



**Universidad César Vallejo**

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

Biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga* spp y *Eisenia Foetida* para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Mellado Champi, Shefer King (orcid.org/0000-0002-2308-322X)

**ASESOR:**

Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio (orcid.org/0000-0002-3419-7361)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Lima – Perú

2024

## **Dedicatoria**

Dedico este logro a mi amada familia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido la luz que guio cada paso de este camino. Vuestra confianza y aliento constante han sido el motor que me impulsó a superar desafíos y alcanzar metas. Este logro es nuestro, reflejando el poder del amor y la unidad familiar en cada esfuerzo y éxito.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de realizar este estudio, así como por su constante apoyo académico y recursos que han enriquecido mi experiencia educativa.

Agradezco especialmente a mi asesor, cuyo nombre omito por razones de privacidad, por su orientación experta, paciencia y dedicación en guiarme a lo largo de este proceso de investigación. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de este estudio.

A mi amada familia, les estoy profundamente agradecido por ser mi fuente inagotable de amor, apoyo y comprensión. Cada uno de ustedes ha sido mi inspiración y motivación constante para alcanzar mis metas. Este logro no habría sido posible sin su inquebrantable aliento y sacrificio. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO, 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 titulada: "Biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023", cuyo autor es MELLADO CHAMPI SHEFER KING, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, 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 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, 13 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO <b>DNI:</b> 08447308 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3419-7361	Firmado electrónicamente por: JORDONEZ02 el 13- 07-2024 09:05:34

Código documento Trilce: TRI - 0813080



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, MELLADO CHAMPI SHEFER KING estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
SHEFER KING MELLADO CHAMPI <b>DNI:</b> 48324465 <b>ORCID:</b> 0000-0002-2308-322X	Firmado electrónicamente por: SMELLADO el 13-07- 2024 09:33:52

Código documento Trilce: TRI - 0813082

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor .....	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 .....	15
3.1 Tipo, enfoque y diseño de investigación .....	15
3.2 Variables y operacionalización .....	15
3.3 Población y muestra .....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5 Método de análisis de datos .....	17
3.6 Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN .....	36
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS	

## Índice de Tablas

Tabla 1. Muestras de concentración con Phyllphaga spp y Eisenia Foetida .....	18
Tabla 2. Muestras iniciales antes de la aplicación del tratamiento (pre).....	19
Tabla 3. Muestras finales después de la aplicación del tratamiento (post).....	19
Tabla 4. Prueba de normalidad para el objetivo específico 1 .....	21
Tabla 5. Prueba de t de Student para la hipótesis .....	22
Tabla 6. Resultados de degradación por muestras en la humedad .....	23
Tabla 7. Resultados de degradación por muestras en el pH .....	23
Tabla 8. Resultados de degradación por muestras en el nitrógeno .....	24
Tabla 9. Resultados de degradación por muestras en el fosforo .....	25
Tabla 10. Resultados de degradación por muestras en el potasio .....	25
Tabla 11. Resultados de degradación por muestras en el carbono .....	26
Tabla 12. Resultados de degradación por muestras en la materia orgánica .....	26
Tabla 13. Resultados de degradación por muestras en la temperatura.....	27
Tabla 14. Prueba de normalidad para el objetivo específico 2.....	28
Tabla 15. Análisis de varianza ANOVA para los parámetros fisicoquímicos.....	29
Tabla 16. Capacidad descomposición por propiedades .....	30
Tabla 17. Capacidad de Descomposición por muestra .....	31
Tabla 18. Prueba de normalidad para el objetivo específico 3.....	32
Tabla 19. Análisis de varianza ANOVA para la capacidad de descomposición .....	32
Tabla 20. Resultados evaluación de la biodegradación pre- post del tratamiento ...	33
Tabla 21. Prueba de normalidad para el objetivo general.....	35
Tabla 22. Análisis de varianza ANOVA .....	35

## Índice de figuras

Figura 1 Evaluación comparativa de la biodegradación pre- post del tratamiento...	20
Figura 2 Variación del porcentaje de biodegradación.....	34



## Resumen

El estudio realizado en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 tuvo como objetivo general determinar la biodegradación de cáscara de café utilizando *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost. La metodología aplicada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Para el análisis de datos se empleó el análisis de varianza (ANOVA). Los resultados obtenidos indicaron que el uso de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* facilitó la descomposición óptima de las cáscaras de café. Se determinó la cantidad óptima de estos organismos necesaria para el proceso de compostaje. Además, se evaluaron los efectos de la biodegradación sobre las propiedades químicas del compost obtenido, destacando mejoras significativas en la composición y calidad del mismo. En conclusión, el estudio demostró que la biodegradación de cáscaras de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* es eficiente para la producción de compost de alta calidad en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa. Estos resultados son prometedores para promover prácticas sostenibles en la gestión de residuos agrícolas, contribuyendo así a la economía circular y al cuidado del medio ambiente mediante la reutilización de recursos orgánicos.

**Palabras clave:** Biodegradación, cáscara de café, compostaje, organismos, sostenibilidad.

## Abstract

The general objective of the study carried out at the Ccochapampa Coffee Cooperative in 2023 was to determine the biodegradation of coffee husks using *Phyllphaga spp* and *Eisenia foetida* for the production of compost. The applied methodology was applied, with a quantitative approach and an experimental design. Analysis of variance (ANOVA) was used for data analysis. The results obtained indicated that the use of *Phyllphaga spp* and *Eisenia foetida* facilitated optimal perfection of coffee husks. The optimal amount of these organisms necessary for the composting process is calculated. In addition, the effects of biodegradation on the chemical properties of the compost obtained were evaluated, highlighting significant improvements in its composition and quality. In conclusion, the study demonstrated that the biodegradation of coffee husks with *Phyllphaga spp* and *Eisenia foetida* is efficient for the production of high-quality compost in the Ccochapampa Coffee Cooperative. These results are promising for promoting sustainable practices in agricultural waste management, thus contributing to the circular economy and caring for the environment through the reuse of organic resources.

**Keywords:** biodegradation, coffee husk, composting, organisms, sustainability.

## I. INTRODUCCIÓN

La biodegradación de la cáscara de café mediante el uso de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost es una estrategia prometedora que busca aprovechar los residuos de café de manera efectiva (Romero y Duarte, 2021). Este proceso implica la descomposición de los residuos de café con la ayuda de microorganismos y lombrices, convirtiéndolos en compost de alta calidad que puede ser utilizado como fertilizante orgánico en la agricultura (Deanos y Krischik, 2023).

Sin embargo, a nivel mundial, el problema de la gestión de residuos de café sigue siendo una preocupación creciente. Se estima que alrededor del 45% del café producido a nivel mundial se convierte en desechos, este excedente representa no solo una pérdida de recursos valiosos, sino también un desafío ambiental significativo (Reyes y Franco, 2023). Un estudio de la Organización Internacional del Café [OIC] (2021) mostró que en el 2020 se generaron más de 9 millones de toneladas de residuos de café. El uso de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para producir compost ofrece una solución prometedora al convertir eficientemente estos residuos en fertilizante orgánico de alta calidad, reduciendo la cantidad de desechos y fomentando la sostenibilidad agrícola (Espinoza y Moreno, 2020).

A nivel internacional, la falta de prácticas sostenibles para el manejo de los residuos de café es evidente. Aunque existen algunas iniciativas de compostaje en países como los Países Bajos y Estados Unidos, la mayoría de las regiones aún carecen de sistemas eficientes para aprovechar estos desechos de manera beneficiosa para el medio ambiente y la agricultura (Silva et al., 2023). La implementación de métodos de compostaje utilizando *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* podría ser una solución viable para reducir la cantidad de residuos de café y producir fertilizante orgánico de alta calidad (Cervera et al., 2022)

En el contexto nacional, en Perú, la problemática no es diferente. Si bien el país es un importante productor de café, la mayoría de las plantaciones enfrentan desafíos en la gestión de los subproductos del café, especialmente las cáscaras. Según datos del Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (2020) se estima que solo el 20% de las cáscaras de café se utilizan para compostaje u otros usos, mientras que el resto se descarta de manera inadecuada, generando problemas de contaminación del suelo y el agua. La implementación de técnicas de biodegradación con *Phyllphaga spp* y

*Eisenia foetida* en las plantaciones cafetaleras peruanas podría contribuir significativamente a una gestión más sostenible de los residuos de café y a la producción de compost de alta calidad para mejorar la fertilidad del suelo y promover prácticas agrícolas más eco-amigables (Cabanillas et al., 2023).

A nivel local, la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa enfrenta un desafío significativo en la gestión de sus residuos de café, que ascienden a 2 toneladas anuales de cáscaras de café. La acumulación de estos residuos plantea una problemática urgente debido a la falta de un sistema eficiente de manejo, lo que resulta en riesgos ambientales, operativos y sociales. La contaminación del suelo y del agua, la pérdida de eficiencia operativa y responsabilidad social son algunos de los impactos negativos. Sin embargo, la opción de compostaje de estas cáscaras de café con la ayuda de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* emerge como una solución prometedora. La producción de compost de alta calidad no solo permite gestionar adecuadamente los residuos, sino que también proporciona un valioso fertilizante orgánico para el crecimiento de las plantas de café en la cooperativa, promoviendo la sostenibilidad y la reutilización de recursos.

Ante esta problemática, se formuló las siguientes interrogantes **problema general** ¿Cuál es el grado de biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023? Y como **problemas específicos** ¿Cuál es la proporción óptima de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* necesaria para la biodegradación eficiente de la cáscara de café con el fin de producir compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 ¿Cómo afectan el tiempo y la presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023? ¿Cuál es la capacidad de descomposición de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?

Por ello, esta investigación presenta una justificación integral desde varias perspectivas. **Ambientalmente**, reduce la cantidad de desechos y la contaminación del suelo y el agua. **Socialmente**, promueve prácticas agrícolas sostenibles y la responsabilidad ambiental, contribuyendo al bienestar de las comunidades agrícolas

y fomenta una conciencia ambiental más amplia. **Económicamente**, disminuye los costos de eliminación de residuos y mejora la productividad de las plantaciones de café, impulsando el desarrollo económico.

En ese sentido, se establece los siguientes objetivos, como objetivo **general** Determinar la biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia fétida* para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023. Y como **objetivos específicos**: Identificar la proporción óptima de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023. Analizar cómo el tiempo y la presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* afectan las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023. Analizar la capacidad de descomposición de *Phyllphaga spp* y *Eisenia fétida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

Con el propósito poder contar con investigaciones previas de relevancia internacional y nacional, se consignan las investigaciones:

A nivel internacional, tenemos a EЦAHOBA et al. (2023) investigaron la producción de biohumus a partir de desechos orgánicos utilizando la *Eisenia foetida*. En California, se produjo biohumus puro en 4,5 meses a partir de estiércol de ganado, manteniendo una humedad entre 45-65% en cajas con 7000 lombrices. Se observó un aumento significativo en la actividad de las lombrices después de 21 días, mejorando su capacidad de trabajo y reproducción. El biohumus resultante, con parámetros esenciales como temperatura de 18-20 °C, humedad del 45-65%, y contenido de fósforo de 0.48, demostró efectos positivos en las plántulas de pepino, mejorando su altura, número de hojas, área foliar y peso vegetativo.

Por otro lado, Singh et al. (2023) realizaron un compostaje aeróbico de residuos sólidos urbanos (RSU) y desechos agrícolas (RA), tratados con lombrices de tierra y consorcios microbianos. Tras 60 días, la temperatura disminuyó, el pH y la CE cambiaron de ácido a neutro. El compost resultante mostró una reducción del carbono total del 4,45% al 14,14%, y un aumento significativo en el fósforo total del 4,88% al 88,10% y potasio total del 12,00% al 35,71%. Este proceso se revela como una solución efectiva para la recuperación de suelos degradados y mejora de la productividad agrícola.

Hujuri et al. (2023), investigó el Compostaje microbiano y vermicompostaje de desechos del templo utilizando *Eisenia fétida*, con el objetivo de estudiar la eficacia del vermicompostaje y del compostaje como método para convertir desechos en compost de calidad, resultando que la conductividad eléctrica se mantuvo dentro de los rangos de 6.2 a 7.3 y de 6.2 a 7.7, para compostaje y vermicompostaje respectivamente, manteniéndose la temperatura por debajo de los -35 C°, concluyendo la conductividad fue apropiada para compostaje y levemente superior para vermicompostaje, disminuyendo el contenido de sólidos volátiles.

Gómez et al. (2023) optimizaron y escalonaron la hidrólisis enzimática de la proteína de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para obtener péptidos con actividad biológica. Descubrieron que la mayor parte del sustrato era proteína, siendo la

albúmina el componente predominante con un 65%. Además, confirmaron la ausencia de patógenos y establecieron condiciones óptimas de pH (8.5), temperatura (45°C), sustrato (125 g), y volumen de encima (1245 µL). Concluyeron que el hidrolizado enzimático de *Eisenia foetida* mostraba altos valores antioxidantes, validados por diversas metodologías.

