



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Uso de larvas *Hermetia illucens*, en el manejo de residuos sólidos  
orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

García Gil, Patrick Paolo (orcid.org/0000-0003-1101-5454)

Pinedo Fababa, Rony (orcid.org/0000-0001-6601-1413)

**ASESOR:**

MSc. Ordoñez Sanchez, Luis Alberto (orcid.org/0000-0003-3860-4224)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y gestión de los residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO - PERÚ  
2022

## **Dedicatoria**

A mi esposa Janina y mi hija Mia Khalessy, por su sacrificio y esfuerzo, porque cada día a pesar de las circunstancias me brindaron su apoyo y confianza incondicional, por ser mi soporte desde siempre, por los buenos valores y perseverancia que me inculcaron, gracias a ellos puedo decir que cumplí una de las metas anheladas de ser una gran Ingeniero Ambiental.

A mi familia en general, amigos y docentes que de alguna u otra forma me brindaron su apoyo, por la confianza y motivación que me demuestran para seguir adelante.

***“Pinedo Fababa, Rony”***

Dedico esta investigación a mi querida madre y hermana por su sacrificio, esfuerzo económico por inculcarme valores y apoyo incondicional, También a mi hijo por ser mi soporte y mi motor para seguir adelante, gracias a ellos puedo decir que cumplí una de las metas anheladas de ser un Ingeniero Ambiental.

***“García Gil, Patrick Paolo”***

## **Agradecimiento**

A Dios por mantenerme con vida, por permitirme seguir cumpliendo mis metas y objetivos, a mis padres por sus consejos, por brindarme su confianza, por inculcarme buenos valores que me hacen una excelente persona y profesional cada día. A mis docentes que fueron parte de mi formación profesional, por brindarme sus conocimientos, por su enseñanza, su paciencia, por sus consejos y por impulsarme a seguir cumpliendo cada objetivo.

**“Pinedo Fababa, Rony”**

Agradezco a Dios, por permitirme culminar esta investigación, a mi querida madre, mi hermana, por su sacrificio económico, por impulsar mi crecimiento como persona y profesional, También a mi familia en general, amigos, docentes por brindarnos su tiempo y apoyo incondicional durante el transcurso de la investigación.

**Garcia Gil, Patrick Paolo**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5. Procedimiento .....	15
3.6. Análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS .....	25
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES .....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS .....	44
ANEXOS.....	51

## Índice de tablas

Tabla 1: Distribución de tratamiento en el experimento .....	23
Tabla 2: Características fisiológicas de la <i>Hermetia illucens</i> .....	25
Tabla 3: Características biológicas de la <i>Hermetia illucens</i> .....	26
Tabla 4: Temperatura promedio en el periodo biológico de la larva cosca soldado en diferentes tratamientos %.....	26
Tabla 5: Comportamiento del pH en diferentes tratamientos con larvas de mosca soldado .....	27
Tabla 6: Comportamiento de la humedad en diferentes tratamientos con larvas de mosca soldado.....	28
Tabla 7: Generación de compost por larvas <i>Hermetia illucens</i> .....	30
Tabla 8: Compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> .....	33
Tabla 9: Caracterización de la calidad del compost producida por <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	34

## Índice de figuras

Figura 1: Tipo de residuos sólidos orgánicos generados en los mercados.....	7
Figura 2: Diagrama de variables en el proceso de compostaje .....	8
Figura 3: Ciclo de vida de <i>Hermetia Illucens</i> .....	9
Figura 4: Diseño de una instalación de procesamiento de la <i>Hermetia Illucens</i> ...	11
Figura 5: Recolección de residuos orgánicos del mercado .....	15
Figura 6: Obtención de residuos orgánicos del mercado.....	16
Figura 7: Producción de larvas.....	16
Figura 8: Obtención de ( <i>Hermetia illucens</i> ) .....	17
Figura 9: Incubación de huevos <i>H. illucens</i> .....	18
Figura 10: Trituración de los RRSS .....	18
Figura 11: Recolección de los residuos triturados .....	19
Figura 12: Sustrato final .....	19
Figura 13: Elaboración de compostera.....	20
Figura 14: Pesado de larvas para obtener un promedio.....	20
Figura 15: Pesado de larvas para obtener un promedio.....	21
Figura 16: Pesado de larvas para obtener un promedio.....	21
Figura 17: Pesado de larvas para T2 .....	22
Figura 18: Pesado de larvas para T3 .....	22
Figura 19: Pesado de larvas para T3 .....	23
Figura 20: Temperatura promedio durante el proceso de tratamiento .....	27
Figura 21: Promedio del pH durante el proceso de tratamiento.....	28
Figura 22: Promedio de la humedad durante el proceso de tratamiento .....	29
Figura 23: Residuos orgánicos usados en los tratamientos <i>Hermetia illucens</i> .....	30
Figura 24: Peso inicial de larvas usadas en los tratamientos .....	30
Figura 25: Peso final de larvas usadas en los tratamientos.....	31
Figura 26: Cantidad de compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos .....	31
Figura 27: Residuos no descompuestos en (kg) por cada tratamiento en 20 días	32
Figura 28: Diferencia peso residuos y compost (kg) por cada tratamiento en 20 días .....	32
Figura 29: Cantidad del pH del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	35

Figura 30: Cantidad de conductividad eléctrica del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	35
Figura 31: Cantidad de materia orgánica del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos .....	36
Figura 32: Cantidad de nitrógeno del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos .....	36
Figura 33: Cantidad de fósforo del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	36
Figura 34: Cantidad de potasio del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	37
Figura 35: Cantidad de calcio del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	37
Figura 36: Cantidad de magnesio del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos .....	37
Figura 37: Cantidad de hierro del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	38
Figura 38: Cantidad de zinc del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos.....	38
Figura 39: Cantidad de manganeso del compost producido por larvas <i>Hermetia illucens</i> en los tratamientos .....	38

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo Evaluar el uso de larvas *Hermetia illucens*, en el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022. El tipo es aplicado, enfoque cuantitativo, el diseño fue cuasiexperimental. La población de 15000 larvas, muestra 15000 larvas con un muestreo censal. Los resultados de las características fisiológicas de la *Hermetia illucens*, los huevos fueron de color blanco, el peso fue de 2004 gr, 0.45 cm del largo de las larvas y 0.13 cm del ancho de la larva. Las características de los residuos sólidos durante el proceso de descomposición se tuvo una temperatura estándar de en los 4 tratamientos 28.38 °C, 7.24 de pH de los 4 tratamientos, 62.62 de humedad en base a los 4 tratamientos. Finalmente se obtuvo de 21 kilogramos de residuos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo de 2000 larvas 1.420 gr, con 5000 larvas se obtuvo 2.160 gr, con ingesta de 8000 larvas se logró 2.930 gr de compost y en el tratamiento sin larvas se obtuvo 0.850 gr de compost. Se concluyó que el uso de larvas *Hermetia illucens* fueron muy eficientes en producir compost de residuos orgánicos del mercado de la banda de Shilcayo.

**Palabras clave:** *Hermetia illucens*, residuos sólidos orgánicos, larvas.

## **Abstract**

The objective of this research was to evaluate the use of *Hermetia illucens* larvae, in the management of solid organic waste from the market, Banda de Shilcayo 2022. The type is applied, quantitative approach, the design was quasi-experimental. The population of 15,000 larvae shows 15,000 larvae with a census sampling. The results of the physiological characteristics of *Hermetia illucens*, the eggs were white, the weight was 2004 gr, 0.45 cm of the length of the larvae and 0.13 cm of the width of the larva. The characteristics of the solid waste during the decomposition process had a standard temperature of 28.38 °C in the 4 treatments, 7.24 pH of the 4 treatments, 62.62 humidity based on the 4 treatments. Finally, from 21 kilograms of organic waste from the Banda de Shilcayo market of 2,000 larvae, 1,420 gr was obtained, with 5,000 larvae 2,160 gr was obtained, with ingestion of 8,000 larvae 2,930 gr of compost was achieved and in the treatment without larvae 0,850 was obtained. grams of compost It was concluded that the use of *Hermetia illucens* larvae were very efficient in producing compost from organic waste from the Shilcayo band market.

**Keywords:** *Hermetia illucens*, organic solid waste, larvae.

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación generada a partir de residuos sólidos ha sido identificada como uno de los problemas ambientales de gran envergadura alrededor del mundo, pues a diario una persona genera más de 10kg de desechos semanales por lo cual solo una pequeña parte es reciclada y otra termina en vertederos clandestinos (Salam et al. 2022). El factor para el aumento desmedido de estos residuos es el crecimiento poblacional, esto hace que se incremente la producción de materiales u objetos para compensar las necesidades de la sociedad, es decir, aumenta la producción aumenta la contaminación (Cai et al., 2018). Otro factor es las actividades antrópicas tales como la agricultura, la ganadería, las industrias, entre tantas más que a diario usan gran cantidad de productos en determinadas actividades o rutinas, después estos frascos u objetos son desechados sin clasificación alguna, muchos de ellos están considerados como residuos peligrosos, perjudicando así al ambiente y a todo ser vivo (Beskin et al. 2018). Asimismo, los residuos sólidos son materiales, objetos sólidos o semisólidos que son manipulados o requieren ser procesados por el fabricante para no representar riesgos al ambiente y la salud (Bekker et al. 2021). El mal manejo de estos residuos es una problemática en todo nuestro país, debido al incremento poblacional y las diversas actividades que en el Perú se realiza, es necesario recalcar que también el aumento de estos residuos es que no se aprovecha adecuadamente de los residuos originados a diario, es decir, debemos transformar una dificultad en una ocasión social, económica y ecológica (Cai et al. 2018). Residuos sólidos orgánicos de mercado, son generados por los comerciantes y el público en general que asiste a un mercado, pueden ser restos de comida, frutas o vegetales en estado de descomposición, electrodomésticos en mal estado, calzado, pilas, baterías, entre otros. Que representan un riesgo para el ambiente y todo ser que entre en contacto con estos (Ma et al. 2022). Donde una de las alternativas es el manejo de la biotecnología para convertir la materia orgánica en algo aprovechable, en este caso es el tratamiento de desechos, pero a partir del uso de bichos como agente de mutación de materia orgánica de valor muy alto (Ma et al. 2022). Es así que las larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illuncens*) pertenece al orden de los dípteros, Familia Stratiomyidae. Las larvas de esta mosca pueden degradar diferentes desechos orgánicos, como estiércol, alimentos, entre otros (Lindberg et

