán – Huancayo* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7482>.
- VILLAVICENCIO GARCÍA, L.D., 2021. *Evaluación de la dinámica poblacional de la lombriz roja californiana (eisenia foetida sav.) mediante dos métodos de elaboración de humus en la granja experimental “La Pradera”* [en línea]. bachelorThesis. S.l.: s.n. [consulta: 4 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11817>.
- ZARATE CAJA, R.B., 2019. *Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC - Concepción, 2018* [en línea]. S.l.: Universidad Continental. [consulta: 26 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6992>.

## ANEXOS

### Anexo 01. Operacionalización de variables

#### APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS DOMICILIARIOS MEDIANTE ELABORACIÓN DE COMPOST INCORPORANDO ESTIERCOL DE CUY Y EISENIA FOETIDA EN COYA, CUSCO, 2023.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores		Escala
V.I Residuos orgánicos domiciliarios incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i>	Garita y Rojas (2016) señalan que los residuos orgánicos se definen “como residuos que se descomponen naturalmente, se caracterizan por poder desintegrarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica”.	Para evaluar la concentración de residuos orgánicos domiciliarios se tendrá que realizar expresados en Kg, en los cuales se tendrá que realizar en las siguientes dimensiones: -Generación per-cápita -Parámetros	Características fisicoquímicas del compost Estiércol de cuy <i>Eisenia foetida</i>	Generación per-cápita	Residuos orgánicos domiciliarios generados en un día	Kg
				Parámetros	pH Conductividad eléctrica Materia orgánica Relación C/N Nitrógeno (N) Fósforo (P) Potasio (K) Magnesio Calcio	Unid. pH dS/m % C/N % % % %

	<p>(FONCODES 2014) indica que el estiércol de cuy “es un subproducto de la crianza, que puede ser empleado para preparar compost, humus de lombriz o biol. Al aplicar estos abonos al suelo, hay un aumento del contenido orgánico y micronutrientes. Así mismo, se retiene más agua y mejora la producción de cultivos”.</p> <p>Según Compagnoni y Putzolu (2018) <i>Eisenia foetida</i> es</p>	<p>Para evaluar la cantidad de estiércol de cuy que se usará para el compostaje se realizará el pesaje en Kg.</p> <p>Para evaluar la cantidad de lombriz roja (<i>Eisenia foetida</i>) que se usará en el proceso de compostaje se realizará el pesaje en g.</p>				
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

	<p>“también se le conoce como lombriz roja de California, es la especie más productiva y más fácil de introducir en cultivos extensivos, debido a la rapidez de su desarrollo y su rentabilidad para la cría”</p>					
<p>V.D. Compostaje</p>	<p>Según Oviedo et al. (2017) el compostaje es “una descomposición biológica de los residuos orgánicos, que son realizados por una población microbiana diversa,</p>	<p>Para evaluar el compost obtenido se evaluarán las siguientes dimensiones: -Contenido de nutrientes -Patógenos -Parámetros químicos</p>	<p>Nutrientes y eficiencia en la elaboración de compost</p>	<p>Nitrógeno (%) Fósforo (%) Potasio (%) Magnesio (%) Calcio (%)</p>	<p>%</p>	
				<p>pH</p>		<p>Unid.</p>
			<p>Parámetros óptimos de</p>	<p>Temperatura</p>	<p>(°C)</p>	

	donde se generan materiales estables y libres de patógenos que se pueden aplicar al suelo”	-Tiempo de descomposición	operación para la elaboración de compost	Cantidad de días necesarios para obtener el compost maduro	Días
--	--------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	------------------------------------------	------------------------------------------------------------	------

## Anexo 02. Matriz de consistencia

No coincide la matriz con la redacción de objetivos.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables
¿Es posible evaluar el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023?	Evaluar el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos mediante elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023.	Se puede aprovechar los residuos sólidos orgánicos mediante elaboración de compost incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023.	VI: Residuos orgánicos domiciliarios incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> VD: Compost
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específica	Metodología
1.-¿Cuáles son las características fisicoquímicas del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023?	1.- Evaluar las características fisicoquímicas del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023.	1.-Las características fisicoquímicas del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023, cumple con la NTP	Tipo: Básica  Diseño: Experimental  Nivel: Explicativa  Técnica: Observación