Gallego et al. (2022) llevaron a cabo un estudio para evaluar la biorremediación del suelo contaminado del campo petrolífero de Burgan en Kuwait utilizando compost. Observaron una reducción del 80% en los hidrocarburos totales de petróleo (TPH), junto con mejoras en la materia orgánica y los nutrientes del suelo. Destacaron el compost como un bioestimulante efectivo. Concluyeron que el suelo tratado mostraba evidencia de compuestos del compost y una degradación de la fracción de asfaltenos mediante termodesorción y pirólisis de doble disparo.

Este estudio de Gong et al. (2019) investigó el vermicompostaje de residuos de jardín (GW) con *Eisenia foetida* mezclado con estiércol de ganado (CM) y/o sustrato de hongos gastados (SMS) en diferentes proporciones, incluyendo GW solo (control), 3:1GW:SMS, 1:1GW:SMS, 3:1GW:CM, 1:1GW:CM y 2:1:1GW:SMS: CM. Los tratamientos con SMS y/o CM mejoraron la tasa de supervivencia, biomasa, reproducción de *E. foetida* y activaron enzimas del suelo (N, P y K). Además, aceleraron la descomposición de la materia orgánica, incrementaron nutrientes y modificaron químicamente el sustrato en comparación con el control.

Pillpe (2022) en su trabajo de investigación que tuvo como objetivo mejorar la calidad de suelo mediante la aplicación de humus y compost, para ello realizó el experimento en macetas de cajas donde realizaron 3 tratamientos el tratamiento 1 es para elaboración de humus con la siguiente dosis: 3 , 5 y 7 kilogramos , el segundo tratamiento fue compost + humus y para ello se aplicó la misma dosificación del tratamiento 1 , teniendo como resultado que el tratamiento mejor fue la 2 en la dosis 5 y 7 kilogramos ya que mejoró las propiedades del suelo.

Castillo (2020) en su trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar la calidad de compostaje a base de residuos sólidos orgánicos, para ello realizó cuatro prototipos, uno donde aplicaron estiércol de vaca, de oveja, tres residuos de mercado y por último restos de cosecha, y en los cuatro tratamiento aplicaron 3 dosis de microorganismos eficaces al 5 % , resultados obtenidos fue lo siguiente humedad valor de 31.63 a 50.50

% , conductividad eléctrica 3.26 y 3.97 7 dS.m<sup>-1</sup>, potencia de hidrógeno varía entre 6.97 y 7.44 y materia orgánica varía entre 26.81 y 28.85.

El estudio de Velecela (2019) evaluó la calidad del vermicompost de excreta de vacuno bajo dos sistemas de producción (zanja y techo a dos aguas) y su efecto en el crecimiento del rábano. Se utilizaron 12 tratamientos con dos tipos de compost (lavado e inoculado con microorganismos benéficos) y la lombriz *Eisenia foetida* durante 40 días. Los resultados mostraron que el vermicompost del sistema de zanja mejoró significativamente en salinidad, pH, relación C/N, contenido de nutrientes y sustancias húmicas. El tratamiento que combinó compost inoculado con el método de zanja (MZM) aumentó notablemente la altura de las plantas, el peso fresco de las hojas y el peso del hipocótilo del rábano.

Del Castillo y Díaz (2021) tuvo como objetivo “elaborar humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales en el distrito de San Roque de Cumbaza. El proceso se realizó durante cuatro meses, donde el primer mes se logró una producción de 110 kg, el segundo mes 250 kg, tercer mes 450 kg y el cuarto mes se produjo 600 kg de humos haciendo un total de 1410 kg de humus de lombriz roja californiana. Los resultados finales concluyeron que el 33.61% es de materia orgánica, el 1.96% es Nitrógeno total, 0.46% de Fósforo, el 0.77% de Potasio, el 5.63% de Calcio y 0.65% de Magnesio, también se muestra los parámetros expresados en partes por millón, el fierro con 3456 ppm, el Zinc con 98 ppm y el manganeso con 263.56 ppm, indicando una composición química muy buena para tener las condiciones óptimas”.

La investigación en cuestión se apoya en una serie de teorías y conceptos básicos que son esenciales para su comprensión adecuada. Estas teorías y conceptos se describen a continuación para proporcionar el marco teórico necesario, interpretar los datos y los resultados obtenidos:

Arancon et al. (2008) respaldan la teoría del vermicompostaje, destacando la capacidad de las lombrices para mejorar la descomposición de la materia orgánica, aumentar la aireación del compost y estimular la síntesis de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Su presencia activa acelera este proceso y enriquece el compost, convirtiéndolo en un recurso valioso para la agricultura sostenible.



***Phyllphaga spp***, conocidos como "la gallinita ciega", son escarabajos de la familia *Melolonthidae* ampliamente distribuidos en América. Estos insectos desempeñan un papel crucial como descomponedores de materia orgánica en ecosistemas agrícolas y naturales. Sus larvas se alimentan de "raíces, restos vegetales y materia orgánica en descomposición, contribuyendo a la fragmentación y mezcla de la materia orgánica en el suelo, lo que acelera su descomposición y libera nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas" (Hidalgo, 2001).

De acuerdo a Morocho (2021), el Ciclo de *Phyllphaga spp* tiene cuatro fases que son las siguientes, huevo, es una forma cilíndrica de color blanco que al final tiene una forma esférica y de acuerdo a su desarrollo se va incrementando su volumen que lleva al doble del tamaño inicial; larva, su tamaño es variable de color blanco cremosos y cabeza color café; pasan por tres fases: instar 1 (donde se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas y son en los 30 primeros días su tamaño es de 10 cm de profundidad); Instar 2 (se alimentan igual que en la instar 1, pero esto dura 60 días y llega a 20 a 25 cm de profundidad en el suelo) e instar 3 (en esta etapa las lavas son más carnosas y arrugadas y esto puede durar 120 días.

**Pupa:** etapa de descanso de pre crisálida que dura de 5 a 6 meses, antes de su transformación en pupa crisálida.

**Fase termófila:** en esta fase, los microorganismos y las bacterias termófilas comienzan a descomponer los materiales. La temperatura en la pila de compost se eleva, generalmente entre 50 y 70 grados Celsius. Durante esta etapa, se produce una descomposición intensa y se eliminan muchos patógenos y semillas de malezas.

**Fase mesófila:** a medida que la temperatura disminuye, los microorganismos mesófilos toman el relevo. La descomposición continúa, aunque a una velocidad más lenta. En esta etapa, el compost adquiere una apariencia y olor más similares a la tierra.

**Maduración:** en esta última fase, el compost se deja reposar durante varias semanas o meses para completar la descomposición y estabilización del material orgánico. Durante este tiempo, los microorganismos y las lombrices de tierra ayudan a descomponer los restos orgánicos aún presentes y a mejorar la calidad del compost (Olmedo et al., 2016).

La producción de las lombrices es un proceso particularmente fascinante en el contexto del compostaje y la gestión de residuos orgánicos. Esta especie, que es hermafrodita, se reproduce mediante un proceso de intercambio de espermatozoides entre individuos. Curiosamente, estos espermatozoides no fertilizan los huevos de inmediato. Los huevos, que se encuentran dentro de una envoltura viscosa, son depositados por la lombriz en el sustrato adecuado para su desarrollo. Este proceso de puesta y eclosión de los huevos es fundamental para mantener y aumentar la población de lombrices en un sistema de compostaje (Valdivia y Cuellar, 2022).

Según Martínez (2011) el ciclo de vida de las lombrices mencionadas anteriormente consta de cinco etapas las cuales son de carácter distinto y crucial para la elaboración del compost posterior:

*Huevo:* El ciclo de vida comienza con la deposición de huevos por parte de las lombrices adultas. Los huevos son pequeños y están encapsulados en un capullo protector. Cada capullo puede contener varios huevos.

*Eclosión:* Después de un período de incubación, que puede variar de unas semanas a varios meses, los huevos eclosionan y emergen pequeñas lombrices juveniles.

*Juvenil:* Las lombrices juveniles son pequeñas y de color claro. A medida que crecen, mudan su piel varias veces para permitir su crecimiento. Durante esta etapa, las lombrices se alimentan activamente y aumentan de tamaño.

*Adulto:* Una vez que las lombrices alcanzan la madurez sexual como adultos, adquiriendo su coloración característica. Son hermafroditas y se aparean, intercambiando espermatozoides y depositando capullos de huevos en el suelo o medio de compostaje.

*Continuación del ciclo:* Los capullos de huevos eclosionan, y las nuevas lombrices juveniles emergen para comenzar su propio ciclo de vida. El ciclo se repite una y otra vez, lo que permite que la población de lombrices aumente en el medio ambiente propicio (Bermudez, 2022).

En cuanto a *Eisenia foetida* llamadas lombrices californianas, tenemos a Sarmiento (2017), también conocidas como lombrices rojas o lombrices rojas de California, son una especie de lombriz utilizada ampliamente en la práctica de la vermicompostaje. Estas lombrices son pequeñas, de color rojo oscuro o marrón rojizo, y presentan anillos segmentados en todo su cuerpo. Son especies epigeas, lo que significa que

viven en la capa superficial del suelo, donde encuentran su alimento y desarrollan su actividad.

Las lombrices californianas son ideales para el vermicompostaje debido a su alta tasa de reproducción y capacidad para digerir materiales orgánicos en descomposición, como restos de alimentos y residuos de jardín. Su actividad acelera la descomposición y mejora la estructura del suelo, produciendo un fertilizante orgánico de alta calidad conocido como humus de lombriz o vermicompost. Además, promueven la aireación del suelo y la actividad microbiana beneficiosa. Sin embargo, es importante controlar su manejo, ya que pueden convertirse en especies invasoras si se escapan al medio natural (Ramírez, 2020).

Las lombrices presentan diversas propiedades y beneficios en relación con el suelo y el medio ambiente. A continuación, se mencionan algunas de las propiedades de las lombrices:

*Descomposición de materia orgánica:* las lombrices son excelentes descomponedores de materia orgánica. Se alimentan de restos vegetales y animales en descomposición, acelerando el proceso de descomposición y contribuyendo a la formación de humus.

*Vermicompostaje:* Las lombrices son ampliamente utilizadas en el proceso de vermicompostaje, que es la descomposición controlada de materiales orgánicos con la ayuda de las lombrices. Durante este proceso, las lombrices digieren los materiales orgánicos y producen un abono natural de alta calidad llamado "vermicompost" o "humus de lombriz".

*Mejora de la estructura del suelo:* Las lombrices excavan galerías en el suelo mientras se alimentan y se desplazan, lo que contribuye a la mejora de la estructura del suelo. Estas galerías facilitan la aireación, el drenaje y el intercambio de nutrientes y agua en el suelo.

*Aporte de nutrientes:* Las lombrices transforman los materiales orgánicos en formas más solubles y asimilables por las plantas. Los excrementos de las lombrices, el vermicompost, son ricos en nutrientes esenciales para el correcto desarrollo de las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes.

*Estabilización de suelos:* Las actividades de las lombrices, como la excavación de galerías y la incorporación de materia orgánica al suelo, contribuyen a la estabilización

de los suelos. Ayudan a reducir la erosión y mejoran la capacidad del suelo para retener el agua.

*Promoción de la actividad microbiana:* Las lombrices aumentan la actividad microbiana en el suelo a través de la incorporación de materia orgánica y la liberación de sustancias beneficiosas en sus excrementos. Esto mejora la salud del suelo y promueve la descomposición de materiales orgánicos. Indicadoras de salud del suelo: La presencia y abundancia de lombrices en un suelo se considera un indicador de su salud. La diversidad y la cantidad de lombrices en un ecosistema indican su fertilidad y su capacidad para sostener la vida vegetal (Gillespie, 2018).

La "gallina ciega" se refiere a las larvas de ciertos insectos subterráneos sin capacidad de ver, científicamente conocidos como "*coleópteros elatéridos*" o "*elatéridos*", de la familia *Elateridae*. Su nombre común, "gallina ciega", proviene de su apariencia de gusanos blancos sin ojos visibles. Estas larvas, de cuerpo cilíndrico y color blanco o amarillento, se alimentan de raíces y partes subterráneas de las plantas, pudiendo causar daños significativos en cultivos y jardines. Su ciclo de vida incluye varias etapas de crecimiento, mudando su exoesqueleto a medida que crecen (López, 2022).

La duración de su ciclo de vida puede variar según la especie y las condiciones ambientales. Es importante destacar que el control de las larvas de gallina ciega puede ser necesario en agricultura y jardinería para evitar daños a las plantas. Diversas estrategias de control, como el uso de insecticidas específicos o la implementación de prácticas culturales adecuadas, pueden ayudar a manejar la población de estas larvas y minimizar los daños que causan (Oliveira et al., 2022).

Así mismo la lombriz *Eisenia foetida*, consta de 3 etapas de vida que involucra varios pasos desde la fecundación hasta la madurez sexual y la reproducción, la cual es detallada a continuación:

*Huevo y eclosión:* el ciclo comienza con la puesta de huevos dentro de capullos secretados por las lombrices adultas. Estos capullos contienen múltiples huevos fertilizados y son depositados en el sustrato. Tras un período de incubación de varias semanas, los huevos eclosionan, liberando lombrices jóvenes llamadas juveniles.