al. 2022). Pues cuando la mosca hembra adulta cuando quiere depositar sus huevos los hace en un compostador, para que de esta manera las larvas puedan crecer, es decir son devoradoras de materia orgánica insaciables, el cual les va servir para que tengan suficiente reserva para que su ciclo de vida termine (Dzepe et al., 2021). Utilizar las larvas de mosca soldado negra, *Hermetia illucens* es una alternativa viable de alimento para peces, pues las larvas crecen rápidamente y tienen una excelente velocidad de alimentación (Sarkar et al. 2022). Además, en la región San Martín se observa a diario las malas prácticas o poca conciencia ambiental que tiene la población de acuerdo al control de residuos sólidos, pues ya sea en el domicilio, trabajo o al aire libre no se realiza la clasificación de residuos o simplemente convierten a determinado lugar, un botadero, perjudicando así a los que viven alrededor, generando la aparición de vectores, contaminando el ambiente y provocando perjuicio al paisaje urbanístico (Rodríguez, 2020). La Banda de Shilcayo cuenta con un mercado el cual carece de un método de residuos sólidos, lo cual ocasiona que los comerciantes que allí laboran se ingenien al momento de sacar sus residuos del día, muchas veces lo dejan en un determinado lugar alterando así el ambiente por la presencia de estos contaminantes (Torres, 2021). Posteriormente se formula el problema general: ¿Cuál es el uso de larvas *Hermetia illucens*, en el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022? Seguido de los problemas específicos: ¿Cuáles son las características fisiológicas, biológicas, geográficas de la *Hermetia illucens* en La Banda de Shilcayo 2022? ¿Cuáles son las características de los residuos sólidos orgánicos del mercado de La Banda de Shilcayo 2022?; ¿Cuál es el grado de degradación de los residuos sólidos orgánicos por la ingesta de *Hermetia illucens* en producción de compost?; Para ello se plantearon las justificaciones correspondientes a la investigación. Para ello la **Justificación Social**, el propósito de la investigación de brindar una alternativa eficiente y sostenible a la sociedad, a través de las larvas “*Hermetia Illucens*” como desarrolló de una tecnología en el distrito de la Banda de Shilcayo a escala de investigación, para valorizar a los residuos orgánicos, generando una alternativa a la gestión de residuos sobre la producción de compost como beneficio económico y ambiental, que soluciona al mismo tiempo varios problemas relacionados al agotamiento de recursos y al cambio climático donde se implica el desperdicio de alimento y el alto índice de

generación de residuos orgánicos en el mercado del distrito. La **Justificación Económica**, esta investigación cumplirá un rol fundamental para un futuro sostenible enfrentando el problema de la inadecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos, que daña la salud humana y al medio ambiente, y al tiempo que aumenta el desafío del cambio climático, por estas razones surge la necesidad de considerar nuevas alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de manera que puedan construir una economía circular donde los productos sean optimizados para su reutilización, reciclaje y con valor añadido al compost, de un proceso que sea amigable al ambiente y de bajo costo. La **Justificación Metodológica**, La investigación será tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, seguido de un diseño cuasiexperimental, distribuido por 4 tratamiento T1, T2, T3, T4 donde se aplicarán 3 cantidad diferentes de *Hermetia Illucens*, en descomponer a los residuos orgánicos como producto final del compost. **Justificación Ambiental**, el buen manejo de los residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo permite el reciclaje y con un valor añadido, de un proceso que sea amigable al ambiente y de bajo costo, con las larvas (*Hermetia Illucens*) que son un maravilloso organismo que cuentan con la capacidad de aprovechar residuos orgánicos y la vez generar proteína, siendo un método muy destacado para la solución de un gran problema medio ambiental causado por la generación de los residuos sólidos de mercado. Por lo tanto, también se identificó el objetivo general: Evaluar el uso de larvas *Hermetia illucens*, en el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022. Seguido de los objetivos específicos: Determinar las características fisiológicas, biológicas, geográficas de la *Hermetia illucens* en La Banda de Shilcayo 2022; Identificar las características de los residuos sólidos orgánicos del mercado de La Banda de Shilcayo 2022; Determinar el grado de degradación de los residuos sólidos orgánicos por la ingesta de *Hermetia illucens* en producción de compost; Por último, se formula la hipótesis de la investigación: El manejo de residuos sólidos orgánicos, se realizará con el uso de larvas de *Hermetia illucens*, en el mercado, Banda de Shilcayo 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Huaripata y Carrasco. (2022), evaluaron la eficiencia de la larva de mosca soldado negro (*hermetia illucens*) para aprovechar los residuos orgánicos municipales – Cajamarca. Se cultivó 20,000 larvas aproximadamente en un sustrato de 10 kg de residuo orgánico por un tiempo de 15 días en condiciones ambientales adecuadas en el sistema de crianza. Los resultados mostraron un impacto positivo de la eficacia de larva MSN al degradar los residuos orgánicos ya que de los 10 kg empleados se logró reducir el 64.3 % de estas y se logró obtener una masa prepupal (20,000 larvas) de 4.97 kg conteniendo un alto valor de proteína y grasa. concluyeron que la investigación muestra una nueva técnica de reciclaje incentivando a cultivar proteína y valorizar residuos orgánicos, solucionando el problema de la basura y su gestión. Además, Bekker et al. (2021), tuvieron como propósito caracterizar crecimiento y rendimiento metabólico de las larvas de BSF en contenidos de humedad del sustrato de 45 a 85%. Los viveros se colocaron a 26,5–28,0 C y 23–40 %HR. Después de 9 días, las larvas alcanzaron aproximadamente 0,5 mg de peso seco (PS) y fueron denominadas larvas iniciadoras. Los resultados indicaron la eficiencia de crecimiento neto general fue mayor con un contenido de humedad del 45 % (0,62) que al 75% de contenido de humedad (0,52). Se llegaron a la conclusión de que las larvas son efectivas para la disminución de residuos orgánicos. Seguido para Beskin et al. (2018), examinaron la capacidad de las larvas de mosca soldado negra para reducir compuestos olorosos asociados con los residuos animales. Fueron producidas en laboratorio condiciones en estiércol de aves, cerdos y ganado lechero a tasas de alimentación de 18,0 y 27,0 g en días alternos hasta el 40 % llegó a la etapa prepupal. Los resultados lograron identificar las emisiones volátiles del estiércol digerido por larvas de mosca soldado negra y compárelas con las que se encuentran en el estiércol no digerido. Llegando a la conclusión estos datos demuestran beneficios adicionales del uso de estas larvas como un medio rentable y respetuoso con el medio ambiente del manejo del estiércol de ganado en comparación con los métodos actuales. Al igual que Cai et al. (2018), utilizaron larvas de mosca soldado negro (BSFL) para MSStratamiento. La resistencia de las larvas a los metales pesados combinados. Y su uso potencial en la conversión de MSS fue investigado. Los resultados indicaron que siete muestras de MSS contenían grandes cantidades

de metales pesados, con los contenidos de plomo y níquel de varias muestras que excedieron la descarga nacional china estándares BSFL eran altamente tolerantes a una dieta artificial enriquecida con metales pesados combinados. Se concluye que las larvas podrían utilizarse como fuente de aceite para uso industrial. Por ello Dzepe et al. (2021), realizaron la evaluación de la influencia de las estrategias de alimentación sobre la eficacia de las larvas de BSF para reciclar desechos orgánicos en productos de valor. Los desechos de frutas y el estiércol de pollo se utilizaron como muestras de desechos orgánicos mientras que el alimento comercial para pollos se usó como control, y se procesaron durante 15 días. Los resultados indicaron que se logró una biomasa larvaria promedio de  $83,69 \pm 13,04$  g y  $82,46 \pm 08,52$  g para el continuo y discontinuo estrategias de alimentación, respectivamente, en condiciones favorables. Llegando a la conclusión Este estudio confirma la eficacia de larvas BSF para prosperar en diferentes sustratos orgánicos y muestra que la estrategia de alimentación continua puede ser mejor y mejorar una gestión sostenible de residuos orgánicos a pequeña escala. Seguidamente Ma et al. (2022), evaluaron la bioconversión de larva de mosca soldado negra a gran escala para explorar las tipologías de la materia orgánica disuelta y sus respuestas asociadas de sucesión de la comunidad bacteriana en los residuos durante el compostaje secundario. Los datos mostraron que las concentraciones de nitrógeno total y nitrógeno amónico disminuyeron un 11,8 % y un 22,6 % durante el compostaje secundario, respectivamente, mientras que la concentración de nitrógeno nítrico aumentó 18,7 veces. Se concluyó que los residuos de larvas después del compostaje secundario pueden reutilizarse como biofertilizante. También Lindberg et al. (2022), examinaron el impacto de la duración del pretratamiento con enzimas en la eficacia de las etapas en el compostaje BSFL de desechos de lechuga y repollo pretratados con enzimas durante 0 a 4 días. Los resultados mostraron que los sólidos totales (TS) en las larvas disminuyeron con un pretratamiento enzimático más prolongado. Concluyendo que la adición directa de enzimas mejoró la eficiencia de conversión de biomasa vegetal en un 22 % y un pretratamiento más largo dio una mayor degradación microbiana del sustrato. Igualmente, Salam et al. (2022), investigaron las interacciones entre los desechos municipales y orgánicos con la ayuda de Larva de mosca soldado negra como medio de cultivo para el cultivo de sustrato al comparar los parámetros

fisicoquímicos de los desechos antes y después del tratamiento con esta larva de desechos municipales y orgánicos. Los resultados del estudio revelaron que puede optimizar la calidad y promover la degradación de los desechos orgánicos, aunque no puede degradar directamente los desechos sólidos municipales, puede reducir los desechos sólidos municipales al degradar eficientemente los desechos orgánicos. Se concluyó que la evaluación de condiciones ambientales sobre el crecimiento de larva mosca soldado negra es eficiente en el manejo de residuos. Posteriormente, Sarkar et al (2022), evaluaron una nueva tecnología basada en la larva de mosca soldado negra para auto segregar y tratar la fracción biodegradable de los Residuos Sólidos Municipales Mezclados. Se realizaron varios experimentos de alimentación de larva de mosca soldado negra en cinco composiciones de Residuos Sólidos Municipales Mezclados diferentes a varias temperaturas y condiciones de humedad relativa. La larva de mosca soldado negra podría consumir selectivamente la fracción biodegradable del Residuos Sólidos Municipales Mezclados para convertirla en su masa corporal y separarse del resto de los desechos, que consistían principalmente en fracciones de desechos inertes y reciclables que pueden tratarse posteriormente utilizando la tecnología de tratamiento de desechos adecuada. Los experimentos por lotes en el laboratorio demostraron que la larva de mosca soldado negra podría ser prometedor para el tratamiento de Residuos Sólidos Municipales Mezclados. Concluyendo así que las larvas de mosca soldado negra suelen consumir selectivamente la fracción orgánica de los RSU mezclados.

Seguidamente se plantearon las bases teóricas relacionadas al tema de investigación: para ellos los residuos sólidos orgánicos, todos son desechos naturales que pueden ir a la basura. Algunos de ellos son: cáscaras de frutas o vegetales, sobras, cáscaras de huevo, filtros de café y té, estiércol animal, productos lácteos (sin envase), huesos, semillas, y hojas muertas. (Gold et al., 2019).