<p>2.-¿Cuál son los parámetros óptimos de operación para la elaboración de compost ,de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023?</p> <p>3.-¿Cuál es la eficiencia de nutrientes en la elaboración de compots de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023?</p>	<p>2.-Evaluar los parámetros óptimos de operación para la elaboración de compost, de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023</p> <p>3.-Evaluar la eficiencia de nutrientes en la elaboración de compost de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023.</p>	<p>201.208:2021. FERTILIZANTES.</p> <p>2.- Los parámetros óptimos de operación para la elaboración de compost, de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023; son la temperatura y pH.</p> <p>3.-La eficiencia de nutrientes del compost, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco 2023; es de 30- 40%.</p>	<p>Instrumento: Fichas de colecta de datos</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------



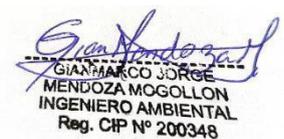
Anexo 03. Instrumentos de recolección de datos

Ficha 1. Recolección de Residuos Orgánicos Domiciliarios (ROD)	
<b>Título</b>	Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios mediante elaboración de compost, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023
<b>Línea de investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los Residuos
<b>Responsables</b>	Cuba Quito, Malinkaya Oxana
	Soncco Quispe, Benjamín
<b>Asesor</b>	Bañon Arias, Jonnatan Víctor
<b>Muestra</b>	<b>RESIDUOS ORGANICOS</b>
<b>Código</b>	<b>Restos orgánicos domiciliarios (Kg)</b>
V1	
V2	
V3	
V4	
V5	

  
-----  
**JONNATAN VICTOR**  
**BAÑON ARIAS**  
Ingeniero Químico  
CIP N° 264651

  
-----  
**CARLOS HUMBERTO**  
**ALFARO RODRIGUEZ**  
Ingeniero Químico  
CIP N° 37913

  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

  
-----  
**GIANMARCO JORGE**  
**MENDOZA MOGOLLON**  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 200348



Ficha 2. Recolección de Estiércol de Cuy	
<b>Título</b>	Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios mediante elaboración de compost, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco, 2023
<b>Línea de investigación</b>	Tratamiento y Gestión de los Residuos
<b>Responsables</b>	Cuba Quito, Malinkaya Oxana
	Soncco Quispe, Benjamín
<b>Asesor</b>	Bañon Arias, Jonnatan Víctor
<b>Muestra</b>	<b>ESTIERCOL DE CUY</b>
<b>Código</b>	<b>Restos orgánicos domiciliarios (Kg)</b>
G1	
G2	
G3	
G4	
G5	

  
-----  
**JONNATAN VICTOR**  
**BAÑON ARIAS**  
Ingeniero Químico  
CIP N° 28465

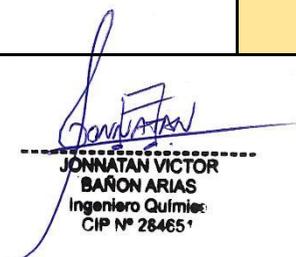
  
-----  
**CARLOS HUMBERTO**  
**ALFARO RODRIGUEZ**  
Ingeniero Químico  
CIP N° 37913

  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

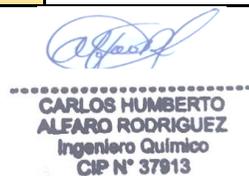
  
-----  
**GIANMARCO JORGE**  
**MENDOZA MOGOLLON**  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 200348

**Ficha 3. Elaboración del compost a partir de 10 Kg de ROD, 2,5 kg de EC, 2,5 kg de aserrín y 500 gramos de lombrices**

<b>Título</b>		Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios mediante elaboración de compost, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco-2023.	
<b>Línea de investigación</b>		Tratamiento y Gestión de los Residuos	
<b>Responsables</b>		Cuba Quito, Malinkaya Oxana	
		Soncco Quispe, Benjamín	
<b>Asesor</b>		Bañon Arias, Jonnatan Victor	
<b>Residuos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Tiempo(días)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH</b>
R1	0	21.8	7.4
	15	39.8	6.4
	30	38.1	6.6
R2	0	21.2	7.4
	15	40.7	6.6
	30	38.1	7.5
R3	0	22.4	6.4
	15	40.2	6.7
	30	38.5	6.7



JONNATAN VICTOR  
BAÑON ARIAS  
Ingeniero Químico  
CIP N° 28465



CARLOS HUMBERTO  
ALFARO RODRIGUEZ  
Ingeniero Químico  
CIP N° 37913



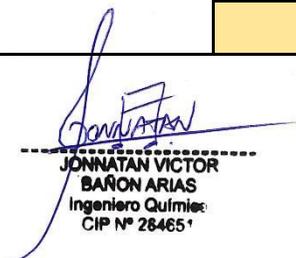
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450