*Juveniles y crecimiento:* tras la eclosión, las juveniles emergen del capullo y comienzan su vida independiente en el sustrato. Durante este proceso son pequeñas

y carecen de pigmentación. Experimentan mudas periódicas para permitir un mayor crecimiento, proceso que puede durar semanas según la disponibilidad de alimentos y condiciones ambientales.

*Madurez sexual y reproducción:* una vez que las juveniles alcanzan la madurez sexual, las lombrices están listas para reproducirse. Durante el apareamiento, se produce el intercambio de espermatozoides entre individuos. Los espermatozoides fertilizan los óvulos dentro del sistema reproductor de la lombriz. Los óvulos fertilizados son encapsulados en capullos y depositados en el sustrato, completando el ciclo de vida de *Eisenia foetida* (Gaete et al., 2010).

**El compost**, es un producto orgánico obtenido de “descomposición controlada de materiales biodegradables como restos de cocina, residuos de jardín y estiércol, mediante la acción de microorganismos, hongos y lombrices en condiciones aeróbicas. El compost resultante es rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y promueve la salud de las plantas. Además, el compostaje reduce la cantidad de residuos orgánicos enviados a vertederos, contribuyendo así a la mitigación del impacto ambiental de la gestión de residuos” (Ansorena, 2016).

Este sustrato es un valioso producto de la descomposición controlada de materia orgánica, “es fundamental en la agricultura sostenible y la gestión de residuos. Rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos, mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y promueve la salud de las plantas. Reduce la necesidad de fertilizantes químicos, disminuyendo la contaminación del suelo y del agua, y contribuye a mitigar el cambio climático al secuestrar carbono en el suelo y reducir las emisiones de metano” (Montoya, 2020).

El compost como producto de la descomposición controlada de materia orgánica, tiene componentes que influyen en su calidad y eficacia. La materia orgánica proporciona nutrientes esenciales para las plantas. La relación carbono/nitrógeno (C/N) favorece la actividad microbiana. La presencia de microorganismos, aireación adecuada y humedad promueven condiciones óptimas para la descomposición. La temperatura y el pH también son importantes. Un compost de calidad se caracteriza por textura homogénea, olor terroso agradable y ausencia de materiales no deseados (Mendoza et al., 2011).

De acuerdo con lo anterior mencionado se tiene los siguientes parámetros medibles para un compost eficiente:

*pH*: “crucial para determinar la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana en el proceso de descomposición. Un pH óptimo para el compost, ligeramente alcalino entre 6.5 y 8, promueve la actividad microbiana y la descomposición eficiente de la materia orgánica” (Barbaro et al., 2010).

*Porcentaje de humedad*: para un compost es del 40% y el 60%, es esencial para garantizar condiciones adecuadas para la actividad microbiana y la descomposición eficiente de los materiales orgánicos. Un nivel de humedad demasiado bajo puede ralentizar el proceso de compostaje, mientras que un exceso de humedad puede conducir a la putrefacción y la formación de olores desagradables (Bohórquez, 2019).

*Temperatura*: es un “indicador crucial en el compostaje, ya que indica la actividad microbiana y la descomposición de la materia orgánica. Durante la fase activa, el montón puede alcanzar entre 50°C y 70°C, eliminando patógenos y semillas de malas hierbas, y acelerando la descomposición” (Tortarolo, 2008).

*La relación carbono/nitrógeno (C/N)*: es un parámetro crucial que afecta la descomposición de los materiales orgánicos en el compost. Una relación C/N equilibrada, generalmente entre 25:1 y 30:1, proporciona la cantidad adecuada de nitrógeno para alimentar a los microorganismos y facilitar una descomposición de los materiales ricos en carbono, como las hojas secas y el papel (Escobar et al., 2012).

*El potasio*: es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, está presente en el compost como parte de su contenido nutricional. Proveniente de los materiales orgánicos descompuestos, el potasio fortalece los tejidos de las plantas, promueve la resistencia a enfermedades y condiciones adversas, siendo vital para su salud y desarrollo. Un compost de calidad debe asegurar niveles adecuados de potasio para beneficiar el crecimiento vegetal (Escobar et al., 2012).

**La biodegradación**, es un proceso clave en el ciclo natural de la materia orgánica, donde microorganismos descomponen compuestos complejos en sustancias más simples. Esto libera nutrientes esenciales como carbono, nitrógeno y fósforo, reciclándolos en los ecosistemas. Además de su importancia ecológica, tiene aplicaciones en la gestión de residuos, remediación ambiental y producción de

biocombustibles. La velocidad y eficiencia de la biodegradación varían según las condiciones ambientales y la composición del material orgánico (Prócel et al., 2016).

Según Condori y Torres (2019) la biodegradación ocurre típicamente en varias fases, cada una con procesos específicos que transforman los compuestos orgánicos en productos finales más simples. Estas fases pueden variar en función de factores como la composición del material orgánico y las condiciones ambientales, pero generalmente se pueden dividir en tres etapas principales:

*Fase de descomposición inicial:* las bacterias y hongos descomponen compuestos orgánicos complejos en moléculas simples, liberando enzimas que descomponen materiales como celulosa, lignina y proteínas en fragmentos más pequeños.

Fase de fermentación o metabolización: los productos de descomposición son metabolizados por microorganismos descomponedores para obtener energía y nutrientes, generando subproductos como dióxido de carbono, agua y compuestos orgánicos simples.

*Fase de estabilización o humificación:* los productos finales de la biodegradación se integran en el suelo o medio ambiente, formando materiales orgánicos estables como el humus. Este humus es rico en nutrientes y mejora la estructura del suelo, además de retener la humedad (Maldonado et al., 2018).

**La cáscara de café**, “subproducto de la industria cafetera que posee un alto contenido de materia orgánica y nutrientes, lo que la hace un recurso valioso. Su versatilidad se refleja en aplicaciones que van desde su uso como sustrato en la producción de hongos comestibles hasta la elaboración de productos alimenticios y bebidas. Sin embargo, es crucial abordar desafíos como la gestión de residuos y el desarrollo de tecnologías de procesamiento sostenibles. En última instancia, representa un recurso renovable con potencial para generar valor económico y promover prácticas más sostenibles en la industria del café” (Manals et al., 2018).

**La materia orgánica**, “derivada de organismos vivos o sus restos, es fundamental para los ciclos biogeoquímicos, la fertilidad del suelo y la regulación del clima. Se encuentra en formas como residuos vegetales, animales y humus. En la agricultura, es crucial como fuente de nutrientes para las plantas y mejora la estructura del suelo y su retención de agua. Sin embargo, la cantidad y la calidad de la materia orgánica pueden variar según las prácticas de manejo de la tierra y la actividad humana, lo que

destaca la importancia de conservar y gestionar este recurso de manera sostenible” (Trinidad, 2018).

Asimismo, la investigación presenta las siguientes hipótesis, como **hipótesis general** La biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resultará en una descomposición eficiente de los residuos. Y como **hipótesis específicas** Existe una proporción óptima específica de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en comparación con la biodegradación sin la adición de estos organismos. El tiempo y la presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* alteran significativamente las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café, mejorando la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023. La capacidad de descomposición de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 influirá directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo, enfoque y diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada ya que se centró en la biodegradación de la cáscara de café con el fin de producir compost, resolviendo así problemas prácticos en la gestión de residuos agrícolas y mejorando los procesos de producción de compost para fomentar la sostenibilidad en la cooperativa. Según Zúñiga et al. (2023) “la investigación aplicada se caracteriza por buscar soluciones prácticas a problemas específicos del mundo real de forma tecnológica e innovadora”.

Asimismo, se empleó un enfoque cuantitativo en la investigación sobre la biodegradación de la cáscara de café que se basó en la recopilación y análisis de datos cuantificables para comprender el proceso de descomposición de manera precisa, utilizando técnicas estadísticas. Según Quispe et al. (2020) el enfoque cuantitativo se centra analizar datos numéricos para comprender fenómenos, utilizando técnicas estadísticas.

Por otro lado, la investigación utilizó un diseño experimental sobre la biodegradación de la cáscara de café. Esto implicó la manipulación controlada de las variables, como la cantidad de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida*, para observar sus efectos en la descomposición de la cáscara y la producción de compost. Se asignarán aleatoriamente diferentes cantidades de estos organismos a distintas condiciones experimentales para comparar los resultados y establecer relaciones causales. Según Arias y Covinos (2021) “el diseño de investigación experimental permite la manipulación de la variable independiente y se observa el causal que ejerce sobre la variable dependiente”.

El alcance de esta investigación abarcó una evaluación exhaustiva de la eficacia de estos organismos en la producción de compost a partir de la cáscara de café, con el objetivo de proporcionar recomendaciones prácticas para mejorar los procesos de gestión de residuos y producción de compost.

#### 3.2 Variables y operacionalización

la presente investigación tuvo como variable independiente la "Biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida*", ya que fue la condición o factor que se manipuló en el estudio y como variable dependiente la "producción de

compost", ya que fue el resultado que se esperó observar y medir como consecuencia de la biodegradación de la cáscara de café. Ver anexo 1, matriz de operacionalización de variables

### **3.3 Población y muestra**

“Es un conjunto de elementos o individuos que poseen características similares para una investigación” (Ventura, 2017, p.2), por lo tanto, para este estudio estuvo constituida por 50 kg de cáscara de café disponibles en la Cooperativa Cafetalera Ccochabamba. Esta cantidad se dividió en cuatro contenedores, cada uno compuesto por 12.5 kg de cáscara de café. Estas divisiones representan la población total que se utilizó para el estudio sobre la biodegradación de la cáscara de café.

Para la muestra, se seleccionó un total de 1 kg de cáscara de café, que se dividió en porciones de igual tamaño para su análisis. Cada porción fue tratada con diferentes cantidades de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida*. Las muestras se distribuyeron de la siguiente manera:

M1: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 0 gr. *P. spp* y *E. foetida*)

M2: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 150gr. *P. spp* y *E. foetida*)

M3: 250g del contenedor (12.5kg cáscara +350gr. *P. spp* y *E. foetida*)

M4: 250g del contenedor (12.5kg + 500 gr. *P. spp* y *E. foetida*)

Por lo tanto, el muestreo de la presente investigación fue no probabilístico por que se tomó al azar y de acuerdo a la conveniencia del investigador. Según el diseño no probabilístico selecciona elementos de la muestra basados en criterios específicos del investigador o sea a conveniencia del autor.

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

La técnica empleada en este estudio fue la observación. Según Hernández et al. (2021) esta técnica implicó una atención meticulosa y directa hacia el objeto de estudio, seguida de una descripción y análisis detallados de los eventos y fenómenos relacionados con la realidad investigada. En este contexto, la observación facilita el examen de la interacción entre *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* y evaluar su eficiencia en el compostaje.

Con respecto al instrumento utilizado, este fue la guía de observación. Por ello, Campos y Martínez (2012) argumenta que este instrumento posibilita la organización del evento de manera que se recopilen datos concretos y específicos. En esta situación, se tomó como contexto un detallado registro de campo que describió minuciosamente los aspectos fundamentales de cada día. En aquel instrumento se anotaron las porciones de las muestras en cuanto al tiempo en el que se llevará el seguimiento cronológico riguroso.

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

Los datos recopilados en este estudio fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) como método estadístico principal para evaluar los cambios en la concentración y propiedades químicas de las muestras de cáscaras de café tratadas con diferentes dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* (M1, M2, M3 y M4). El ANOVA permitió realizar comparaciones entre los grupos y determinar la cantidad óptima de los organismos, así como evaluar la eficiencia en el proceso de biodegradación. Los resultados obtenidos se interpretarán mediante pruebas estadísticas adecuadas, lo que proporcionará una comprensión detallada de los efectos de estos organismos en la descomposición de la materia orgánica y la mejora de las propiedades del compost final generado.

### **3.6 Aspectos éticos**

En el contexto de la investigación se garantizará la integridad científica y el respeto por los principios éticos. Esto implicará seguir procedimientos estrictos de consentimiento informado, tanto de los participantes humanos involucrados en el estudio como de los dueños o responsables de la cooperativa. Además, se considerarán y respetarán los principios de bienestar animal, asegurando que el uso de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* sea ético y no cause sufrimiento innecesario a estos organismos. Se establecerán protocolos claros para el manejo adecuado de los residuos y desechos generados durante el proceso de investigación, garantizando el cumplimiento de normativas ambientales y la protección del entorno natural. Todo el desarrollo del estudio estará alineado con los principios de honestidad, transparencia y responsabilidad científica establecidos en el Código de Ética de Investigación de la UCV, asegurando la validez y credibilidad de los resultados obtenidos.