*Figura 1: Tipo de residuos sólidos orgánicos generados en los mercados*

El compostaje se conoce al proceso biológico de descomposición de la materia orgánica a través de la acción de los microorganismos del aire con un incremento controlado de la temperatura para producir un abono orgánico conocido como compostaje. Las diversas etapas del proceso de compostaje se dividen por temperatura (Mertenat et al., 2019). Donde se tuvo la fase mesófila, este es el comienzo del proceso de compostaje, que comienza con un incremento de la temperatura ambiente a 45 °C, y esta ampliación de temperatura se debe a los microorganismos termófilos, que usan fuentes de N y C para propagar calor. La degradación de los solubles compuestos, como los azúcares, da como resultados ácidos orgánicos y, por ello, reduce el pH a alrededor de 4,0 o 4,5. Esta etapa dura de dos a ocho días (Sarkar et al., 2022). Asimismo, la fase termófila o de higienización. Es decir, luego de alcanzar temperaturas superiores a los 45°C, se observa un incremento de 70°C de temperatura, ya que los microorganismos termófilos facilitan la descomposición de las fuentes de carbono, como la lignina y la celulosa, estos microorganismos convierten el nitrógeno en amonio y éste se convierte en el Hidrógeno base es alcalino (Sarkar et al., 2022). También la fase de enfriamiento Es decir cuando la temperatura desciende hasta los 40-45 °C. Durante este período aparecen hongos termófilos visibles, vuelven a activarse y el pH baja ligeramente, aunque el pH total restante es alcalino. Esta etapa de enfriamiento puede durar días y confundirse como maduración (Sarkar et al., 2022). Igualmente, la fase de maduración esta es la etapa que a temperatura ambiente requiere varios meses, proteger los residuos de la lluvia y generar reacciones secundarias que condensan y polimerizan compuestos de carbono para formar ácidos húmicos y

fúlvicos” (Sarkar et al. 2022). La Figura 1 ilustra mejor las diversas etapas del proceso de compostaje y el vínculo entre el pH, la temperatura y el oxígeno durante el proceso.

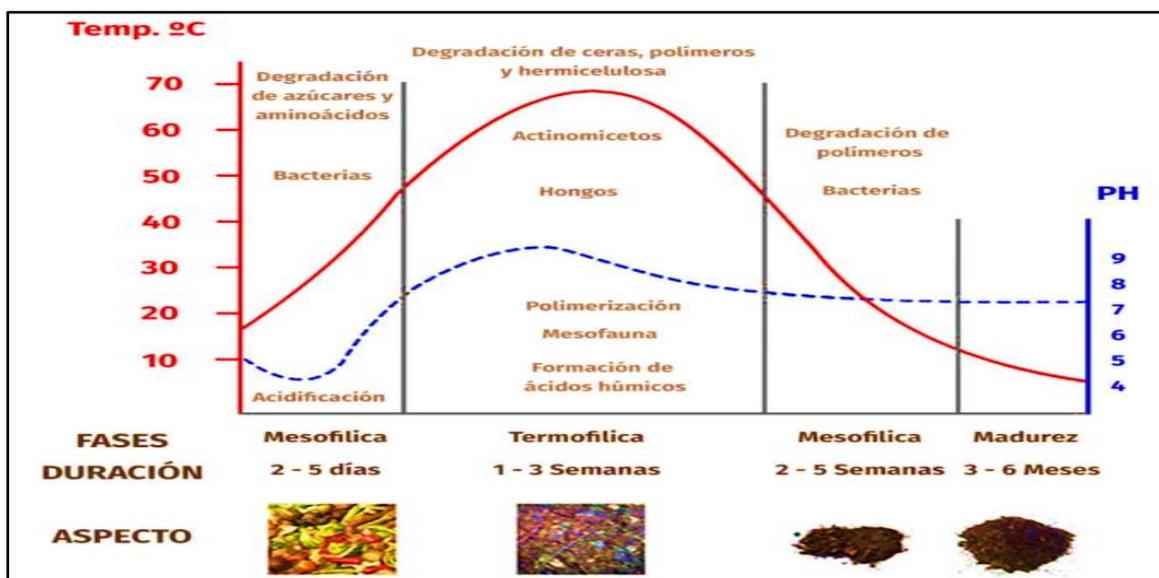


Figura 2: Diagrama de variables en el proceso de compostaje

Los residuos orgánicos tienen un alto impacto ambiental, contaminando potencialmente en el suelo, la atmósfera y el agua (superficial y subsuelo). Esto se debe al contenido alto de materia orgánica inmadura e inestable. También hay elementos metálicos, compuestos orgánicos corrosivos, metales pesados, fitotoxinas y patógenos de plantas y animales que, entre otras cosas, provocan una contaminación severa (Lindberg et al., 2022). La mosca soldado negra es una especie de díptero braquícero de la familia Stratiomyidae originaria de las Américas, pero se ha expandido al sur de Europa, Asia y África y las islas del Pacífico. La forma de un adulto se parece a una abeja, pero no tiene aguijón (Liu et al., 2018). Asimismo, se dice que la *Hermetia illucens*, comúnmente conocida como mosca soldado negra, es una especie díptero de la familia Stratiomyidae, género *Hermetia*. La reproducción es por desove, y la reproducción es un pseudo-huevo, formando filas de huevos en un ambiente parcialmente cerrado. Sus huevos son cilíndricos, de aproximadamente un milímetro de largo. Cuando nacen las larvas, es de color crema y, a medida que crece, cambia de color a amarillo, y finalmente se vuelve marrón (Shelomi, 2020) El **ciclo Biológico**, Según Singh y Kanchan (2019) la mosca soldado negra consta de 5 etapas de vida: Huevos, Larvas, Pupas, Prepupas y adultos (mosca). En estas etapas, la eclosión de huevos y de adultos

son más cortas y la etapa larval y pupal son las más largas y las que contribuyen al máximo al ciclo de vida, al tener una vida útil pero muy corta, las hembras de la mosca soldado negro producen una gran cantidad de huevos. Tras el apareamiento las hembras depositan alrededor de 600 huevos en grietas o hendiduras cerca de materia orgánica en descomposición. Cada huevo con forma de ovalo mide aproximadamente 1mm de longitud, su coloración varia de blanco a amarillo pálido o crema, emergiendo larvas de primer estadio en aproximadamente cuatro días a 24 °C.

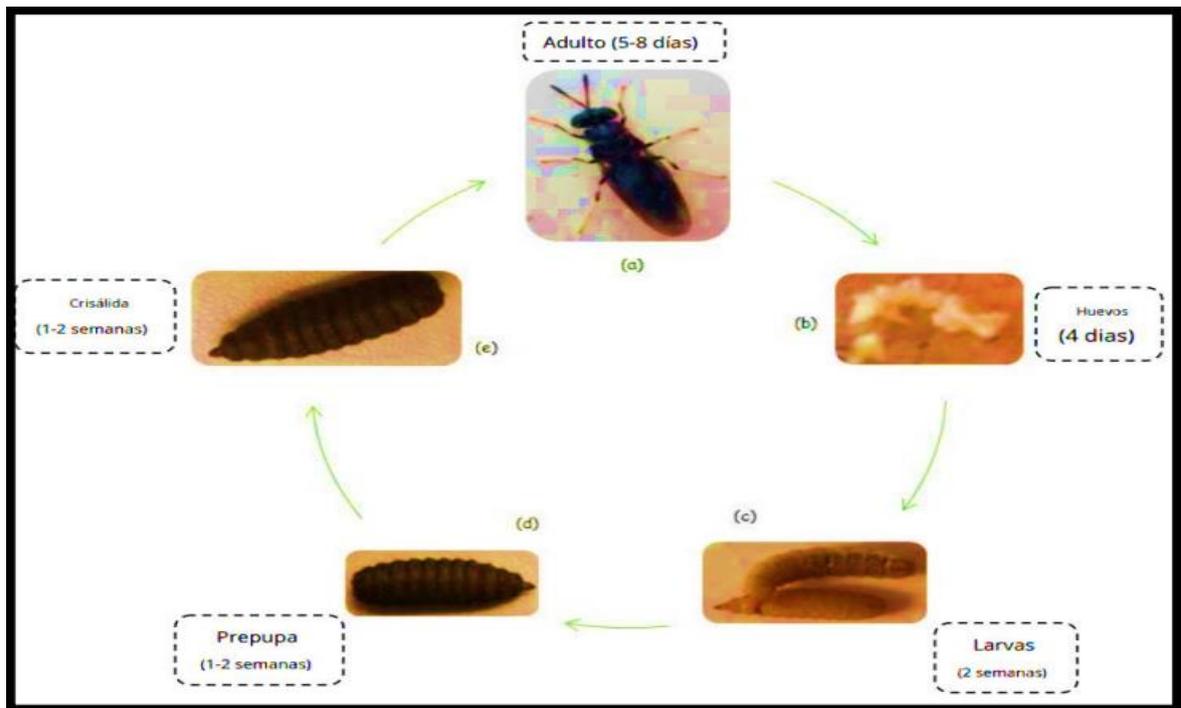


Figura 3: Ciclo de vida de *Hermetia Illucens*

El huevo comienza un ciclo de vida de la mosca soldado negro y al mismo tiempo marca el final de la etapa de vida anterior, una mosca que ponen un racimo de huevos (también llamado ovoposición) (Cai et al., 2018). La mosca hembra pone un paquete de 400 a 800 huevos cerca de la materia orgánica en descomposición, en cavidades pequeñas, secas y protegidas. Poco después de haber puesto los huevos, la hembra muere (Dzepe et al., 2021). Las larvas pueden alcanzar 27 mm de largo y 6mm de ancho. Son de un color blanquecino opaco con una pequeña cabeza saliente que contiene piezas bucales masticadoras. Se desarrollan en aproximadamente 14 días (Gold et al., 2018). Las larvas durante su desarrollo se alimentan insaciablemente de alimentos en descomposición. Como adultos, no

necesitan alimentarse y dependen de las grasas almacenadas desde la etapa larvaria (Dzepe et al., 2021). La etapa larval es la vida útil también es muy corta en condiciones adecuadas, cuando las condiciones ambientales son favorables su actividad se ralentiza y su ciclo de vida se puede extender de 6 a 7 semanas, en diversos estudios informan que la baja temperatura y disponibilidad de alimentos, estas pueden extender su ciclo en 4 meses. El desarrollo de estas y su evolución dependen de la calidad de los alimentos (Liu et al., 2020). En la etapa Prepupa al crecer las larvas aumentan los segmentos tomando forma aplasta, el tegumento se oscurece pasando por crema, rojizo y llegando a plomo negruzco con la cauda más ancha y cabeza puntiaguda, denominado prepupa, durante su desarrollo mudan seis veces de piel, las mandíbulas se modifican a forma de gancho para excavar (Copello, 2019). Estas larvas pueden tener hasta aproximadamente 27 mm de longitud y 6 mm de ancho. Tienen un color blanco pálido con una pequeña cabeza negra que contiene piezas bucales. Las pupas (crisálida) las pupas son de color negruzco y son idénticas a las prepupas y conserva la última piel del último instar de la misma, se le reconoce por la inmovilidad, después de aproximadamente dos semanas en estado de pupa sale el insecto perfecto o imago (mosca soldado negra) (Lopes et al., 2022). La mosca adulta no suele ser fuertes o muy activas, generalmente pasan el día descansando sobre la vegetación y aparearse es su único fin en este estadio, puesto que no se alimentan, a excepción del consumo de agua, y adquieren la nutrición necesaria para la reproducción durante el desarrollo larval (Sarkar et al., 2022). Las hembras adultas solo se aparean una vez en su vida, por lo que ocurre un único evento de ovoposición, este proceso sucede por lo regular 2 días después de la eclosión y a los 4 días aproximadamente ocurre la ovoposición, este suele darse a temperaturas de 26 °C y los huevos habitualmente son depositados en grietas en lugares secos que están cerca de los residuos en descomposición (Silva et al., 2019). Condiciones de Desarrollo, las condiciones ambientales son determinantes para una adecuada reproducción, se sabe que existe todo un sistema de cortejo y apareamiento que debe ser tomado en cuenta, tanto para el desarrollo y evolución de la mosca soldado negra (Singh et al., 2021). La humedad relativa es uno de los aspectos más importantes en el desarrollo óptimo de las larvas, de este aspecto depende el crecimiento y la supervivencia debido a que la presencia de un contenido excesivo de humeado puede dificultar la