GIANMARCO JORGE  
MENDOZA MOGOLLON  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 200348

**Ficha 4. Elaboración del compost a partir de 10 Kg de ROD, 5 kg de EC, 2,5 kg de aserrín y 350 gramos de lombrices**

<b>Título</b>		Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios mediante elaboración de compost, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco-2023.	
<b>Línea de investigación</b>		Tratamiento y Gestión de los Residuos	
<b>Responsables</b>		Cuba Quito, Malinkaya Oxana	
		Soncco Quispe, Benjamín	
<b>Asesor</b>		Bañon Arias, Jonnatan Victor	
<b>Residuos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Tiempo(días)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>PH</b>
R1	0	21.8	7.4
	15	40.3	7.7
	30	37.8	6.6
R2	0	22.2	6.4
	15	42.3	6.2
	30	37.9	6.7
R3	0	22.5	6.6
	15	40.5	6.1
	30	37.6	6.6



JONNATAN VICTOR  
BAÑON ARIAS  
Ingeniero Químico  
CIP N° 28465\*



CARLOS HUMBERTO  
ALVARO RODRIGUEZ  
Ingeniero Químico  
CIP N° 37913



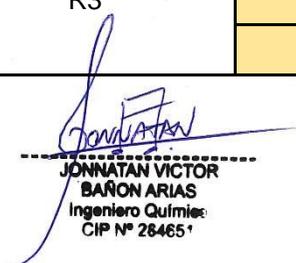
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450



GIANMARCO JORGE  
MENDOZA MOGOLLON  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 200348

**Ficha 5. Elaboración del compost a partir de 10 Kg de ROD, 7,5 kg de EC, 2,5 kg de aserrín y 150 gramos de lombrices**

<b>Título</b>		Aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios mediante elaboración de compost, incorporando estiércol de cuy y <i>Eisenia foetida</i> en Coya, Cusco-2023.	
<b>Línea de investigación</b>		Tratamiento y Gestión de los Residuos	
<b>Responsables</b>		Cuba Quito, Malinkaya Oxana	
		Soncco Quispe, Benjamín	
<b>Asesor</b>		Bañon Arias, Jonnatan Victor	
<b>Residuos Orgánicos (Kg)</b>	<b>Tiempo(días)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>pH</b>
R1	0	22.3	7.5
	15	39.9	6.7
	30	38.1	6.7
R2	0	21.2	7.6
	15	39.7	7.4
	30	38.2	6.7
R3	0	22.4	7.4
	15	40.2	6.9
	30	38.3	6.6



JONNATAN VICTOR  
BAÑON ARIAS  
Ingeniero Químico  
CIP N° 28465\*



CARLOS HUMBERTO  
ALFARO RODRIGUEZ  
Ingeniero Químico  
CIP N° 37913



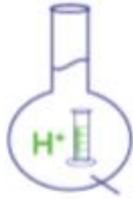
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450



GIANMARCO JORGE  
MENDOZA MOGOLLON  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 200348



Anexo 04. Análisis fisicoquímico de los tratamientos antes de los ensayos



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

**INFORME N°LQ 0139-23**

**ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE RESIDUOS ORGÁNICOS**

**SOLICITA :** - BENJAMIN SONCCO QUISPE  
 - MALINKAYA OXANA CUBA QUITO.

**PROYECTO :** "VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE COMPOST, INCORPORANDO ESTIÉRCOL DE CUY (*Eisenia foetida*) EN COYA, CUSCO, 2023"

**MUESTRAS :** M1.- Materia Orgánica (10Kg) + Aserrín (2.5Kg) + Estiércol cuy (2.5Kg)  
 M2.- Materia Orgánica (10Kg) + Aserrín (2.5Kg) + Estiércol cuy (5Kg)  
 M3.- Materia Orgánica (10Kg) + Aserrín (2.5Kg) + Estiércol cuy (7.5Kg)

**DISTRITO :** COYA.  
**PROVINCIA :** CALCA.  
**DEPARTAMENTO :** CUSCO.  
**FECHA DE INFORME :** 26/05/2023

**RESULTADOS :**

DETERMINACIONES	UNIDAD	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>
Humedad	%	75.8	72.9	68.3
<b>Muestra seca</b>				
pH		7.4	7.6	7.9
Relación C/N		41.1	39.1	35.5
Conductividad Eléctrica	dS/cm	55.6	61.7	53.7
Nitrógeno N	%	0.87	1.01	1.08
Fosforo P	%	1.2	1.9	2.2
Potasio K	%	0.9	1.1	0.8

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:**

- El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.
- Soil Testing Methods – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) – ROME 2020.