#### IV. RESULTADOS

Para abordar el **primer objetivo específico** de identificar la proporción óptima de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* en la biodegradación de cáscaras de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, se llevó a cabo un estudio experimental estructurado. Este estudio utilizó diferentes concentraciones de los organismos biológicos aplicadas a las muestras de cáscara de café, con el fin de investigar cómo estas concentraciones afectaban la eficiencia del proceso de compostaje y la calidad del compost resultante. La **Tabla 1** describe las concentraciones específicas aplicadas a cada muestra, desde la muestra de control sin adición hasta concentraciones crecientes de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida*. La Muestra 1 (M1) sirve como control, sin adición de estos organismos biológicos, mientras que las muestras M2, M3 y M4 contienen 150 gramos, 350 gramos y 500 gramos de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* respectivamente, añadidos al sustrato inicial de 12.5 kg de cáscara de café. Estas diferentes concentraciones permiten estudiar cómo la biodegradación y la calidad del compost resultante pueden variar según la cantidad de estos organismos aplicados.

**Tabla 1**

*Muestras de concentración con Phyllphaga spp y Eisenia Foetida*

Muestra	Concentración
M1	M0: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 0 gr. <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i> )
M2	M1: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 150gr. <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i> )
M3	M3: 250g del contenedor (12.5kg cáscara +350gr. <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i> )
M4	M4: 250g del primer contenedor (12.5kg + 500 gr. <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i> )

De acuerdo con la tabla anterior, en la **Tabla 2** se presentan las características iniciales de las muestras de cáscara de café, un proceso conocido como pretratamiento. Estos datos proporcionan una línea de base esencial para evaluar la evolución de estas propiedades durante el tratamiento de compostaje.

**Tabla 2**

*Muestras iniciales antes de la aplicación del tratamiento (pre)*

PROPIEDAD	M1	M2	M3	M4
Humedad (%)	11.0	10.5	11.2	10.8
pH	7.8	7.9	7.7	8.0
Nitrógeno (mg/kg)	1.8	1.7	1.9	1.8
Fosforo (mg/kg)	1.600	1.550	1.700	1.620
Potasio (mg/kg)	15.000	14.800	15.200	14.950
Carbono (%)	50.0	48.5	49.0	49.5
Materia orgánica (%)	45.0	44.0	45.5	46.0
Temperatura (°C)	20	18	22	19

Posteriormente, en la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos al finalizar los 45 días de tratamiento del compost con diferentes dosis de *Phyllphaga spp.* y *Eisenia foetida*, denominado "post-tratamiento". Los datos muestran una disminución en la humedad y variaciones en el pH, junto con aumentos significativos en los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio. Estos incrementos en nutrientes son indicativos de una acumulación beneficiosa para el crecimiento de las plantas, demostrando la eficacia del tratamiento en enriquecer el compost.

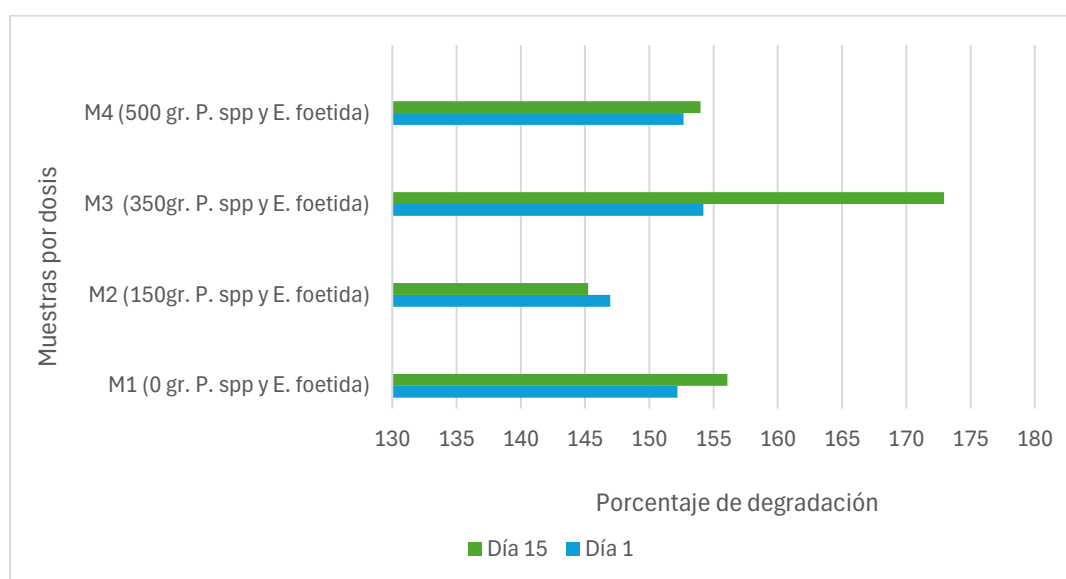
Además, los resultados revelan una considerable disminución en el contenido de carbono y materia orgánica, lo cual es típico en el proceso de compostaje. Este fenómeno refleja la descomposición de la materia orgánica por la actividad microbiana. La **Tabla 3** también muestra un aumento en la temperatura, sugiriendo una intensa actividad microbiana. Este aumento de temperatura es un signo de que el proceso de compostaje está progresando adecuadamente, permitiendo la transformación de los residuos orgánicos en un producto final más estable y nutritivo para las plantas.

**Tabla 3**

*Muestras finales después de la aplicación del tratamiento (post)*

PROPIEDAD	M1	M2	M3	M4
Humedad (%)	9.05	8.84	8.63	8.74
pH	8.23	7.20	8.33	7.86
Nitrógeno (mg/kg)	2.68	1.93	3.17	2.73
Fosforo (mg/kg)	1.840	1.347	2.410	2.185
Potasio (mg/kg)	16.588	17.065	22.661	15.858
Carbono (%)	46.19	41.78	47.24	45.58
Materia orgánica (%)	42.5	39.0	44.5	41.0
Temperatura (°C)	30	28	35	29

Dado los resultados obtenidos previamente, se determinó mediante la evaluación comparativa de la degradación de la cáscara de café que la dosis óptima de *Phyllphaga spp.* y *Eisenia foetida* en conjunto se refleja en la muestra denominada M3, según se observa la **Figura 1**. Esta muestra mostró el mayor grado de degradación en igual período y con parámetros adecuados para las plantas. En particular la dosis de la muestra M3 (12.5kg cáscara +350gr. *P. spp* y *E. foetida*) presentó los niveles más altos de nutrientes esenciales y la mayor reducción de materia orgánica, lo que indica una eficiente descomposición. Estos hallazgos sugieren que la combinación de *Phyllphaga spp.* y *Eisenia foetida* en las proporciones utilizadas en M3 es la más eficaz para el compostaje de cáscara de café.



**Figura 1**

*Evaluación comparativa de la biodegradación pre- post del tratamiento*

Para evaluar la **hipótesis alterna**, “Existe una dosis óptima específica de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, a comparación de la biodegradación sin la adición de estos organismos”, y la **hipótesis nula**, "No existe una dosis óptima específica de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* que mejore significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, a comparación de la biodegradación sin la adición de estos organismos", se utilizaron pruebas de normalidad, específicamente Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

Según la **Tabla 4**, el tamaño de la muestra (N) para cada factor fue de 4, al evaluar la prueba de normalidad para los diferentes parámetros en la dosis de la muestra M3 se determinó que esta es la dosis optima ya que presentó mayor degradación de cáscaras de café a comparación de las dosis M1, M2 Y M4. Los resultados arrojaron que varias propiedades mostraron valores de significancia (Sig.) menores al 5%, por lo tanto, confirman que los datos no siguen una distribución normal. En base a este resultado se empleará la prueba de t de Student para determinar la hipótesis en la dosis M3.

**Tabla 4**

*Prueba de normalidad para el objetivo específico 1*

	facto r	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístic o	gl	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
M3	1	,139	4	.	,997	4	,034
	2	,178	4	.	,985	4	,021
	3	,201	4	.	,972	4	,046
	4	,304	4	.	,785	4	,078
	5	,277	4	.	,849	4	,049
	6	,237	4	.	,924	4	,035
	7	,301	4	.	,850	4	,027
	8	,245	4	.	,952	4	,038

Los resultados obtenidos en la **Tabla 5** bajo la prueba de t de Student determinaron que la dosis M3 (12.5kg cáscara +350gr. *P. spp* y *E. foetida*) tiene una decisión de t = 8,032, que de acuerdo a ello se observa que la hipótesis nula está fuera de la aceptación y se acepta la hipótesis alterna el cual concluye que existe una dosis óptima específica de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, a comparación de la biodegradación sin la adición de estos organismos. Por lo tanto, la dosis M3 demostraron que estas concentraciones específicas de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* podrían ser óptimas para mantener estas propiedades dentro de una distribución mejor durante el proceso de compostaje en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023.

**Tabla 5**

*Prueba de t de Student para la hipótesis*

Diferencias emparejadas

Dosis	Días	N	Media	Desv. Estándar	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		t	gl	Sig.
						Límite inferior	Límite superior			
M3	Día 1		163.57	13.25	1,7688	60,52150	68,52434	8	19	,000
		8			51			,032		
	Día 45									

Por otro lado, para abordar el **segundo objetivo específico** de analizar cómo *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* modifican las propiedades químicas durante el compostaje de la cáscara de café en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, este fue abordado mediante un estudio exhaustivo de diversos parámetros clave. A través de la evaluación de muestras tratadas con estos organismos, se buscó entender cómo influyen en la humedad, pH, contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, así como en la dinámica de carbono y materia orgánica durante el proceso de compostaje. Los resultados revelaron una disminución significativa en la humedad y en los niveles de carbono y materia orgánica, indicativos de una eficiente descomposición de la cáscara de café. Además, se observaron aumentos variables en los nutrientes evaluados, destacando la capacidad de los organismos para mejorar



la disponibilidad de estos elementos esenciales para la fertilidad del suelo y el crecimiento vegetal.

Con respecto a la **Humedad** se observa en la **Tabla 6** una notable reducción en el contenido de humedad de las muestras de cáscara de café tratadas con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* durante un período de 45 días. Las muestras iniciales, M1, M2, M3 y M4, mostraron niveles promedio de humedad que disminuyeron significativamente al final del tratamiento, reflejando una pérdida consistente de humedad durante el compostaje. Específicamente, las muestras M3 y M2 exhibieron las mayores reducciones finales, alcanzando valores de humedad de 8.63% y 8.84% respectivamente. Estos hallazgos indican que la actividad microbiana facilitada por *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* fue efectiva en la descomposición de la cáscara de café, con un efecto más notable en la muestra M3.

**Tabla 6**

*Resultados de degradación por muestras en la humedad*

Muestras	Inicio (1 días / %)	Final (45 días / %)
M1	11.0	9.05
M2	10.5	8.84
M3	11.2	8.63
M4	10.8	8.74

Respecto al **pH** en los resultados mostrados de la **Tabla 7**, se observa que la muestra M3 experimentó el cambio más significativo en el pH durante el proceso de compostaje de cáscaras de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida*. Inicialmente, la muestra M3 tenía un pH de 7.7, y al finalizar el tratamiento, el pH aumentó a 8.33 después de 45 días. Este incremento de unidades de pH sugiere que la actividad de los organismos biológicos tuvo un efecto notable en la alcalinidad de la muestra M3. En contraste, las muestras M1, M2 y M4 mostraron cambios menores en sus valores de pH, indicando variaciones menos pronunciadas en la acidez o alcalinidad durante el mismo período de compostaje.

**Tabla 7**

*Resultados de degradación por muestras en el pH*

Muestras	Inicio (1 días)	Final (45 días)
M1	7.8	8.23
M2	7.9	7.20
M3	7.7	8.33
M4	8.0	7.86

La determinación de **Nitrógeno** en los resultados en la **Tabla 8**, se observa que la muestra M3 experimentó el mayor aumento en los niveles de nitrógeno durante el proceso de compostaje de cáscaras de café con *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida*. Inicialmente, la muestra M3 tenía un contenido de nitrógeno de 1.9 mg/kg, y al finalizar el tratamiento, este aumentó significativamente a 3.17 mg/kg después de 45 días. Este incremento de unidades de nitrógeno indica una mayor capacidad de descomposición y liberación de nutrientes nitrogenados por parte de los organismos biológicos aplicados en la muestra M3. En contraste, las muestras M1, M2 y M4 mostraron aumentos menores en sus niveles de nitrógeno, sugiriendo una actividad biológica diferencial en la descomposición de materia orgánica nitrogenada.

### **Tabla 8**

#### *Resultados de degradación por muestras en el nitrógeno*

Muestras	Inicio (1 días / mg/kg)	Final (45 días /mg/kg)
M1	1.8	2.68
M2	1.7	1.93
M3	1.9	3.17
M4	1.8	2.73

Los resultados de la **Tabla 9** en cuanto al **Fósforo** muestran que las muestras de cáscara de café tratadas con *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida* experimentaron cambios significativos en sus niveles de fosforo después de 45 días. Se observaron incrementos en las muestras M1, M3 y M4, mientras que la muestra M2 mostró una ligera disminución de 1.347 mg/kg. Estos hallazgos sugieren que el tratamiento influyó de manera variable la concentración de fosforo en las muestras, destacando la capacidad de estos organismos para afectar la disponibilidad de fosforo durante el compostaje de la cáscara de café.