velocidad de descomposición y además el residuo final puede ir acompañado de material grueso y aglomerado (sustrato de residuo orgánico en descomposición) lo que causa dificultad en el procesamiento posterior del cultivo y por ende para evitar dichos problemas es necesario el control adecuado de este parámetro (Ma et al., 2022). Una humedad de 40 y 60 % la eficiencia de supervivencia de la mosca alimentada por residuos orgánicos (Ma et al., 2022). La temperatura, es otro de los factores fundamentales que hay que tener en cuenta debido que la mosca soldado negra (*Hermetia Illucens*) se desarrolla en un amplio rango de temperatura de 21 a 30° C, siendo su temperatura optima de 27° C convirtiéndolas en especies euritermas, permitiéndoles metabolizar diferentes nutrientes de los residuos. Las temperaturas mínima y máxima se denominan umbrales de desarrollo y su metabolismo se ralentiza o se detiene cuando las larvas se enfrentan a entornos ambientales más allá de dichos umbrales (Bekker et al., 2021). El pH es otra variable que no se puede descuidar ya que afecta la actividad y el rendimiento del crecimiento de estos microorganismos. El efecto de lixiviados orgánicos descubrieron que las larvas de la mosca soldado negra podían regular un pH de hasta 9 de los lixiviados orgánicos líquidos. Teniendo en cuenta muchos estudios, las larvas crecen y se desarrollan en un sustrato de pH básico de 8 a 10, o neutro, teniendo mayor eficiencia, que en sustratos muy ácidos donde casi no regulan el pH (Cai et al., 2018).

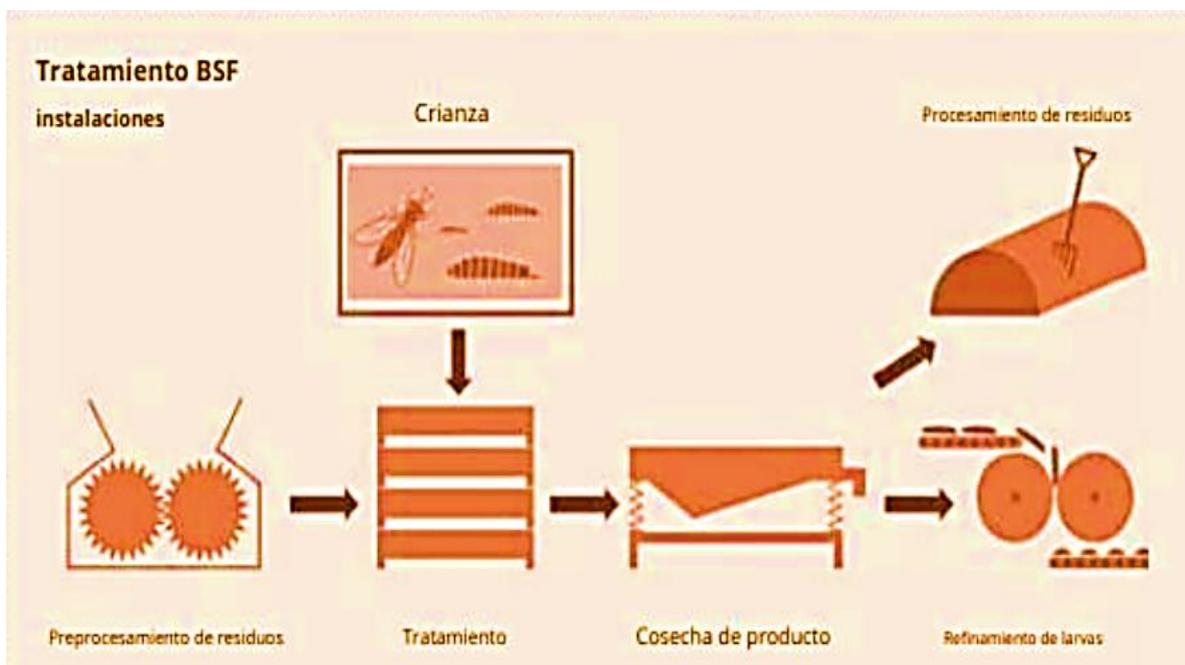


Figura 4: Diseño de una instalación de procesamiento de la *Hermetia Illucens*

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** El tipo de investigación que se realizó fue aplicada pues este es un “método de recopilación de datos, principalmente en el contexto de la investigación científica. Puede probar hipótesis predefinidas en la investigación basada en la compilación de datos. Usa instrumentos de análisis estadístico y matemático para referir, exponer y pronosticar fenómenos usando datos numéricos de la investigación” (Hernández et al. 2014).

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que los resultados obtenidos tienen una aplicación inmediata a la solución del problema, además este enfoque usa la recolección de datos para dar respuesta a probar una hipótesis establecida, para ello se basa en mediciones y análisis estadísticos.

**Diseño de Investigación:** El diseño de investigación fue cuasiexperimental, es un plan de trabajo con el que se pretende estudiar el impacto de los tratamientos y/o los procesos de cambio en situaciones donde los sujetos o unidades de observación no han sido asignados de acuerdo con un criterio aleatorio (Hernández et al. 2014).

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Larvas *Hermetia illucens*

**Definición conceptual:** Las larvas de la mosca soldado negra (BSF, por sus siglas en inglés) son un formidable consumidor de residuos animales/vegetales, convirtiendo del 12 al 25 % de la biomasa sólida en larvas, que se pueden cosechar y utilizar como proteína de alimentación (Lalander et al., 2020).

**Definición operacional:** Se realizó la aplicación de la larva de la mosca soldado negra para la reducción de residuos sólidos orgánicos de mercado y su posterior uso en alimento para peces.

**Dimensión:** Evolución biológica de las larvas *Hermetia illucens* en la degradación de la materia orgánica; Características fisiológicas de la mosca soldado negra

**Indicadores:** Tamaño (Cm), peso (Kg); Huevo, larva, pupa y adulto.

**Escala de medición:** Nominal y razón.

**Variable dependiente:** Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.

**Definición conceptual:** Se refiere a controlar la recolección, el transporte, el procesamiento, el reciclaje o la eliminación de materiales producidos por la actividad humana, reduciendo así su impacto en el ambiente y la salud” (Silva et al., 2019).

**Definición operacional:** Se realizó este tratamiento para la reducción de contaminantes al ambiente generado por los residuos sólidos orgánicos en el mercado del distrito de la Banda de Shilcayo.

**Dimensión:** Característica de los residuos sólidos orgánicos; Porcentaje de degradación de la masa de los residuos orgánicos.

**Indicadores:** Evaluaciones quincenales, peso, olor, color, pH y temperatura; % peso en kg

**Escala de medición:** Razón y razón

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** La población estuvo conformada por 15000 larvas de mosca soldado negra.

- **Criterios de inclusión.** Los residuos orgánicos considerados serán todos los generados dentro del mercado de la banda de Shilcayo.
- **Criterio de exclusión.** No se tomarán en cuenta los residuos orgánicos que serán generados fuera del mercado de la banda de Shilcayo.

**Muestra:** Estará conformada por 15000 larvas en 4 tratamientos de 07 kg de residuos sólidos orgánicos por cada compostera en base al tratamiento.

**Muestreo:** El muestreo será censal, pues se seleccionó el 100% de la población, toda la población será considerada como muestra (Ramírez et al. 1997)

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

#### Técnicas de recolección de datos

Las técnicas que utilizamos en la obtención y procesamiento de datos del proyecto de investigación serán las siguientes:

**Observación:** Esta es una técnica que consiste en observar a las personas en una situación particular. Cuando el diseñador necesita actuar como público y participar activamente en el desarrollo del estudio (Rodríguez, 2021).

**Análisis documental:** Se basa en el análisis documental operativo intelectual que da como resultado subproductos o documentos secundarios que actúan como herramientas de búsqueda intermedia o esencial entre el documento original y el usuario que solicita la información (Valdivia, 2020).

#### Instrumento de recolección de datos

De acuerdo a los instrumentos que se utilizaron en la recolección de datos del proyecto de investigación son los siguientes:

**Observación directa:** Se registraron los datos de las características del ciclo de vida de las larvas, tamaño y peso. además, es una herramienta que le permite recopilar datos en orden, concreto y práctico para derivar un análisis de una situación o problema particular (Ortiz, 2004).

**Ficha de recolección de datos:** Se registraron los datos de la evolución biológica de la *Hermetia illucens* y descomposición de los residuos orgánicos por ingesta de las larvas durante el tratamiento de los residuos sólidos. Además, se registraron el porcentaje en peso de compost. Se considera una herramienta para registrar la información más relevante e importante que se encuentra en el proceso de práctica del uso de larva de mosca soldado negra para el manejo de residuos sólidos orgánicos (Torres, 2020).

**Validez de instrumentos:** Para la autenticidad de los instrumentos del estudio fueron validados por profesionales especializados en el tema, mediante una ficha de validación de instrumentos aprobados por el Dr. Andi Lozano Chung, docente de la universidad nacional de San Martín, Dr. Juan Luis Ruiz Aguilar, docente de la universidad César Vallejo y la Blg. Luz

Margarita Colichón Carranza jefe de epidemiología del hospital de El Dorado.

La validez es la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma relevante y adecuada el rasgo para dicha medición ha sido diseñado. Es decir, que mide la característica o evento, para el cual fue diseñado y no otra similar” (Barrera, 2012).