**NOTA:**

- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- Las muestras fueron tomadas por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO  
  
 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP 234338

## Anexo 05. Análisis fisicoquímico de los tratamientos después de los ensayos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



### INFORME DE ENSAYO N° 07005-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : BENJAMIN SONCCO QUISPE / MALINKAYA OXANA CUBA QUITO  
Propietario / Productor : BENJAMIN SONCCO QUISPE / MALINKAYA OXANA CUBA QUITO  
Dirección del cliente : COYA, CALCA, CUSCO  
Solicitado por : BENJAMIN SONCCO QUISPE / MALINKAYA OXANA CUBA QUITO  
Muestreado por : Cliente  
Número de muestra(s) : 09  
Producto declarado : COMPOST  
Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico  
Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
Procedencia de muestra(s) : COYA, CALCA, CUSCO  
Fecha(s) de muestreo : ND  
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-07-03  
Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliarés - LABSAF Sede Central  
Fecha(s) de análisis : 2023-07-08  
Cotización del servicio : 031-23-SC  
Fecha de emisión : 2023/07/07



pro Suelos y Aguas  
**LABSAF**

## INFORME DE ENSAYO

### N° 07005-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU0565-SC-23	SU0566-SC-23	SU0567-SC-23	SU0568-SC-23	SU0569-SC-23	SU0570-SC-23		
Matriz Analizada	COMPOST	COMPOST	COMPOST	COMPOST	COMPOST	COMPOST		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO							
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	MUESTRA N° 1 REPETICION 1	MUESTRA N° 1 REPETICION 2	MUESTRA N° 1 REPETICION 3	MUESTRA N° 2 REPETICION 1	MUESTRA N° 2 REPETICION 2	MUESTRA N° 2 REPETICION 3		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	6.7	6.8	6.7	7.3	7.2	7.2
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	215.0	210.0	208.0	274.0	288.0	283.2
Fosforo **	mg/kg	--	1,613.2	1,530.4	1,501.2	1,470.2	1,405.7	1,433.9
Potasio **	mg/kg	--	9,749.7	9,447.5	9,447.2	7,612.0	7,339.4	7,533.9
Relacion Carbono Nitrógen	--	--	26.4	26.8	26.5	25.6	25.6	25.8
Materia Orgánica (**)	%	--	28.38	28.76	28.01	26.17	27.86	27.34
Carbono Orgánico (**)	%	--	35.40	36.20	35.90	37.70	38.10	38.00
Nitrógeno Total (**)	%	--	1.34	1.35	1.31	1.47	1.49	
<b>Metales</b>								
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.20	0.28	0.23	0.16	0.12	0.16
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	24.14	27.98	25.64	23.78	19.94	22.34
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	4.53	3.71	3.96	4.23	3.96	3.98
Niquel (Ni)	mg/kg	0.12	5.77	5.26	5.37	4.97	4.90	5.11
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	62.13	45.19	66.78	57.11	51.99	62.33
Arsénico (As)	mg/kg	0.08	13.24	12.66	13.11	11.77	11.88	11.04
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.22	1.20	0.67	0.10	0.42	0.23

Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	130.23	121.61	122.10	125.35	121.08	123.22
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	3.13	2.90	2.16	3.68	3.31	3.29
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.38	0.22	0.28	0.34	0.30	0.29
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.19	0.19	0.19	0.24	0.26	0.27
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.10	0.06	0.04	0.08	0.08	0.09
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	24.84	24.41	24.99	17.84	16.96	18.20
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	22,755.49	28,397.16	26,781.23	21,462.38	18,933.29	29,719.23
<b>Metales (**)</b>								
Boro (B)	mg/kg	0.30	45.11	44.72	44.90	41.70	34.84	40.32
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	5,815.48	5,242.47	5,336.39	5,796.07	5,376.16	5,467.21
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	10.14	8.32	9.98	9.36	8.81	8.99
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	407.06	359.99	407.22	377.16	331.22	361.20
Antimonio (Sb)	mg/kg	0.08	3.11	1.41	2.33	2.86	2.63	2.77
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	234.59	236.32	232.30	346.98	322.81	316.80
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	86.47	59.38	71.20	83.21	76.97	78.92
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.24	0.14	0.17	0.26	0.28	0.27
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	6,143.74	8,704.06	7,781.21	6,954.55	6,775.40	5,899.32
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	9,176.98	9,825.26	9,834.22	9,202.98	9,080.34	9,567.12
Potasio (K)	mg/kg	9.16	21,253.17	24,664.62	23,786.12	22,364.32	23,449.08	23,671.20
Hierro (Fe)	mg/kg	5.94	12,189.77	10,893.90	11,233.61	10,491.86	9,499.42	10,982.11