**Tabla 9***Resultados de degradación por muestras en el fósforo*

Muestras	Inicio (1 días / mg/kg)	Final (45 días /mg/kg)
M1	1.600	1.840
M2	1.550	1.347
M3	1.700	2.410
M4	15.200	2.185

Los resultados de la Tabla 10 de acuerdo con el Potasio muestran que se encontró presencia de una variación significativa en los niveles de este elemento en las muestras de cáscara de café después de 45 días de tratamiento con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida*. Se registraron cambios notables en estos niveles, con valores finales de 16.588 mg/kg, 7.065 mg/kg, 22.661 mg/kg y 15.858 mg/kg para las muestras M1, M2, M3 y M4, respectivamente. Este resultado sugiere que el tratamiento tuvo efectos variables en la concentración de potasio en las muestras, mostrando incrementos significativos en M1 y M3, una marcada disminución en M2, y un ligero aumento en M4. Estos hallazgos indican la capacidad de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para influir en la disponibilidad de potasio durante el compostaje de la cáscara de café, destacando su efecto diferencial según la muestra tratada.

**Tabla 10***Resultados de degradación por muestras en el potasio*

Muestras	Inicio (1 días / mg/kg)	Final (45 días / mg/kg)
M1	15.000	16.588
M2	14.800	7.065
M3	15.200	22.661
M4	14.950	15.858

Los resultados del **Carbono** por su parte, se observa en la **Tabla 11** una disminución en los niveles de carbono en todas las muestras de cáscara de café después de 45 días de tratamiento con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida*. Se registraron valores finales de 46.19 %, 41.78 %, 47.24 % y 45.58 % para las muestras M1, M2, M3 y M4,

respectivamente. Estos resultados indican que el proceso de compostaje influenció la reducción en los niveles de carbono en todas las muestras, sugiriendo una degradación efectiva de la materia orgánica presente en la cáscara de café. La variabilidad en los cambios de carbono entre las muestras refleja la influencia diferencial de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en el proceso de descomposición, destacando la eficacia del tratamiento para modificar las propiedades químicas de la cáscara de café durante el compostaje.

**Tabla 11**

*Resultados de degradación por muestras en el carbono*

Muestras	Inicio (1 días / %)	Final (45 días / %)
M1	50.0	46.19
M2	48.5	41.78
M3	49.0	47.24
M4	49.5	45.58

Según los resultados de la **Tabla 12** en la **Materia Orgánica** experimentaron una reducción en sus niveles de materia orgánica después de 45 días. Inicialmente, las concentraciones variaban entre 45.0 % y 46.0 %, y al final del período de tratamiento se observaron valores finales entre 39.0 % y 44.5 %. Estos resultados indican que el compostaje promovido por estos organismos facilitó una efectiva descomposición de la materia orgánica en la cáscara de café, siendo este proceso crucial para la producción de compost de alta calidad.

**Tabla 12**

*Resultados de degradación por muestras en la materia orgánica*

Muestras	Inicio (1 días / %)	Final (45 días / %)
M1	45.0	42.5
M2	44.0	39.0
M3	45.5	44.5
M4	46.0	41.0

Por último, pero no menos importante, los resultados en la Temperatura correspondiente a la **Tabla 13** obtuvo que en la muestra M3 la temperatura fue más alta luego de los 45 días de tratamiento, registrando 35°C al final del período de compostaje. Esto sugiere que la actividad microbiana facilitada por estos organismos fue más efectiva en la muestra M3 para generar calor durante el proceso de descomposición de la cáscara de café.

**Tabla 13**

*Resultados de degradación por muestras en la temperatura*

Muestras	Inicio (1días / °C)	Final (45 días / °C)
M1	20	30
M2	18	28
M3	22	35
M4	19	29

Gracias a lo anterior expuesto como análisis descriptivo, este apartado presenta que para evaluar la **hipótesis alterna**, La presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 alterará las propiedades químicas del compost resultante, generando un producto final con características mejoradas, y la **hipótesis nula**, La presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 no altera las propiedades químicas del compost resultante, generando un producto final con características mejoradas, se utilizaron pruebas de normalidad, específicamente Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para los parámetro fisicoquímico .

Según la **Tabla 14**, el tamaño de la muestra (N) para cada factor fue de 32, se evaluó la prueba de normalidad para los diferentes parámetros por cada muestra. Los resultados arrojaron que los parámetros mostraron valores de significancia (Sig.) menores al 5%, por lo tanto, confirman que los datos no siguen una distribución normal. En base a este resultado se empleará la prueba de ANOVA para comprobar mediante los resultados la hipótesis correcta.

**Tabla 14***Prueba de normalidad para el objetivo específico 2*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
M1	,401	32	,000	,000	32	,000
	,305	32	,161	,103	32	0.010
M2	,262	32	,139	,116	32	0.012
	,255	32	,144	,127	32	0.014
M3	,293	32	,178	,135	32	0.016
	,277	32	,236	,148	32	0.018
M4	,290	32	,205	,154	32	0.020
	,103	32	,132	,154	32	0.0092

Los resultados obtenidos en la **Tabla 15**, relacionados con los parámetros evaluados mediante la prueba de ANOVA, indican la presencia de significancia estadística en las muestras. Los valores de significancia para pH, Nitrógeno, Potasio, Carbono, Materia Orgánica y Temperatura fueron de 0.003, 0.018, 0.0001, 0.004 y 0.012, respectivamente. Todos estos valores son inferiores a 0.05, lo cual sugiere diferencias significativas entre las diferentes muestras tratadas con distintas dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en los parámetros mencionados.

Por otro lado, la prueba de ANOVA reveló que no existe significancia estadística en las muestras respecto a los parámetros de Humedad, Fósforo y Potasio, con valores de significancia de 0.65, 0.811 y 0.460, respectivamente. Todos estos valores son superiores a 0.05, lo cual indica que las diferentes dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* no muestran diferencias significativas en estos parámetros.

De acuerdo con los resultados de la prueba de ANOVA para los diversos parámetros mencionados, se rechaza la hipótesis nula debido a las significativas diferencias encontradas entre las muestras. Esto indica que las distintas dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* ejercen efectos significativos en los parámetros evaluados, como pH, Nitrógeno, Potasio, Carbono, Materia Orgánica y Temperatura. La aceptación de la hipótesis alternativa de La presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 alterará las propiedades químicas del compost resultante, generando un producto final con características mejoradas, se

sustenta en el hecho de que estos parámetros mostraron diferencias significativas en comparación con aquellos donde no se observaron diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza ANOVA para los parámetros fisicoquímicos*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Humedad	Entre grupos	35,65	3	17,31	16,32	,065
	Dentro de grupos	14,43	18	1,03		
	Total	50,08	22			
pH	Entre grupos	,055	3	,077	54,31	,003
	Dentro de grupos	0,053	18	,256		
	Total	0,603	22			
Nitrógeno	Entre grupos	0,0074	3	,0036	24,211	,0018
	Dentro de grupos	0,0017	18	,0002		
	Total	0,0091	22			
Fosforo	Entre grupos	,012	3	,012	,059	,811
	Dentro de grupos	3,777	18	,210		
	Total	3,789	22			
Potasio	Entre grupos	,602	3	,602	,571	,460
	Dentro de grupos	18,985	18	1,055		
	Total	19,587	22			
Carbono	Entre grupos	,03	3	,02	28,71	,0001
	Dentro de grupos	,01	18	1,006		
	Total	0,04	22			
Materia Orgánica	Entre grupos	,06	3	0,03	29,36	,004
	Dentro de grupos	,01	18	0,0010		
	Total	,07	22			
Temperatura	Entre grupos	0,0012	3	0,00053	46,15	,012
	Dentro de grupos	0,03	18	0,0037		
	Total	0,0312	22			

Para abordar el **tercer objetivo específico** de analizar la capacidad de descomposición de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, se han recopilado y analizado diversos datos que se detallan en las siguientes tablas. La **Tabla 16** se enfoca en la capacidad de descomposición

específica por muestra después de 45 días de compostaje, destacando qué muestras destacaron la mayor eficacia en la descomposición de la materia orgánica. Este análisis detallado permitirá comprender mejor el papel de estos organismos en la producción sostenible de compost a partir de residuos de café, proporcionando insights cruciales para la optimización de prácticas agrícolas y ambientales en la cooperativa.

La tabla compara los cambios ( $\Delta$ ) en propiedades de muestras de cáscara de café tratadas con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* durante el compostaje en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023. Todas las muestras mostraron reducción en humedad, indicativa de efectiva descomposición de materia orgánica. Se registraron variaciones en pH, con aumentos y disminuciones, reflejando la influencia variable de los organismos en la alcalinidad. Hubo aumentos significativos en nitrógeno, fósforo y potasio, evidenciando la capacidad de estos organismos para promover la liberación de nutrientes esenciales. También se observaron reducciones en carbono y materia orgánica, indicando eficiente descomposición. Todas las muestras mostraron aumento de temperatura, sugiriendo activa actividad microbiana durante el compostaje.

**Tabla 16**

*Capacidad descomposición por propiedades*

$\Delta$ (post-pre)	Muestras			
	M1	M2	M3	M4
$\Delta$ Humedad (%)	-1.95	-1.66	-2.57	-2.06
$\Delta$ pH	0.43	-0.70	0.63	-0.14
$\Delta$ Nitrógeno (%)	0.88	0.23	1.27	0.93
$\Delta$ Fósforo (%)	0.240	-0.203	0.710	0.565
$\Delta$ Potasio (%)	1.588,	2.265	7.461	0.908
$\Delta$ Carbono (%)	-3.81	-6.72	-1.76	-3.92
$\Delta$ Materia Orgánica (%)	-2.5	-5.0	-1.0	-5.0
$\Delta$ Temperatura (°C)	10	10	13	10



La **Tabla 17** muestra la capacidad de descomposición de muestras de cáscara de café tratadas con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* después de 45 días de compostaje en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa. Los resultados indican que la muestra M3 exhibió la mayor capacidad de descomposición con un valor de 8.771 %, seguida por M1 con 4.938 % y M4 con 0.288 %. En contraste, la muestra M2 mostró una capacidad de descomposición negativa de -1.838 %, lo que sugiere una posible menor actividad microbiana o condiciones menos favorables para la descomposición de la materia orgánica. Estos hallazgos destacan la efectividad particular de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en mejorar la descomposición de la cáscara de café, especialmente evidente en la muestra M3, posiblemente debido a condiciones ambientales óptimas o una actividad microbiana más intensa en esa muestra específica.

**Tabla 17**

*Capacidad de Descomposición por muestra*

Muestras	M1	M2	M3	M4
	Día 45	Día 45	Día 45	Día 45
Capacidad (%)	4.938	-1.838	8.771	0.288

Gracias a lo anterior expuesto como análisis descriptivo, este apartado presenta que para evaluar la **hipótesis alterna**, La capacidad de descomposición de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 influyó directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación y la **hipótesis nula**, La capacidad de descomposición de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 no influye directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación, se utilizaron pruebas de normalidad, específicamente Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para los parámetro fisicoquímico.

Según la **Tabla 18**, el tamaño de la muestra (N) para cada factor fue de 32, se evaluó la prueba de normalidad para las diferentes muestras según su capacidad de

descomposición luego de los 45 días. Los resultados arrojaron que los parámetros mostraron valores de significancia (Sig.) menores al 5%, por lo tanto, confirman que los datos no siguen una distribución normal. En base a este resultado se empleará la prueba de ANOVA para comprobar mediante los resultados la hipótesis correcta.

**Tabla 18**

*Prueba de normalidad para el objetivo específico 3*

	Muestras	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad de descomposición	M1	,401	4	,000	,642	4	,001
	M2	,139	4	,200*	,959	4	,002
	M3	,178	4	,200*	,940	4	,040
	M4	,205	4	,200*	,885	4	,021

Los resultados obtenidos en la **Tabla 19**, relacionados con los parámetros evaluados mediante la prueba de ANOVA, indican la presencia de significancia estadística en las muestras. Los valores de significancia fueron inferiores a 0.05, lo cual sugiere diferencias significativas entre las diferentes muestras tratadas con distintas dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* mostrando una capacidad de descomposición para las muestras M2, M3 Y M4. Así mismo la muestra M1 no se encontró niveles de considerables ya que esta dosis se considera como testigo.

Por consiguiente, esta prueba de ANOVA para la capacidad de descomposición prueba que se rechaza la hipótesis nula puesto que se demostró niveles de significancia diferenciales, por ende la hipótesis altera de la presencia de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 alterará las propiedades químicas del compost resultante, generando un producto final con características mejoradas.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza ANOVA para la capacidad de descomposición*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	142,548	3	142,548	4,029	,001
Dentro de grupos	636,800	16	35,378		

Como última instancia para lograr el **objetivo general** de determinar la biodegradación de cáscaras de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023. Se observó que las muestras de cáscara de café experimentaron una disminución en la humedad y variaciones en el pH. Hubo aumentos significativos en los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, indicativos de acumulación de nutrientes beneficiosos para el crecimiento de las plantas. Los contenidos de carbono y materia orgánica disminuyeron, típico en el proceso de compostaje, mientras que la temperatura aumentó, sugiriendo actividad microbiana activa. Estos resultados indican que el tratamiento promovió la descomposición hacia un compost nutritivo adecuado para usos agrícolas (ver Tabla 20).