### 3.5. Procedimiento

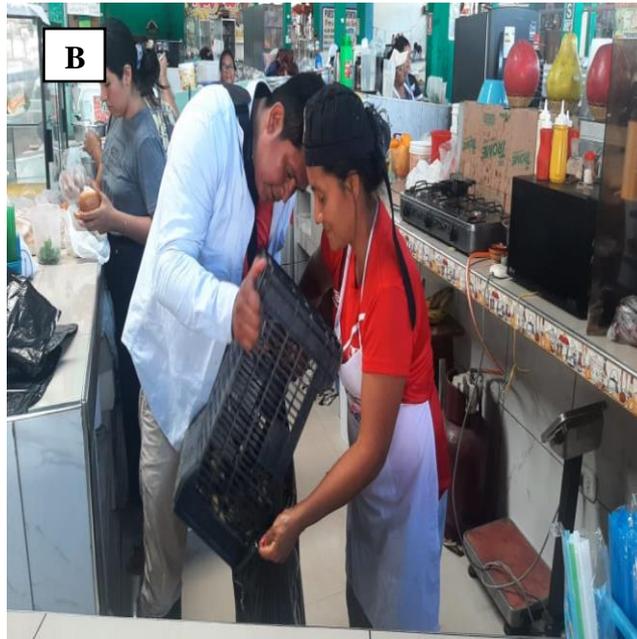
El procedimiento de este proyecto estuvo basado en varias etapas y será denominado, Uso de larvas de mosca soldado negra para el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo, San Martín, 2022. Demostrada así:

#### **Clasificación de los residuos orgánicos**

Para los experimentos se utilizaron residuos sólidos orgánicos colectados en el mercado del distrito de la Banda de Shilcayo. Las colectas realizadas fueron netamente de residuos orgánicos sin triturar con un peso aproximado de 120 kg. Se mezclaron hasta lograr cierta homogeneidad para luego poner al aire libre para la recolección de larvas (figura 5, 6).



*Figura 5: Recolección de residuos orgánicos del mercado*



*Figura 6: Obtención de residuos orgánicos del mercado*

#### **Obtención de las moscas soldado negro para el estudio.**

Se seleccionó una población de mosca (*Hermetia illucens*), atraída del ecosistema natural y mantenida en una jaula de 200 x 100 x 30 cm, se puso manta plástica para no perder humedad, luego colocamos al aire libre bajo techo para atraer a las moscas (*Hermetia illucens*), para obtener los huevos para luego separar y luego llevarlas a otro ambiente para la producción de moscas (figura 7).



*Figura 7: Producción de larvas*

### **Obtención de (*Hermetia illucens*).**

Se seleccionó una población de larvas (*Hermetia illucens*), atraída del ecosistema natural y mantenida en una jaula de 80 x 60 x 50 cm, cubiertas con malla nylon de color blanco. La jaula se colocó encima de una mesa 0,80 m de altura, bajo techo, se colocó algunos recipientes de plástico de polietileno blanco donde estuvieron las larvas en su estadio final para su pronta eclosión y convertirse en mosca, donde para obtener los huevos pusimos pequeñas maderas de medidas 20 x 5 x 0.5 cm (figura 8).



*Figura 8: Obtención de (*Hermetia illucens*)*

### **Separación de huevos para su eclosión.**

Los huevos eclosionados permanecieron en la prealimentación durante 5 días. Las larvas jóvenes (de 5 días de edad) se recolectaron y contaron manualmente, se llevaron y mantuvieron en un recipiente con desechos recolectados en el mercado de la Banda de Shilcayo, como materia prima fueron carbohidratos y proteína a base de torta de sachu inchi, previa a una temperatura predominante de 29,5 a 33,8 °C y una humedad relativa de 50 a 65 % (figura 9).



*Figura 9: Incubación de huevos H. illucens*

### **Trituración de los residuos orgánicos.**

Para la trituración de los residuos orgánicos llevamos al local de segregación de RRSS, propiedad de la Municipalidad distrital de la Banda de Shilcayo”, Donde coordinamos con el Técnico Ítalo Córdova encargado de Segregación de los RRS. Brindando su apoyo para para poner en funcionamiento de la máquina de trituración (figura 10, 11, 12).



*Figura 10: Trituración de los RRSS*



*Figura 11: Recolección de los residuos triturados*



*Figura 12: Sustrato final*

### **Elaboración de compostera.**

Para elaborar la compostera recolectamos 4 cajas de triplay con las medidas 125 x 75 x 40 cm, donde en cada caja están distribuidos en 3 ambientes para sus respectivas repeticiones por cada tratamiento (figura 13).



*Figura 13: Elaboración de compostera*

## **ETAPA 1: GABINETE INICIAL**

### **Pesado de larvas para determinar promedio**

En este procedimiento pesamos 10 unidades de larvas, hicimos 3 pesados y sacamos un promedio donde fue de 0.033 g, después pesamos las larvas para cada tratamiento para saber la cantidad que tenemos que inocular. (figura 14, 15, 16).



*Figura 14: Pesado de larvas para obtener un promedio*



*Figura 15: Pesado de larvas para obtener un promedio*



*Figura 16: Pesado de larvas para obtener un promedio*

### **Pesado de larvas para cada tratamiento**

Pesamos las larvas para cada tratamiento y sus repeticiones para saber la cantidad en gramos que tenemos que inocular (figura 17, 18, 19).



*Figura 17: Pesado de larvas para T2*



*Figura 18: Pesado de larvas para T3*



Figura 19: Pesado de larvas para T4

### 3.6. Análisis de datos

Los datos antes de ser analizados estadísticamente fueron validados pruebas de Shapiro Wilk para determinar la normalidad y homocedasticidad. Para comprobar la interacción de los factores; los datos ingresaron por el análisis de varianza y sometido a pruebas de Tukey con una probabilidad de error al 5 %. La data se analizó utilizando el programa R ver. 4.0.2. El estudio de investigación estuvo constituido por cuatro tratamientos con tres repeticiones por cada tratamiento.

Tabla 1: Distribución de tratamiento en el experimento

Tratamiento	Residuos orgánicos (kg)	Larvas de <i>H. illucens</i>
T <sub>1</sub>	7	Sin <i>H. illucens</i>
T <sub>2</sub>	7	2000
T <sub>3</sub>	7	5000
T <sub>4</sub>	7	8000

### **3.7. Aspectos éticos**

En el lado ético, la información para la investigación proviene de fuentes confiables con respeto de los derechos de la propiedad intelectual de los autores. El perfil de la tesis se elabora en base a la recomendación de la Universidad Cesar Vallejo, de acuerdo al decreto de la vicerrectoría de investigación N°-110 sobre la elaboración de la tesis. El formato de investigación es Universitario. Norma internacional ISO 690 para referencia de documentos.

#### IV. RESULTADOS

De las investigaciones efectuadas, se obtuvieron los siguientes resultados

##### **Características fisiológicas, biológicas de la *Hermetia illucens* en La Banda de Shilcayo.**

4.1. Las características fisiológicas de la *Hermetia illucens* en el distrito de la Banda de Shilcayo, son: en la etapa de huevo el color fue blanco, con 2.004 gr peso para 15000 huevos. posterior a la etapa larvaria tuvo un color blanco, con 0.45 cm un promedio del largo de las larvas utilizadas, 0.13 cm un promedio estándar del ancho por larva concerniente a las 15000 larvas usadas. Finalmente, en etapa prepupa tuvo un color marrón claro, con 1.78 cm en promedio en largo en estado prepupa y 0.19 cm del ancho, promedios en base a las 15000 larvas usadas en los tratamientos en la descomposición de los residuos sólidos del mercado de la Banda de Shilcayo (tabla 2)

*Tabla 2: Características fisiológicas de la Hermetia illucens*

Unidad larvaria	Huevo		Etapa larvaria a 5 días de la eclosión (15000)			Etapa larvaria a 11 días de la eclosión		
	Color (15000)	Peso (gr) 15000	Color	Largo (cm)	Ancho (cm)	Color	Largo (cm)	Ancho (cm)
1	Blanco	2.004	Blanco	0.5	0.10	Marrón claro	1.8	0.18
2			Blanco	0.4	0.15	Marrón claro	1.7	0.21
3			Blanco	0.4	0.12	Marrón claro	1.7	0.17
4			Blanco	0.5	0.14	Marrón claro	1.9	0.19
Promedio				0.45	0.13		1.78	0.19

4.2. Las características biológicas de la *Hermetia illucens* en el distrito de la banda de Shilcayo de 15000 larvas usadas en la etapa de pupa a 20 días de la eclosión tuvo un color negro, 2.08 cm en promedio sobre el largo en estado pupa y 0.22 cm del ancho. En la etapa adulto el tamaño de la mosca fue 1.9 cm a un periodo de 25

días, con 2.33 cm sobre el ancho de las alas y 1.93 cm del largo de las alas de la *Hermetia illucens* (tabla 3).

*Tabla 3: Características biológicas de la Hermetia illucens*

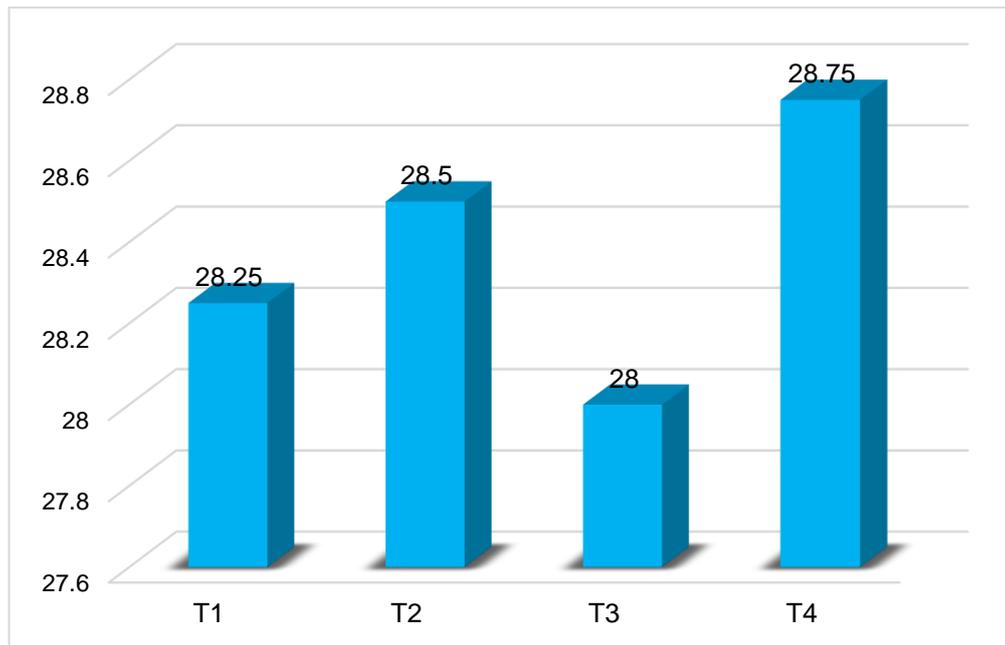
Unidad larvaria	Pupa a 20 días de la eclosión			Adulto a 25 días de la eclosión		
	Color	Largo (cm)	Ancho (cm)	Tamaño (cm)	Ancho de alas (cm)	Largo de alas (cm)
1	Negro	1.9	0.22	1.7	2.2	1.9
2	Negro	2.1	0.23	1.9	2.3	2.1
3	Negro	2.2	0.22	2.1	2.5	1.8
4	Negro	2.1	0.22	1.9	2.3	1.9
Promedio		2.08	0.22	1.9	2.33	1.93

### **Características de los residuos sólidos orgánicos del mercado de La Banda de Shilcayo.**

4.3. La temperatura promedio en las composteras es de 28.25 °C, la cual varió entre 26.5 °C y 31 °C en el tratamiento sin larvas; Por otro lado, en el tratamiento con 2000 larvas, la temperatura al interior de las composteras aumentó 28.5 °C, variando entre 27 °C y 32 °C. Sin embargo, en el tratamiento con 5.000 larvas, la temperatura en las composteras vuelve a descender a 28 °C, con variaciones de 27 a 31 °C. Posteriormente, en el tratamiento con 8.000 larvas se incrementó la temperatura al interior de las composteras siendo 28.75 °C en un rango de 27.5 a 31 °C. (tabla 4).