**INFORME DE ENSAYO**  
N° 07005-23/SU/ LABSAF - SEDE CENTRAL

ITEM	7	8	9		
Código de Laboratorio	SU0571-SC-23	SU0573-SC-23	SU0573-SC-23		
Matriz Analizada	COMPOST	COMPOST	COMPOST		
Fecha de Muestreo	ND	ND	ND		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	-	-	-		
Condición de la muestra	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO	BOLSA DE PLASTICO		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	MUESTRA N° 3 REPETICION 1	MUESTRA N° 3 REPETICION 2	MUESTRA N° 3 REPETICION 3		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>		
pH	unid. pH	--	7.4	7.4	7.3
Conductividad Eléctrica	µS/cm	--	310.0	318.0	321.0
Fosforo (**)	mg/kg	--	1,489.7	1,470.4	1,451.2
Potasio (**)	mg/kg	--	8,267.3	8,328.6	8,211.3
Relacion Carbono Nitrógeno	--	--	27.3	27.4	27.3
Materia Orgánica (**)	%	--	32.61	32.24	21.98
Carbono Orgánico (**)	%	--	40.70	40.90	40.60
Nitrógeno Total (**)	%	--	1.49	1.51	1.42
<b>Metales</b>					
Berilio (Be)	mg/kg	0.12	0.64	0.18	0.37
Vanadio (V)	mg/kg	0.11	23.87	22.43	23.20
Cobalto (Co)	mg/kg	0.06	3.81	3.32	3.65
Níquel (Ni)	mg/kg	0.12	4.97	4.42	4.61
Cobre (Cu)	mg/kg	0.21	52.26	44.41	49.67
Asbénico (As)	mg/kg	0.08	14.03	14.64	14.71
Selenio (Se)	mg/kg	0.50	0.33	0.04	0.08
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.21	122.59	115.38	120.71
Molibdeno (Mo)	mg/kg	0.08	2.95	2.94	2.87
Plata (Ag)	mg/kg	0.06	0.32	0.18	0.24
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.05	0.31	0.33	0.35
Talio (Tl)	mg/kg	0.04	0.03	0.04	0.06
Plomo (Pb)	mg/kg	0.20	15.62	15.60	15.89
Calcio (Ca)	mg/kg	24.86	23,508.63	24,903.26	24,677.13
<b>Metales (**)</b>					
Boro (B)	mg/kg	0.30	37.20	38.44	37.89
Aluminio (Al)	mg/kg	6.30	5,360.96	6,120.04	5,781.22
Cromo (Cr)	mg/kg	0.28	8.24	7.35	7.89
Manganeso (Mn)	mg/kg	0.38	358.00	312.79	361.22
Antimonio (Sb)	mg/kg	0.08	2.28	1.02	2.13
Zinc (Zn)	mg/kg	0.41	318.74	327.03	311.12
Bario (Ba)	mg/kg	0.09	69.54	52.95	61.56
Mercurio (Hg)	mg/kg	0.10	0.26	0.16	0.19
Sodio (Na)	mg/kg	14.04	7,343.77	8,978.29	7,981.33
Magnesio (Mg)	mg/kg	12.48	9,282.91	8,992.83	9,001.81
Potasio (K)	mg/kg	9.16	22,245.79	24,690.69	21,324.61
Hierro (Fe)	mg/kg	8.94	10,005.49	9,021.92	9,671.30



---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 201.208  
2021

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

---

## FERTILIZANTES. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales. Requisitos

FERTILIZERS. Compost from municipal organic solid waste. Requirements

2021-07-13

1ª Edición

R.D. N° 017-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-07-26

Precio basado en 17 páginas

I.C.S.: 65.080

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Fertilizante, compost, residuo orgánico municipal, residuo orgánico, requisito

**Anexo 07. Registro fotográfico del desarrollo de la tesis**



**Figura 13.** Elaboración de las pilas composteras y relleno de los residuos orgánicos



**Figura 14.** Rellenado del estiércol del cuy y relleno de la lombriz roja



**Figura 15.** Primera muestra del compost y medición de la temperatura



**Figura 16.** Primeras muestras según tratamiento y peso de cada muestra



**Figura 17.** Recojo de muestras de compost y el recojo de muestras de compost



**Figura 18.** Resultados finales obtenidos y zarandeo de los residuos