**Tabla 20**

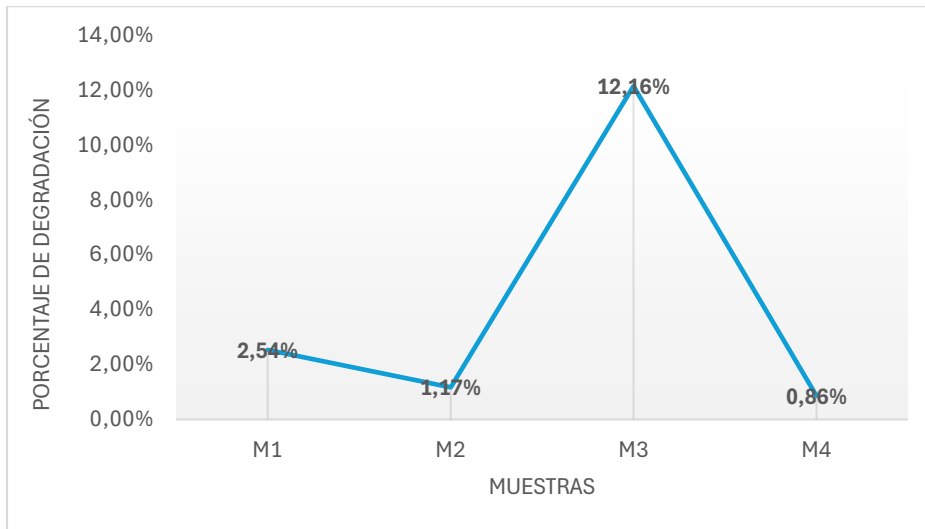
*Resultados evaluación de la biodegradación pre- post del tratamiento*

Dosis	M1		M2		M3		M4	
Evaluación Pre- Post	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
Degradación (%)	152.2	156.068	146.95	145.234	154.2	172.943	152.67	153.978

La **Figura 2** muestran los resultados de la evaluación de biodegradación después del tratamiento con diferentes dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida* sobre muestras de cáscara de café. Los valores indican el porcentaje de degradación observado en diferentes momentos (día 1 y día 45) para cuatro muestras diferentes (M1, M2, M3, M4). Los valores de degradación se expresan en porcentajes, la cual se han calculado con la siguiente formula  $\left(1 - \frac{\text{Medición Post-tratamiento}}{\text{Medición inicial}}\right) \times 100$ .

Este mismo muestra el porcentaje de biodegradación de cáscaras de café después de 45 días de tratamiento con diferentes dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia Foetida*. En la cual, destaca la muestra M3 alcanzando el mayor porcentaje de biodegradación con un 12.16%, indicando que esta combinación de organismos biológicos fue

especialmente efectiva en descomponer la cáscara de café. Este resultado sugiere que ajustar estos agentes biológicos puede optimizar la producción de compost de alta calidad, apoyando así la gestión sostenible de residuos agrícolas en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa.



**Figura 2**

*Variación del porcentaje de biodegradación*

Dado a lo anterior expuesto, el apartado siguiente se evalúa la **hipótesis alterna**, La biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resulta en una descomposición eficiente de los residuos y la **hipótesis nula**, La biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resulta en una descomposición no eficiente de los residuos. Se utilizaron pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para el porcentaje de biodegradación mediante la eficiencia.

Según la **Tabla 21**, el tamaño de la muestra (N) para cada factor fue de 4, se evaluó la prueba de normalidad para las diferentes muestras según su biodegradación luego de los 45 días. Los resultados arrojaron que los parámetros mostraron valores de significancia (Sig.) menores al 5%, por lo tanto, confirman que los datos no siguen una distribución normal. En base a este resultado se empleará la prueba de ANOVA para comprobar mediante los resultados la hipótesis correcta.

**Tabla 21***Prueba de normalidad para el objetivo general*

	Muestras	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Biodegradación	M1	,501	4	,000	,242	4	,014
	M2	,639	4	,200*	,559	4	,002
	M3	,378	4	,200*	,440	4	,040
	M4	,705	4	,200*	,225	4	,021

Los resultados obtenidos en la **Tabla 22**, relacionados con las muestras evaluadas mediante la prueba de ANOVA, indican la presencia de significancia estadística en las muestras. Los valores de significancia fueron inferiores a 0.05, lo cual sugiere diferencias significativas entre las diferentes muestras tratadas con distintas dosis de *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* mostrando una capacidad de descomposición para las muestras M2, M3 Y M4. Así mismo la muestra M1 no se encontró niveles de considerables ya que esta dosis se considera como testigo.

Por consiguiente, esta prueba de ANOVA para la capacidad de descomposición prueba que se rechaza la hipótesis nula puesto que se demostró niveles de significancia diferenciales, por ende, la hipótesis altera de La biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resulta en una descomposición eficiente de los residuos.

**Tabla 22***Análisis de varianza ANOVA*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4.40	3	1.47	5.40	0.003
Dentro de grupos	12.60	16	0.79		
Total	17.00	19			

## V. DISCUSIÓN

En el estudio realizado en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, de acuerdo al **primer objetivo específico**, se determinó que la dosis óptima de *Phyllphaga spp.* y *Eisenia foetida* para la biodegradación de cáscaras de café es de 350 gramos por 12.5 kg de cáscaras, observada en la muestra M3. Esta muestra presentó los mayores incrementos en nutrientes esenciales como nitrógeno (3.17 mg/kg), fósforo (2.410 mg/kg) y potasio (22.661 mg/kg), así como una significativa reducción en materia orgánica (44.5%) y carbono (47.24%), indicando una eficiente descomposición de las cáscaras de café. Comparativamente, Ещанова et al. (2023) hallaron que la producción de biohumus con *Eisenia foetida* mostró un contenido de fósforo de 0.48 mg/kg y mejoró el crecimiento de plántulas. Singh et al. (2023) demostraron que el compostaje de residuos sólidos urbanos y agrícolas con lombrices aumentó significativamente el fósforo (88.10 mg/kg) y potasio (35.71 mg/kg). Hujuri et al. (2023) encontraron que el compostaje y vermicompostaje con *Eisenia foetida* mantuvieron una temperatura adecuada y una alta eficiencia en la producción de compost. La dosis de 350 gramos utilizada en el presente estudio produce resultados comparables, destacando su eficacia en la mejora de la calidad del compost.

En el **segundo objetivo específico**, se observó que *Phyllphaga spp.* y *Eisenia foetida* mejoraron significativamente las propiedades químicas de las cáscaras de café durante el compostaje, con reducciones notables en humedad, carbono y materia orgánica, y aumentos en pH, nitrógeno, fósforo y potasio, especialmente en la muestra M3. Comparando estos resultados con estudios similares, Gómez et al. (2023) optimizaron la hidrólisis enzimática de la proteína de *Eisenia foetida*, encontrando condiciones óptimas de pH (8.5) y temperatura (45°C) que maximizaron la actividad antioxidante, lo cual corrobora la eficiencia de estas lombrices en procesos biológicos. Gallego et al. (2022) demostraron que el compost mejoró significativamente la materia orgánica y los nutrientes del suelo contaminado, similar a los aumentos observados en este estudio. Gong et al. (2019) encontraron que mezclas de residuos de jardín y estiércol con *Eisenia foetida* mejoraron la descomposición de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes, resultados consistentes con las mejoras en nutrientes observadas en las muestras tratadas con *Phyllphaga spp.* y *Eisenia foetida* en este estudio.

Para el **tercer objetivo específico** se evaluó la capacidad de *Phyllphaga* spp. y *Eisenia foetida* para descomponer cáscaras de café durante el compostaje en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023. Los resultados revelaron reducciones significativas en la humedad, así como cambios en pH, nitrógeno, fósforo, potasio, carbono y materia orgánica después de 45 días de tratamiento. Estos hallazgos subrayan la eficacia de estos organismos en la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes esenciales, apoyando la producción de compost de alta calidad. Comparativamente, estudios como el de Velecela (2019) destacaron mejoras similares en la calidad del vermicompost utilizando *Eisenia foetida*, mientras que Del Castillo y Díaz (2021) demostraron la producción exitosa de humus de lombriz con altos contenidos de nutrientes esenciales. Estos resultados respaldan el potencial de *Phyllphaga* spp. y *Eisenia foetida* para promover prácticas sostenibles de gestión de residuos orgánicos y mejorar la fertilidad del suelo a través de la descomposición eficiente de la cáscara de café.

Luego de evaluar la biodegradación de cáscaras de café utilizando *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida* en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023, de acuerdo al **objetivo general**. se observó una notable reducción en la humedad y cambios en el pH de las muestras tratadas. Además, se registraron aumentos significativos en los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, indicativos de la acumulación de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal. Asimismo, se observó una disminución en los contenidos de carbono y materia orgánica, acompañada de un aumento en la temperatura, reflejando una activa actividad microbiana durante el compostaje. En comparación con estudios similares, Pillpe (2022) encontró que la combinación de compost y humus mejoró las propiedades del suelo, especialmente en dosis de 5 y 7 kg, mientras que Castillo (2020) demostró mejoras significativas en la humedad, conductividad eléctrica y materia orgánica en compostajes basados en residuos sólidos orgánicos. Estos resultados resaltan la eficacia potencial de *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida* en la producción de compost de alta calidad, subrayando su relevancia para la gestión sostenible de residuos agrícolas en cooperativas como la de Ccochapampa.

## VI. CONCLUSIONES

**OE1:** Se concluye que la cantidad óptima de *Phyllphaga* spp y *Eisenia Foetida* para la biodegradación de cáscaras de café en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa fue encontrada en la muestra M3, donde se aplicaron 350 gramos de estos organismos por cada 12.5 kg de cáscara de café. Este resultado indica que esta concentración específica maximizó la eficiencia del proceso de compostaje, cumpliendo con el objetivo de identificar la dosis adecuada para mejorar la calidad del compost y promover la gestión sostenible de los residuos agrícolas.

**OE2:** Se concluye que la aplicación de *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida* durante el compostaje de cáscaras de café en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa mejoró significativamente las propiedades químicas del compost. Se observó una reducción en la humedad, cambios hacia valores más alcalinos en el pH, y aumentos sustanciales en los niveles de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Además, hubo una eficiente descomposición de la materia orgánica, reflejada en la disminución de los niveles de carbono.

**OE3:** Se concluye que la muestra M3 exhibió una mayor capacidad de descomposición durante el proceso de biodegradación de la cáscara de café con *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida* para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023. Esto se evidenció por los significativos cambios positivos en los parámetros evaluados, incluyendo la reducción de humedad y carbono, así como el aumento en los niveles de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Estos resultados subrayan la eficacia de estos organismos en optimizar la calidad del compost generado.

**OG:** Se concluye que la aplicación de *Phyllphaga* spp y *Eisenia Foetida* en el compostaje de cáscaras de café en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 demostró ser efectiva para mejorar la biodegradación de este material, resultando en un compost final con mayores niveles de nutrientes y condiciones fisicoquímicas adecuadas. Este estudio respalda la viabilidad de utilizar estos organismos biológicos para optimizar la producción de compost de alta calidad a partir de residuos agrícolas, contribuyendo así a prácticas más sostenibles en la agricultura.



## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios que abarquen períodos más largos para evaluar el impacto a largo plazo de la aplicación de *Phyllphaga* spp y *Eisenia foetida* en el compostaje de cáscaras de café, considerando cambios estacionales y ciclos agrícolas completos.
- Explorar la efectividad de otras especies de microorganismos y lombrices en el compostaje de cáscaras de café, comparando sus efectos sobre la calidad del compost y la descomposición de la materia orgánica.
- Realizar análisis específicos sobre la seguridad alimentaria y la calidad del compost producido, evaluando la presencia de contaminantes y la capacidad de mejorar las propiedades físico-químicas del suelo.
- Investigar técnicas avanzadas de compostaje, como el uso de coadyuvantes y enmiendas específicas, para maximizar la eficiencia del proceso y mejorar la calidad del compost generado.