*Tabla 4: Temperatura promedio en el periodo biológico de la larva cosca soldado en diferentes tratamientos %*

Periodo biológico de la larva (días)	Temperatura en los tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
5	27	28	26	27.5
8	26.5	29	28	29
11	28	27	27	28
14	31	32	31	31
17	29	28	29	29
20	28	27	27	28
Promedio	28.25	28.5	28	28.75

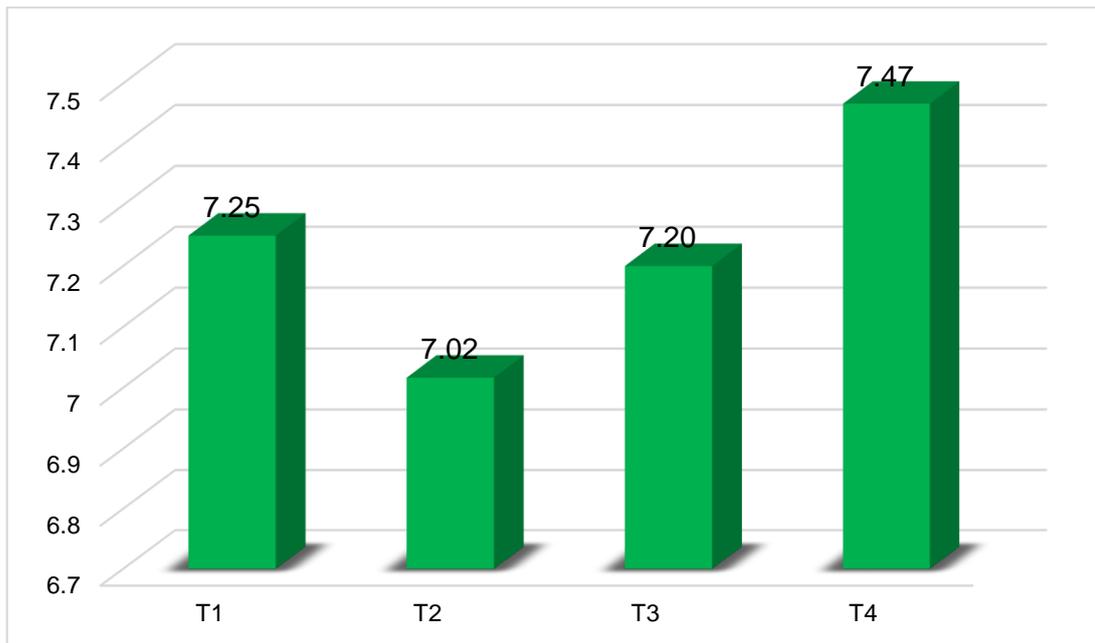


*Figura 20: Temperatura promedio durante el proceso de tratamiento*

4.3. El pH promedio en las composteras es de 7.25, la cual varió entre 6.9 y 7.4 en el tratamiento sin larvas; Por otro lado, en el tratamiento con 2000 larvas, el pH al interior de las composteras descendió a 7.02, variando entre 6.8 y 7.4. Sin embargo, en el tratamiento con 5.000 larvas, el pH en las composteras vuelve aumentar a 7.20, con variaciones de 6.9 a 7.4. Posteriormente, en el tratamiento con 8.000 larvas se incrementó el pH al interior de las composteras siendo 7.47 en un rango de 7.1 a 7.8 considerando un pH neutro (tabla 5).

*Tabla 5: Comportamiento del pH en diferentes tratamientos con larvas de mosca soldado*

Tiempo de evaluaciones	pH en los tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
5	6.9	7	6.9	7.1
8	7.2	7.4	7.1	7.4
11	7.3	6.9	7.3	7.8
14	7.3	6.9	7.3	7.4
17	7.4	6.8	7.2	7.5
20	7.4	7.1	7.4	7.6
Promedio	7.25	7.02	7.20	7.47



*Figura 21: Promedio del pH durante el proceso de tratamiento*

4.4. La humedad promedio en las composteras es de 58.75 %, la cual varió entre 36 y 73.5 % en el tratamiento sin larvas; En cambio, en el tratamiento con 2000 larvas, la humedad dentro de las composteras disminuyó a 57.67 %, variando entre 29 y 73 %. Sin embargo, en el tratamiento con 5000 larvas, la humedad en las composteras aumentó nuevamente a 67.83 %, con variaciones de 62 a 74 %. Posteriormente, en el tratamiento con 8000 larvas, la humedad al interior de las composteras aumentó de 66.25 % en un rango de 52 a 72,5 % considerando la humedad adecuada en la adecuación de las larvas (tabla 5).

*Tabla 6: Comportamiento de la humedad en diferentes tratamientos con larvas de mosca soldado*

Tiempo de evaluaciones	Humedad en los tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
5	73	72	74	72.5
8	73.5	71	72	71
11	72	73	73	72
14	50	59	62	68
17	48	42	64	62
20	36	29	62	52
Promedio	58.75	57.67	67.83	66.25

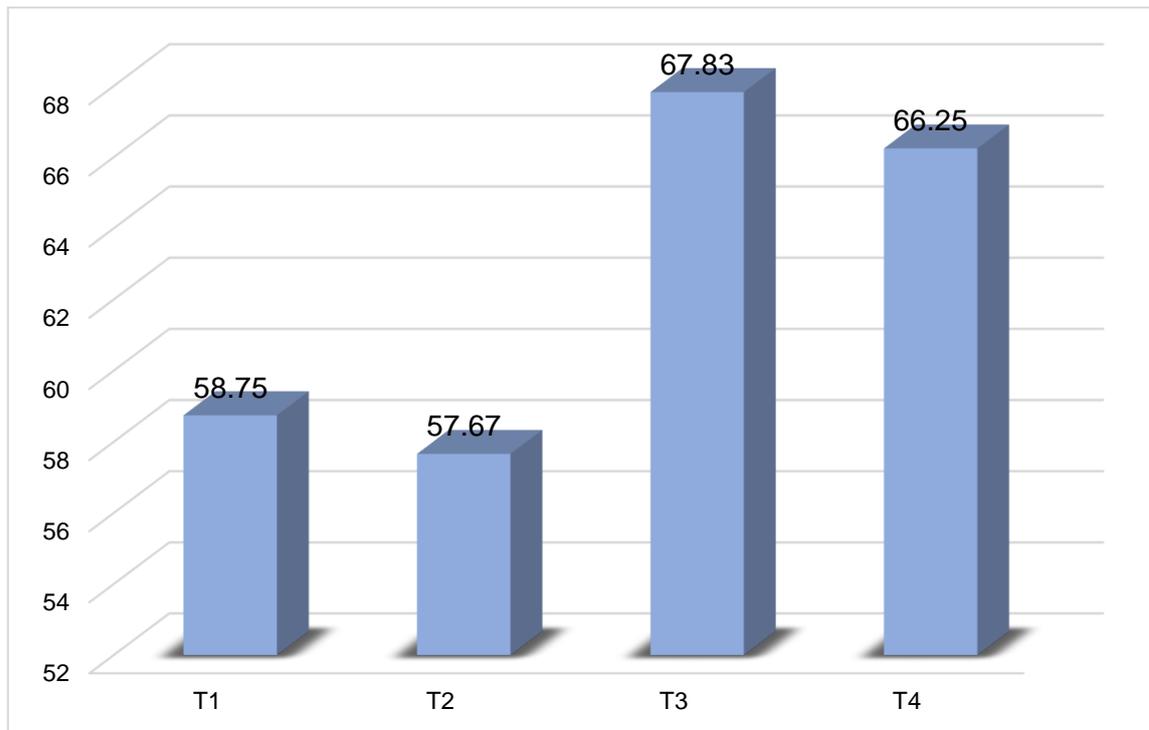


Figura 22: Promedio de la humedad durante el proceso de tratamiento

### Degradación de los residuos sólidos orgánicos por la ingesta de *Hermetia illucens* en producción de compost

4.5. La masa utilizada de residuos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo usado con larvas de *Hermetia illucens* de determino midiéndolo por kilogramos, siendo 28 kg para los 4 tratamientos, distribuidos en base a 7 kg cada compostera. En el proceso inicial se utilizaron un total de 52,08 gr de larvas, las cuales se distribuyeron en T2: 6,94 gr, T3: 17,36 gr y T4: 27,78 gr. Luego se obtuvo un peso final de 1893.2 gr de las larvas en estado de prepupa, distribuidos en T2: 369.7 gr, T3: 663.3g y T4: 860.2 gr. Posteriormente se obtuvo 1.420 gr compost por 2.000 larvas. Con 5.000 larvas, 2.160 gr. Con 8000 larvas 2.930 gramos de compost y en el tratamiento sin larvas se obtuvo 0.850 gramos de compost por debajo de los tratamientos con larvas. Los residuos no descompuestos por las larvas y el testigo fueron un total de 5,86 kg. La diferencia en el peso inicial y final de las larvas fue de 1.841 kg. Al final, hubo un peso de la diferencia entre el peso de los residuos y el compost siendo 14.78 (tabla 7, figuras 23-26)

Tabla 7: Generación de compost por larvas *Hermetia illucens*

Tratamientos	Peso de residuos orgánicos (kg)	Peso inicial de larvas (gr)	Peso en prepupa final (gr)	Peso compost (kg)	Residuos no descompuestos(kg)	Diferencia peso larvas (gr)	Diferencia peso residuos y compost (kg)
T1 0 larvas	7	0	0	0.85	3.21	0.00	2.94
T2: 2000 larvas	7	6.94	370	1.42	1.25	363	4.33
T3: 5000 larvas	7	17.36	663	2.16	0.90	646	3.94
T4: 8000 larvas	7	27.78	860	2.93	0.50	832	3.57
Total	28	52.08	1893	7.36	5.86	1841	14.78
Promedio	7	13.02	473	1.840	1.47	460	3.70