## REFERENCIAS

- ANSORENA MINER, JAVIER. El compost de biorresiduos. Normativa, calidad y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa, 2016.  
[https://www.academia.edu/download/55956789/pdf\\_000304.pdf](https://www.academia.edu/download/55956789/pdf_000304.pdf)
- ARANCON, Naver et al. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse, *Applied Soil Ecology*, 2008, 39, 91-99. doi: 10.1016/j.apsoil.2007.11.010
- ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 2021, vol. 1, p. 66-78.  
[https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)
- BARBARO, L. A, et al. Utilización de azufre micronizado en la corrección del pH de compost de residuos de poda. *agriscientia*, 2010, vol. 27, no 2, p. 125-130.  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2010000200008&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2010000200008&script=sci_arttext&tlng=pt)
- BERMUDEZ CHANGOLUISA, Valeria Alejandra. *Evaluación de beuveria bassiana aislado del estiércol de conejo para el control de gallina ciega (phyllophaga spp.), en condiciones de Laboratorio Campus Salache 2021–2022*. 2022. Tesis de Licenciatura. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).  
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9318>
- BOHÓRQUEZ SANTANA, Wilson. El proceso de compostaje. Universidad de la Salle, 2019.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-X\\_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=El+compost+porcentaje+de+humedad&ots=0JjS2Q4Nv8&sig=Bu2sOpIW2NfTxiZxoOn6vXWTXE](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=El+compost+porcentaje+de+humedad&ots=0JjS2Q4Nv8&sig=Bu2sOpIW2NfTxiZxoOn6vXWTXE)
- CABANILLAS GALLARDO, Alexander; HERNANDEZ URBINA, Jose Carlos; LOYOLA VALVERDE, Juan Luis. Análisis sectorial del café, impacto en la economía peruana y sostenibilidad para el futuro. 2023.  
<https://pirhua.udep.edu.pe/items/62245569-fed5-43dd-a0f1-7e4808197e54>

- CAMPOS, Guillermo, et al. La observación, un método para el estudio de la realidad. Xihmai, 2012, vol. 7, no 13, p. 45-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- CASTILLO Huamán, Lady Cely. Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi. 2019. Tesis (para optar el grado de ingeniero ambiental). Huancayo, 2020, p.130. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8245/3/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Castillo\\_Huaman\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8245/3/IV_FIN_107_TE_Castillo_Huaman_2020.pdf)
- CERVERA MATA, Ana Gloria, et al. Utilización de residuos de la Industria Cafetera como enmiendas orgánicas de suelos para la mejora de alimentos de origen vegetal. 2022. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/72882>
- CONDORI PACHECO, Aracel Erica; TORRES ZAMATA, Gustavo. Biodegradación de la materia orgánica y producción de Bioelectricidad en Celdas de Combustible Microbiano (CCM) a partir del agua residual doméstica–Lima. 2019. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1655>
- DEANOS, Carrie; KRISCHIK, Vera. El estado actual y el potencial futuro del control microbiano de las plagas de escarabajos. *Ciencias Aplicadas*, 2023, vol. 13, núm. 2, pág. 766. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/2/766>
- DEL CASTILLO GONZALES, Robinson; DÍAZ REÁTEGUI, Ubaldo Elías. Elaboración de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) a partir de compostaje de residuos sólidos orgánicos Municipales en el Distrito de San Roque de cumbaza Región San Martín. 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61168>
- ESCOBAR, Fabiola; SÁNCHEZ PONCE, José; AZERO, Mauricio. Evaluación del proceso de compostaje con diferentes tipos de mezclas basadas en la relación C/N y la adición de preparados biodinámicos en la Granja Modelo Pairumani. *Acta Nova*, 2012, vol. 5, no 3, p. 390-410. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892012000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892012000100004&script=sci_arttext)
- ESPINOSA, Ana Teresa Mosquera; MORENO, Laura Juliana Caro. *Alternativas para el manejo de residuos sólidos y su integración en el montaje de una huerta*

*agroecológica*. Sello Editorial Javeriano-Pontificia Universidad Javeriana, Cali, 2020.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=s9YBEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=uso+de+lombriz+de+tierra+y+gallina+ciega+para+degradacion+de+materia+organica&ots=4w6-PQ7OSu&sig=DbdjlCGkWCJCrcqXpsEvzdw\\_-dU](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=s9YBEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=uso+de+lombriz+de+tierra+y+gallina+ciega+para+degradacion+de+materia+organica&ots=4w6-PQ7OSu&sig=DbdjlCGkWCJCrcqXpsEvzdw_-dU)

GAETE, Hernán, et al. Evaluación de la toxicidad de cobre en suelos a través de biomarcadores de estrés oxidativo en *Eisenia foetida*. *Química Nova*, 2010, vol. 33, p. 566-570.

<https://www.scielo.br/j/qn/a/KLvXXDNHy9k4P4Dq9Qf9DYn/?lang=es&format=html>

GALLEGO et al. Biorremediación efectiva del suelo del campo petrolífero de Burgan (Kuwait) utilizando compost, 2022. vol. 64, p. 28.

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1520>

GILLESPIE, Claire. Earthworm characteristics. *Sciencing*, 2018.

<https://www.geniusjournals.org/index.php/emrp/article/download/1487/1313>

GÓMEZ SAMPEDRO, L. J., et al. Hidrólisis enzimática de proteínas de lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) con diferentes proteasas. *Publicaciones E Investigación*, 2022. 16(4). <https://doi.org/10.22490/25394088.6502>

GONG, Xiaoqiang, et al. Spent mushroom substrate and cattle manure amendments enhance the transformation of garden waste into vermicomposts using the earthworm *Eisenia fetida*. *Journal of environmental management*, 2019, vol. 248, p. 109263. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109263>

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Aileen; PALACIOS, Raúl. Métodos empíricos de la investigación. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla*, 2021, vol. 9, no 17, p. 33-34.

HIDALGO, Eduardo. Uso de microorganismos para el control de *Phyllophaga* spp. 2001.

<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6888/A1753e.pdf?sequence=1>

- HUJURI, Ujwala, et al. Microbial composting and vermicomposting of temple waste using *Eisenia fetida*. *Materials Today: Proceedings*, 2023, vol. 72, p. 2780-2784. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322070262>
- LOPEZ ECHEVARRIA, Luis Juda. Eficiencia del microorganismo probiótico en la síntesis de abono orgánico a partir de aserrín y aguas residuales negras, en el asentamiento humano Nueva Jerusalén, Ucayali-2020. 2022. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3385>
- MALDONADO, Julio Isaac; MÁRQUEZ, Adriana Mercedes; CHONA, Jarson Alexis Rodríguez. Tratamiento eficiente de aguas residuales orgánicas con filtros anaerobios de flujo ascendente de tres fases. *BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 2018, vol. 16, no 2, p. 29-41. <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/bistua/article/view/554>
- MANALS-CUTIÑO, Enma M.; SALAS-TORT, Dolores; PENEDO-MEDINA, Margarita. Caracterización de la biomasa vegetal cascarilla de café. *Tecnología química*, 2018, vol. 38, no 1, p. 169-181. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852018000100013&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852018000100013&script=sci_arttext&lng=pt)
- MARTÍNEZ LÓPEZ, Carlos Virgilio. *Papa, Cultivo, Solanum tuberosum L., Producción, Plagas, Gallina ciega, Phyllophaga spp., Palomilla de la papa, Tecia solanivora*. 2011. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/6762>
- MENDOZA HERNÁNDEZ, D., et al. Compostaje y vermicompostaje de residuos hortícolas: evolución de parámetros físicos y químicos durante el proceso. Consecuencias ambientales. *Actas de Horticultura*, 2011, vol. 59, p. 22-27. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2059.%20X%20Jornadas%20del%20Grupo%20de%20Sustratos/Comunicaciones/Compostaje%20y%20vermicompostaje%20de%20residuos%20hort%C3%ADcolas.%20Evoluci%C3%B3n%20de%20par%C3%A1metros%20f%C3%ADsicos%20y%20qu%C3%ADmicos%20durante%20el%20proceso%20y%20consecuencias%20ambientales.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego. Preparación y Uso del Compost - Tecnologías Apropriadas para la Conservación In Situ de los Cultivos Nativos. 2020.  
<https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/handle/20.500.13036/425?mode=full>

MONTOYA, Sergio Adrián Murillo; MORA, Alexander Mendoza; VÁSQUEZ, Carlos Julio Fadul. La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2020, vol. 7, no 1, p. 58-68.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739291>

MOROCHO Paqui, Norma Elizabet. Hongos Entomopatógenos Potenciales Para El Control Biológico De Phyllophaga Spp. En Sistemas Agrícolas de la Comunidad La Matara, Cantón Saraguro. Tesis (para optar el grado de ingeniero agrónomo). Quito, 2021, 56 pp.  
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/896>

OLIVEIRA, L. M., et al. Salt stress and organic fertilization on the growth and biochemical metabolism of *Hylocereus costaricensis* (red pitaya) seedlings. *Brazilian Journal of Biology*, 2022, vol. 84, p. e258476. ISSN 1519-6984. Dostupné na: doi:10.1590/1519-6984.258476

OLMEDO BRAN, Edgar José. Evaluación de tres insecticidas biológicos y un insecticida químico, para el control de gallina ciega *Phyllophaga spp.* en el cultivo de café *Coffea arabica*, diagnóstico y servicios realizados en la finca varales Esquipulas, Chiquimula, Guatemala, Centroamérica. 2016. Tesis Doctoral. Universidad de San Carlos de Guatemala.  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5952/>

Organización Internacional del Café [OIC]. Panorama general del Informe de la OIC

PIEDRA, Juan Antonio Mercado; MANQUEROS, Juan Manuel Coronado. El muestreo y su relación con el diseño metodológico de la investigación. *Manual de temas nodales de la investigación cuantitativa. un abordaje didáctico*, 2021, vol. 81. <https://centro-investigacion-innovacion-educativa.bravesites.com/files/documents/306aa3ba-3be8-4e59-ab4d-51508f7513c6.pdf#page=82>

- PILLPE Valdivia, Joshua Jefferson. Mejoramiento de suelo a base de Humus y Compost en la planta de Valorización de la Municipalidad del Callao . Tesis (para optar el grado de ingeniero ambiental). Lima, 2022, 131 pp.. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106774/Pilpe\\_V\\_JJ\\_SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106774/Pilpe_V_JJ_SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PRÓCEL, Diego; POSLIGUA, Paola; BANCHÓN, Carlos. Biodegradación de contaminantes orgánicos de la industria láctea. Enfoque UTE, 2016, vol. 7, no 1, p. 22-32. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422016000100022](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000100022)
- QUISPE, Teófilo Yucra; VILLALTA, Leonor Zorayda Bernedo. Epistemología e investigación cuantitativa. *Igobernanza*, 2020, vol. 3, no 12, p. 107-120. <https://igobernanza.org/index.php/IGOB/article/view/88>
- RAMÍREZ REVILLA, Stamber Álvaro Stamber. Study of the degradation of chlorpyrifos in contaminated soils in the presence of the red california earthworm *Eisenia foetida*. 2020. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2903>
- REYES, Daniel Felipe Fernández; FRANCO, Gloria María Restrepo. Evaluación de la adopción de buenas prácticas agrícolas en sistemas cafeteros con base en el análisis anual de costos de producción y sostenimiento. *INVENTUM*, 2023, vol. 18, no 35, p. 29-49. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/3496>
- ROMERO, Omar Enrique Trujillo; DUARTE, Damileth De Armas. Lombricultura: práctica de aprovechamiento a partir de residuos orgánicos. *Notas de Campus*, 2021. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/notas/article/view/4282>
- SÁNCHEZ PARRA, Edwin Antonio. Comparación de los parámetros en la síntesis de películas de biopolímeros a base de almidón y ácido poliláctico reforzado con residuos agrícolas (cascarilla de café, cascarilla de arroz y residuos de naranja). 2022. [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5481/1/S%C3%A1nchez\\_2021\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5481/1/S%C3%A1nchez_2021_TG.pdf)

- SARMIENTO, L. ¿California earthworm care and why are they recommended for compost? *Jardineria On*, 2017. <https://fondeco.ru/en/kak-vyrashchivat-kaliforniiskih-chervei-krasnyi-kaliforniiskii-cheriv/>
- SILVA, Rocío Del Carmen Padilla; MOSQUERA, Irene Marmolejo; GIRALDO, Jose Fernando Montealegre. Programa ambiental para mitigar prácticas agrícolas inadecuadas en la vereda Campoalegre del Pital Huila. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2023, vol. 7, no 2, p. 9366-9388. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6039>
- SINGH, Yash Pal, et al. Composting of municipal solid waste using earthworms and ligno-cellulolytic microbial consortia for reclamation of the degraded sodic soils and harnessing their productivity potential. *Sustainability*, 2023, vol. 15, no 3, p. 2317. <https://doi.org/10.3390/su15032317>
- sobre desarrollo cafetero 2020. 2021. <https://www.ico.org/documents/cy2020-21/ed-2358c-overview-cdr-2020.pdf>
- TORTAROLO, María Fernanda, et al. Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. *Ciencia del suelo*, 2008, vol. 26, no 1, p. 41-50. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672008000100005&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672008000100005&script=sci_arttext&tlng=pt)
- TRINIDAD SANTOS, A. Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agro productividad*, 2016, vol. 9, no 8. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802>
- VALDIVIA Ayca, Oscar Antonio y CUELA Rojas, AlejandroMartin. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LAS LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS EN SUSTRATOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL MERCADO DE CIUDAD NUEVA, TACNA, 2022. Tesis (para optar el grado de ingeniero ambiental). Tacna, 2022, 58 pp. <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2672/Valdivia-Ayaca-Cuela-Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VELECELA, Silvia, et al. Vermicompost enriquecido con microorganismos benéficos bajo dos sistemas de producción y sus efectos en el rábano (*Raphanus sativus*



L.). *Scientia Agropecuaria*, 2019, vol. 10, no 2, p. 229-239.  
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.08>