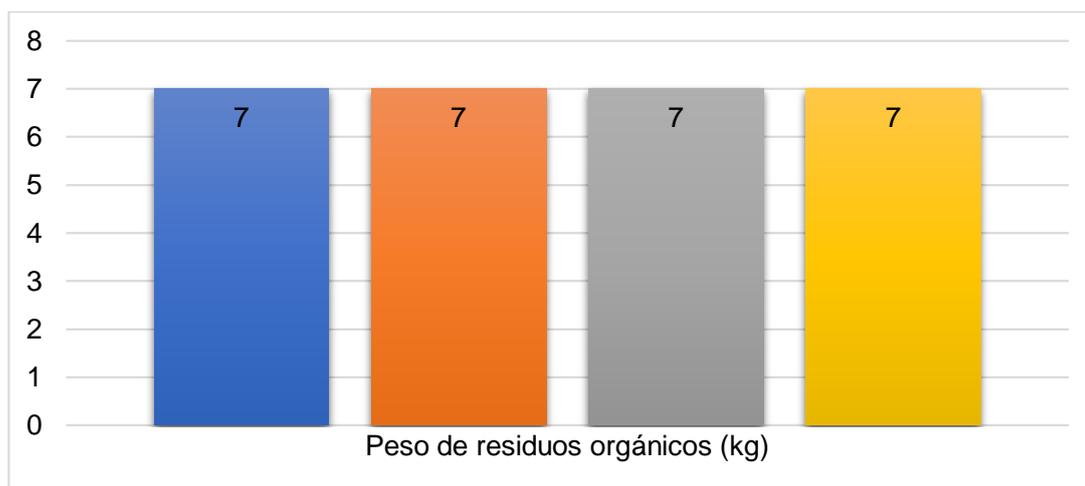


Figura 23: Residuos orgánicos usados en los tratamientos *Hermetia illucens*

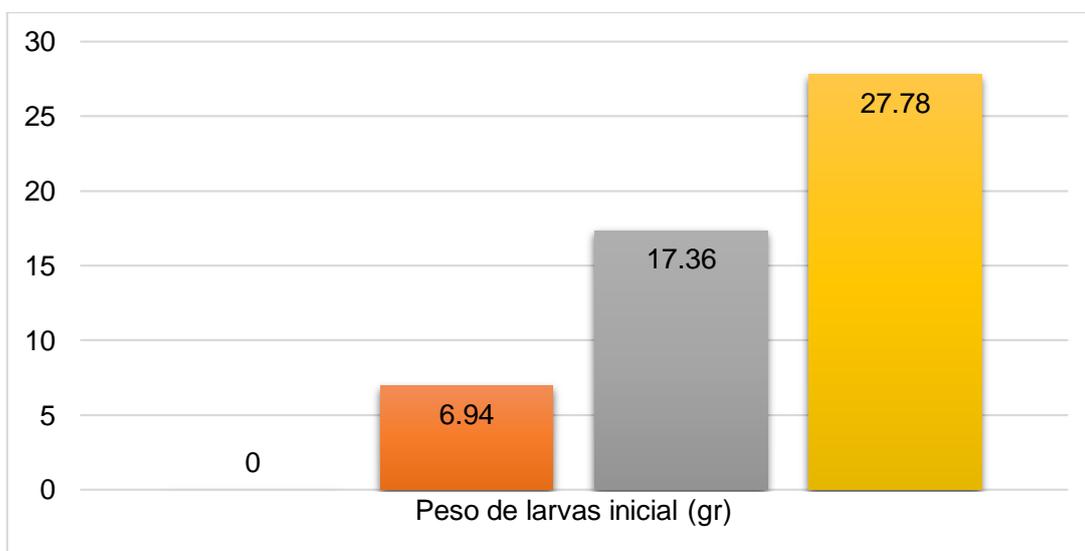
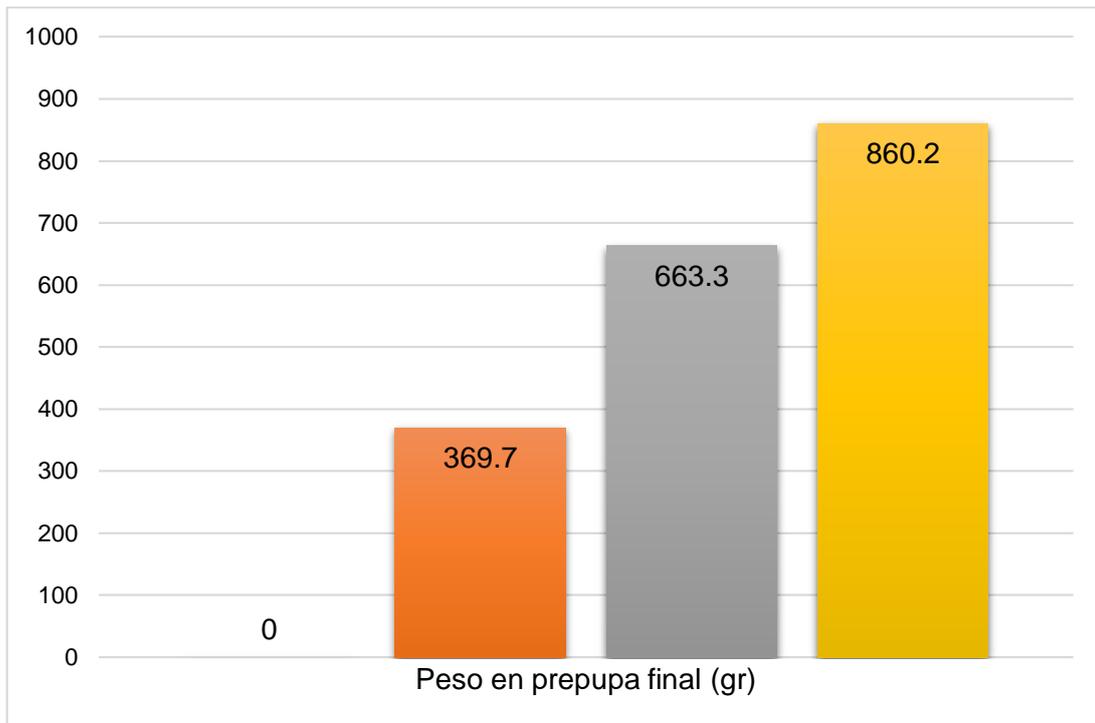
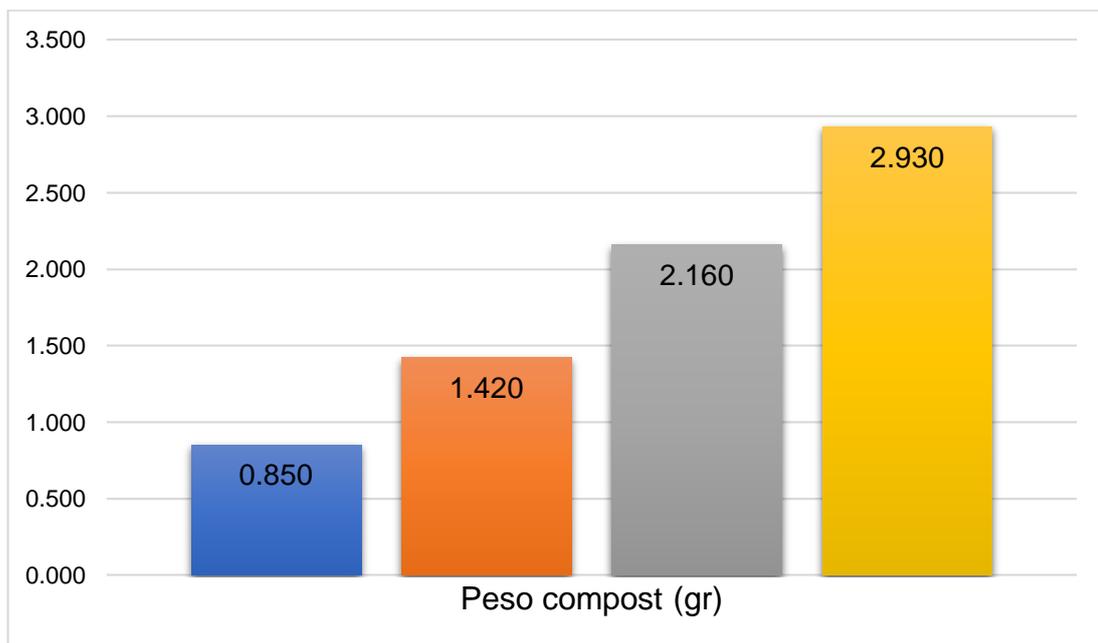


Figura 24: Peso inicial de larvas usadas en los tratamientos



*Figura 25: Peso final de larvas usadas en los tratamientos*



*Figura 26: Cantidad de compost producido por larvas Hermetia illucens en los tratamientos*