VICENCIO DE LA ROSA, Ma Guadalupe, et al. Producción de composta y vericomposta a partir de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de un rastro. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2011, vol. 27, no 3, p. 263-270.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992011000300011&script=sci\\_abstract&tIng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992011000300011&script=sci_abstract&tIng=pt)

ZÚÑIGA, Paulina Iveth Vizcaíno; CEDEÑO, Ricardo Javier Cedeño; PALACIOS, Israel Alejandro Maldonado. Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2023, vol. 7, no 4, p. 9723-9762. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658>

ЕЩАНОВА, Г. Ж., et al. VERMICOMPOSTING OF BIOHUMUS WITH THE CALIFORNIAN WORM EISENIA FOETIDA AND ITS USE IN AGRICULTURE, 2023, no 1 (40), p. 104-115. DOI:10.53729/MV-AS.2023.01.06



### Anexo 3. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cuál es el grado de biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> necesaria para la biodegradación eficiente de la cáscara de café con el fin de producir compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p>¿Cómo afectan el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Identificar la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>. Analizar cómo el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> afectan las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>Analizar la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p>	<p><b>General:</b></p> <p>La biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resultará en una descomposición eficiente de los residuos.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Existe una proporción óptima específica de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia Foetida</i> que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en comparación con la biodegradación sin la adición de estos organismos.</p> <p>El tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> alteran significativamente las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café, mejorando la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023.</p> <p>La capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 influirá directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación.</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p>"Biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>"</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <p>"Producción de compost"</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Enfoque de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> </ul>	<p><b>Población</b></p> <p>50 kg de cáscara de café disponibles en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>1 kg de cáscara de café, que se dividió en porciones de igual tamaño para su análisis. Cada porción fue tratada con diferentes cantidades de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>.</p> <p>Las muestras se distribuyeron de la siguiente manera:</p> <p>M0: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 0 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M1: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 150gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M2: 250g del contenedor (12.5kg cáscara +350gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M3: 250g del primer contenedor (12.5kg + 5000 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p><b>Muestreo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo no probabilístico</li> </ul>

Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EVALUAR LAS MUESTRAS DE CASCARA DE CAFÉ CON <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i>								
RESPONSABLE:								
LUGAR:	Sector de Ccochapampa							
FECHA DE INICIO:								
FECHA FINAL:								
CONTROL								
<b>Tiempo</b>	DÍA 1	DÍA 45	OBSERVACIONES:					
<b>Porcentaje de degradación</b>	0							
Dosis								
Parámetros fisicoquímicos	M0		M1		M2		M3	
	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
pH								
T °C								
Humedad (H) (%)								
Nitrógeno (N) (mg/kg)								
Fósforo (P) (mg/kg)								
Potasio (K) (mg/kg)								
Carbono (C) (%)								
Materia orgánica (%)								
Capacidad de descomposición								
Dosis	B0		B1		B2		B3	
Duración de exposición	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
Descomposición (%)								
<b>OBSERVACIONES:</b>								

Lima, de julio del 2024

## CARTA DE PRESENTACIÓN

**Señor (a):**

**Presente:**

**Asunto: Validación de instrumentos a través de juicio de expertos**

Nos es grato de comunicarnos con usted para expresarles nuestro saludo y así mismo, le mencionamos que somos estudiantes de la Universidad Cesar Vallejo, Sede Lima- Este de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, actualmente cursando el X ciclo. Que siendo requisito indispensable la validación de los instrumentos con las cuales recogemos información necesaria para desarrollar nuestra investigación.

El desarrollo de nuestro proyecto de investigación es: **Biodegradación de cáscara de café con *Phyllphaga spp* y *Eisenia foetida* para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023** y siendo impredecible contar con docentes especializados para poder aplicarlos instrumentos en mención, hemos optado de recurrir a usted ante su connotada experiencia en temas ambientales e investigación ambiental. Para este efecto adjuntamos los siguientes documentos:

- Matriz de consistencia
- Ficha de evaluación
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole nuestro sentimiento de respeto y consideración nos despedimos de usted no sin antes de agradecerle por la atención que dispense a mi petición.



.....  
Alumno: Mellado Champi, Shefer King

DNI N°:48324465

## Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cuál es el grado de biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿Cuál es la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> necesaria para la biodegradación eficiente de la cáscara de café con el fin de producir compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p>¿Cómo afectan el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Identificar la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>. Analizar cómo el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> afectan las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>Analizar la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p>	<p><b>General:</b></p> <p>La biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resultará en una descomposición eficiente de los residuos.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Existe una proporción óptima específica de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia Foetida</i> que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la adición de estos organismos.</p> <p>El tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> alteran significativamente las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café, mejorando la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023.</p> <p>La capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 influirá directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación.</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p>"Biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>"</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <p>"Producción de compost"</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Enfoque de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> </ul>	<p><b>Población</b></p> <p>50 kg de cáscara de café disponibles en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>1 kg de cáscara de café, que se dividió en porciones de igual tamaño para su análisis. Cada porción fue tratada con diferentes cantidades de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>.</p> <p>Las muestras se distribuyeron de la siguiente manera:</p> <p>M0: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 0 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M1: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 150gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M2: 250g del contenedor (12.5kg cáscara +350gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M3: 250g del primer contenedor (12.5kg + 5000 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p><b>Muestreo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo no probabilístico</li> </ul>

# VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Fiorella Vanessa Guere Salazar  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Ambiental  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Matriz de consistencia  
 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mellado Champi, Shefer King

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 11 julio de 2024.

  
CIP 131344

.....  
Firma y sello

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EVALUAR LAS MUESTRAS DE CASCARA DE CAFÉ CON <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i>								
RESPONSABLE:								
LUGAR:								
FECHA DE INICIO:								
FECHA FINAL:								
<b>CONTROL</b>								
<b>Tiempo</b>		DÍA 1		DÍA 45		OBSERVACIONES:		
<b>Porcentaje de degradación</b>		0						
<b>Dosis</b>								
<b>Parámetros físicoquímicos</b>	<b>M0</b>		<b>M1</b>		<b>M2</b>		<b>M3</b>	
	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
pH								
T °C								
Humedad (H) (%)								
Nitrógeno (N) (mg/kg)								
Fósforo (P) (mg/kg)								
Potasio (K) (mg/kg)								
Carbono (C) (%)								
Materia orgánica (%)								
<b>Capacidad de descomposición</b>								
<b>Dosis</b>	<b>B0</b>		<b>B1</b>		<b>B2</b>		<b>B3</b>	
Duración de exposición	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
Descomposición (%)								
<b>OBSERVACIONES:</b>								



# VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Fiorella Vanessa Guere
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mellado Champi, Shefer King

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Lima, 11 de julio de 2024.

CIP 131344

.....  
Firma y sello

## Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cuál es el grado de biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> necesaria para la biodegradación eficiente de la cáscara de café con el fin de producir compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p>¿Cómo afectan el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Identificar la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>. Analizar cómo el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> afectan las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>Analizar la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p>	<p><b>General:</b></p> <p>La biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resultará en una descomposición eficiente de los residuos.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Existe una proporción óptima específica de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia Foetida</i> que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en comparación con la biodegradación sin la adición de estos organismos.</p> <p>El tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> alteran significativamente las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café, mejorando la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023.</p> <p>La capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 influirá directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación.</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p>"Biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>"</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <p>"Producción de compost"</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Enfoque de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> </ul>	<p><b>Población</b></p> <p>50 kg de cáscara de café disponibles en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>1 kg de cáscara de café, que se dividió en porciones de igual tamaño para su análisis. Cada porción fue tratada con diferentes cantidades de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>.</p> <p>Las muestras se distribuyeron de la siguiente manera:</p> <p>M0: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 0 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M1: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 150gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M2: 250g del contenedor (12.5kg cáscara +350gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M3: 250g del primer contenedor (12.5kg + 5000 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p><b>Muestreo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo no probabilístico</li> </ul>

# VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Luis Fermín Holguín Aranda
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Matriz de consistencia
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mellado Champi, Shefer King

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

cumple con

90%
-----

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 11 julio de 2024.

  
**LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111111**

.....  
Firma y sello

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EVALUAR LAS MUESTRAS DE CASCARA DE CAFÉ CON <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i>								
RESPONSABLE:								
LUGAR:	Sector de Ccochapampa							
FECHA DE INICIO:								
FECHA FINAL:								
<b>CONTROL</b>								
<b>Tiempo</b>	DÍA 1	DÍA 45	OBSERVACIONES:					
<b>Porcentaje de degradación</b>	0							
<b>Dosis</b>								
<b>Parámetros físicoquímicos</b>	<b>M0</b>		<b>M1</b>		<b>M2</b>		<b>M3</b>	
	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
pH								
T °C								
Humedad (H) (%)								
Nitrógeno (N) (mg/kg)								
Fósforo (P) (mg/kg)								
Potasio (K) (mg/kg)								
Carbono (C) (%)								
Materia orgánica (%)								
<b>Capacidad de descomposición</b>								
<b>Dosis</b>	<b>B0</b>		<b>B1</b>		<b>B2</b>		<b>B3</b>	
Duración de exposición	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
Descomposición (%)								
<b>OBSERVACIONES:</b>								

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Luis Fermín Holguín Aranda
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mellado Champi, Shefer King

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

  
**LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111F11**

Lima, 11 julio de mayo de 2024.

.....  
Firma y sello

## Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cuál es el grado de biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿Cuál es la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> necesaria para la biodegradación eficiente de la cáscara de café con el fin de producir compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p> <p>¿Cómo afectan el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023?</p> <p>¿Cuál es la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Identificar la proporción óptima de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>. Analizar cómo el tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> afectan las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p> <p>Analizar la capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia fétida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost, Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023.</p>	<p><b>General:</b></p> <p>La biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa, 2023 resultará en una descomposición eficiente de los residuos.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>Existe una proporción óptima específica de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia Foetida</i> que mejora significativamente la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en comparación con la biodegradación sin la adición de estos organismos.</p> <p>El tiempo y la presencia de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> alteran significativamente las propiedades químicas en el proceso de biodegradación de la cáscara de café, mejorando la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023.</p> <p>La capacidad de descomposición de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i> en la biodegradación de la cáscara de café para la producción de compost en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa en 2023 influirá directamente en la tasa y eficacia del proceso de biodegradación.</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p>"Biodegradación de cáscara de café con <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>"</p> <p><b>Dependiente:</b></p> <p>"Producción de compost"</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Enfoque de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> </ul>	<p><b>Población</b></p> <p>50 kg de cáscara de café disponibles en la Cooperativa Cafetalera Ccochapampa.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>1 kg de cáscara de café, que se dividió en porciones de igual tamaño para su análisis. Cada porción fue tratada con diferentes cantidades de <i>Phyllphaga spp</i> y <i>Eisenia foetida</i>.</p> <p>Las muestras se distribuyeron de la siguiente manera:</p> <p>M0: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 0 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M1: 250g del contenedor (12.5kg cáscara + 150gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M2: 250g del contenedor (12.5kg cáscara +350gr. P. spp y E. foetida)</p> <p>M3: 250g del primer contenedor (12.5kg + 5000 gr. P. spp y E. foetida)</p> <p><b>Muestreo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo no probabilístico</li> </ul>

# VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Luis Johan Nuñez Gamboa
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Inspector-SUNAFIL
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing.Industrial
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Matriz de consistencia
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mellado Champi, Shefer King

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

90%

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:



**Mg. Luis Johan Nuñez  
Gamboa CIP: 144820**

.....  
Firma y sello

Lima, 11 julio de 2024.

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE OBSERVACIÓN PARA EVALUAR LAS MUESTRAS DE CASCARA DE CAFÉ CON <i>P. spp</i> y <i>E. foetida</i>								
RESPONSABLE:								
LUGAR:	Sector de Ccochapampa							
FECHA DE INICIO:								
FECHA FINAL:								
CONTROL								
<b>Tiempo</b>	DÍA 1	DÍA 45	OBSERVACIONES:					
<b>Porcentaje de degradación</b>	0							
Dosis								
Parámetros fisicoquímicos	M0		M1		M2		M3	
	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
pH								
T °C								
Humedad (H) (%)								
Nitrógeno (N) (mg/kg)								
Fósforo (P) (mg/kg)								
Potasio (K) (mg/kg)								
Carbono (C) (%)								
Materia orgánica (%)								
Capacidad de descomposición								
Dosis	B0		B1		B2		B3	
Duración de exposición	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45	Día 1	Día 45
Descomposición (%)								
<b>OBSERVACIONES:</b>								



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Luis Johan Nuñez Gamboa
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Inspector-SUNAFIL
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ing.Industrial
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de observación
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mellado Champi, Shefer King

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN



**Mg. Luis Johan Nuñez**

.....**Gamboa CIP: 144820**.....

Firma y sello

Lima, 11 de julio de 2024.

## ANEXO 7: fotografías

### 1. Preparación de compost

#### Recolección de la cascara de café



## Instalación de foto toldos





## Preparación de camas de compostaje



## Aplicación de los organismos