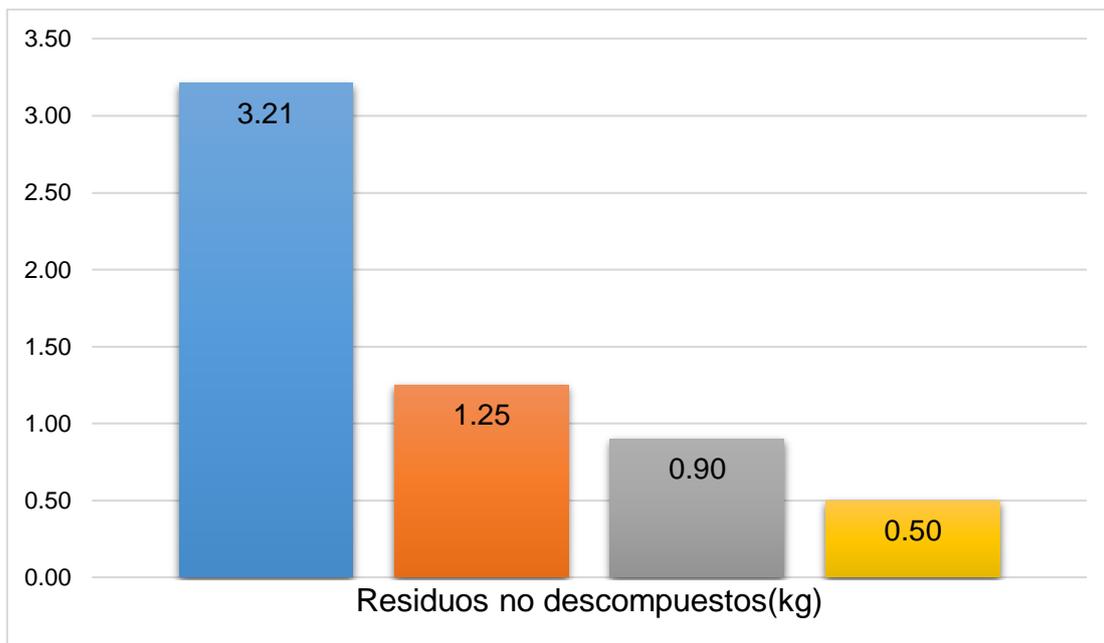


Figura 27: Residuos no descompuestos en (kg) por cada tratamiento en 20 días

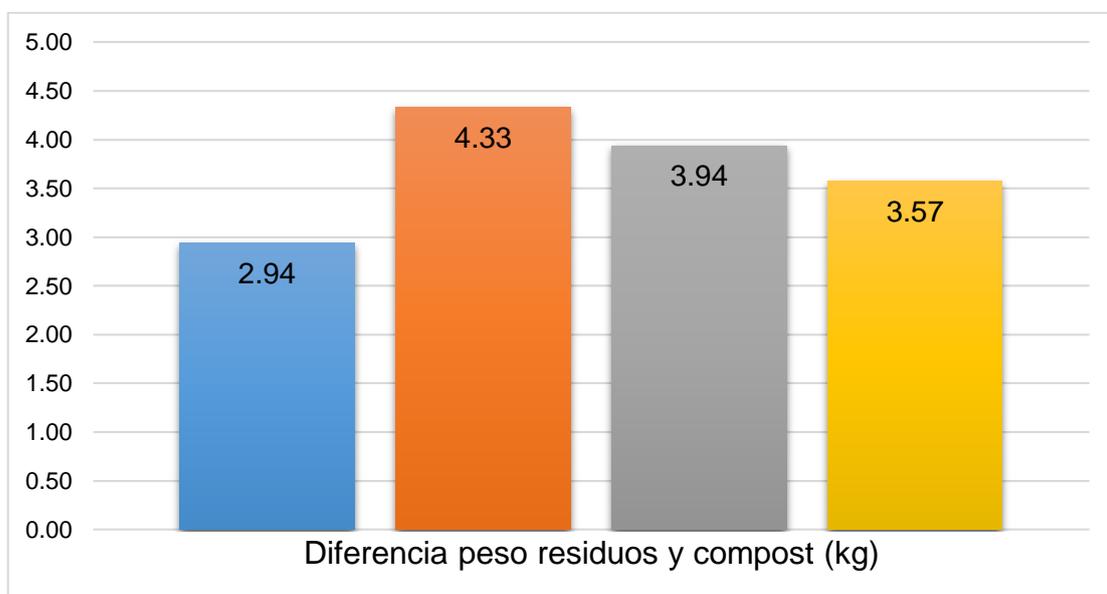


Figura 28: Diferencia peso residuos y compost (kg) por cada tratamiento en 20 días

### Uso de larvas *Hermetia illucens*, en el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022

4.6. Mediante la ingesta de 0 larvas se logró 0.850 gr, por 2000 larvas se consiguió 1.420 gr, por 5000 larvas 2.160 gr y 8000 larvas se alcanzó 2.930 gr siendo un total de 7.360 kg de compost por un periodo de 20 días de tratamientos (tabla 8).

Tabla 8: Compost producido por larvas *Hermetia illucens*

Tratamientos	Peso compost (gr)
T1 0 larvas	0.850
T2: 2000 larvas	1.420
T3: 5000 larvas	2.160
T4: 8000 larvas	2.930
Promedio	1.840

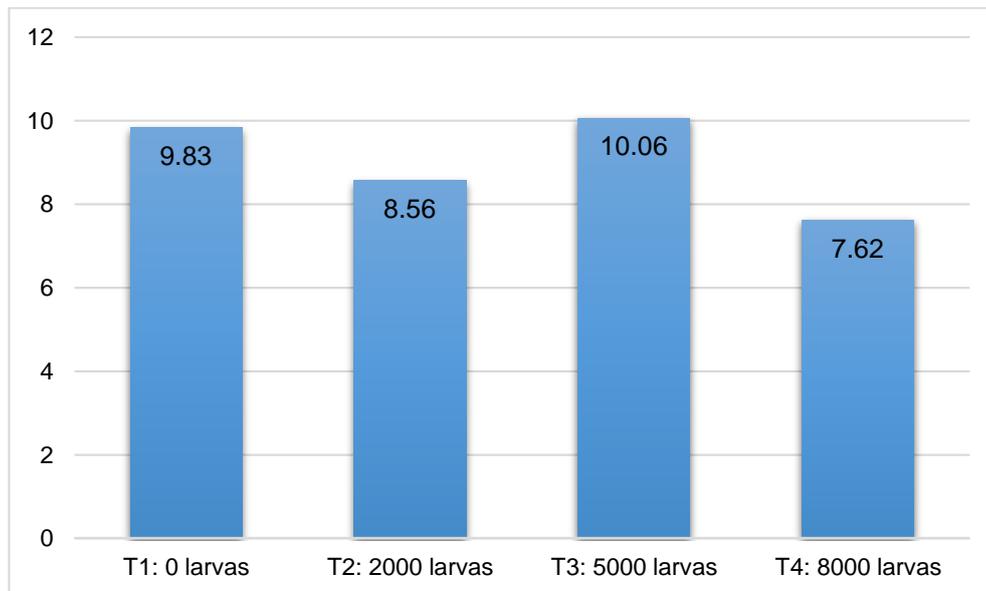
4.7. La caracterización del compost producida por *Hermetia illucens* fueron: El Ph en T1 sin larvas es de 9.83, por ingesta de 2000 larvas es de 8.56, por 5000 larvas es de 10.06 y con 8000 larvas es de 7.62 que al comparar con las normas internacionales como la Norma Técnica Colombiana 5167-2011 el pH es de 4 – 9, Norma técnica de Chile 2880 es de 5 – 7.5 y OMS es de 6 – 9. La conductividad eléctrica (C.E) en T1 sin larvas fue de 10.39 ds/m; T2 con la aplicación de 2000 larvas la (C.E) es 3.37 ds/m; T3 con la aplicación 5000 larvas la (C.E) es 4.66 ds/m y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas la (C.E) fue 2.845 ds/m. La materia orgánica (MO) en T1 sin larvas fue de 42.2 %; T2 con la aplicación de 2000 larvas la (MO) es 51.23; T3 con la aplicación 5000 larvas la (MO) es 48.79% y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas la (MO) fue 39.63 %, en la NT Colombiana es 15 y en la NT Chilnena >45% y para la OMS de 25-50%. El nitrógeno (N) en T1 sin larvas fue de 1.31%; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (N) es 0.55%; T3 con la aplicación 5000 larvas e (N) es 1.42% y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (N) fue 1.79%. En la NT Colombiana es de >1%. En la NT Chilena es de >0,8% y en la OMS desde 0%-3.5%. El fósforo (P) en T1 sin larvas fue de 0.46%; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (P) es 0.52%; T3 con la aplicación 5000 larvas e (P) es 0.6% y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (P) fue 0.78%. El potasio (K) en T1 sin larvas fue de 0,77%; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (K) es 0,8%; T3 con la aplicación 5000 larvas e (K) es 0,85% y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (K) fue 0,95%, en cambio con las NT colombiana y chilena es >1%. El calcio (Ca) en T1 sin larvas fue de 5.63%; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (Ca) es 4.12%; T3 con la aplicación 5000 larvas e (Ca) es 3.12% y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (Ca) fue 4.56%, en cambio con las NT colombiana y

chilena es >1%. El magnesio (Mg) en T1 sin larvas fue de 0.65ppm; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (MG) es 0.56ppm; T3 con la aplicación 5000 larvas e (Mg) es 0.69ppm y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (Mg) fue 0.72ppm, en cambio con las NT colombiana y chilena es >1%. El fierro (Fe) en T1 sin larvas fue de 3456.12ppm; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (Fe) es 2854.25ppm; T3 con la aplicación 5000 larvas e (Fe) es 3002.36ppm y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (Fe) fue 2963.25ppm. El zinc (Zn) en T1 sin larvas fue de 98.36ppm; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (Zn) es 78.45ppm; T3 con la aplicación 5000 larvas e (Zn) es 81.32ppm y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (Zn) fue 85ppm y en la NTChilena max. 200. El manganeso (Mn) en T1 sin larvas fue de 263,56ppm; T2 con la aplicación de 2000 larvas el (Mn) es 231,01ppm; T3 con la aplicación 5000 larvas e (Mn) es 254,25ppm y en el T4 con la aplicación de 8000 larvas el (Mn) fue 275,23ppm (Tabla 9, figura de 27-37)

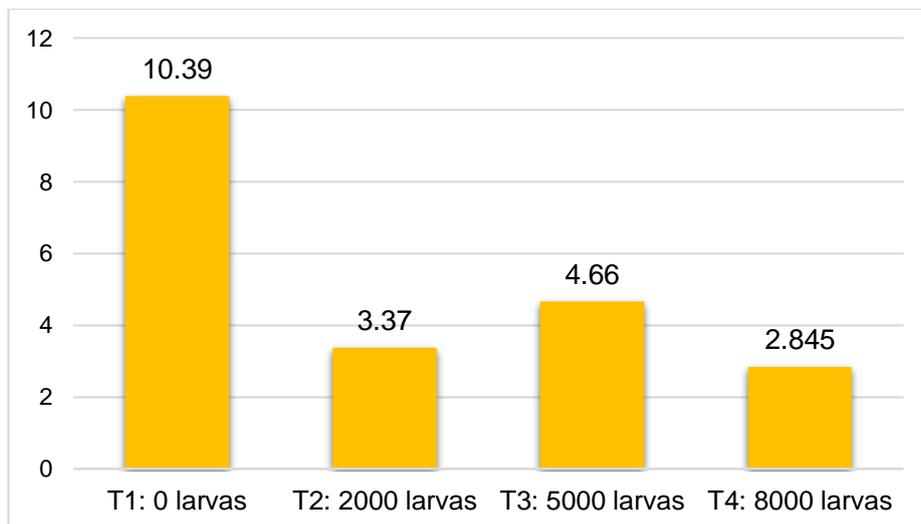
*Tabla 9: Caracterización de la calidad del compost producida por *Hermetia illucens* en los tratamientos*

Parámetros medidos	Tratamientos				Norma Técnica Colombiana 5167-2011	Norma técnica de Chile 2880	OMS
	T1: 0 larvas	T2: 2000 larvas	T3: 5000 larvas	T4: 8000 larvas			
pH	9.83	8.56	10.06	7.62	4_9	5_7.5	6_9
Conductividad eléctrica (Ds/m)	10.39	3.37	4.66	2.845	***	***	***
Materia orgánica (%)	42.2	51.23	48.79	39.63	15	> 45 %	25-50 %
Nitrógeno (%)	1.31	0.55	1.42	1.79	> 1 %	> 0.8 %	0%-3.5 %
Fósforo (%)	0.46	0.52	0.6	0.78	***	***	***
Potasio (%)	0.77	0.8	0.85	0.95	> 1 %	> 1 %	***
Calcio (%)	5.63	4.12	3.12	4.56	> 1 %	> 1 %	***
Magnesio (ppm)	0.65	0.56	0.69	0.72	> 1 %	> 1 %	***
Fierro (ppm)	3456.12	2854.25	3002.36	2963.25	***	***	***
Zinc (ppm)	98.36	78.45	81.32	85	***	Max. 200	***

Manganeso (ppm)	263.56	231.01	254.25	275.23	***	***	***
--------------------	--------	--------	--------	--------	-----	-----	-----



*Figura 29: Cantidad del pH del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos*



*Figura 30: Cantidad de conductividad eléctrica del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos*

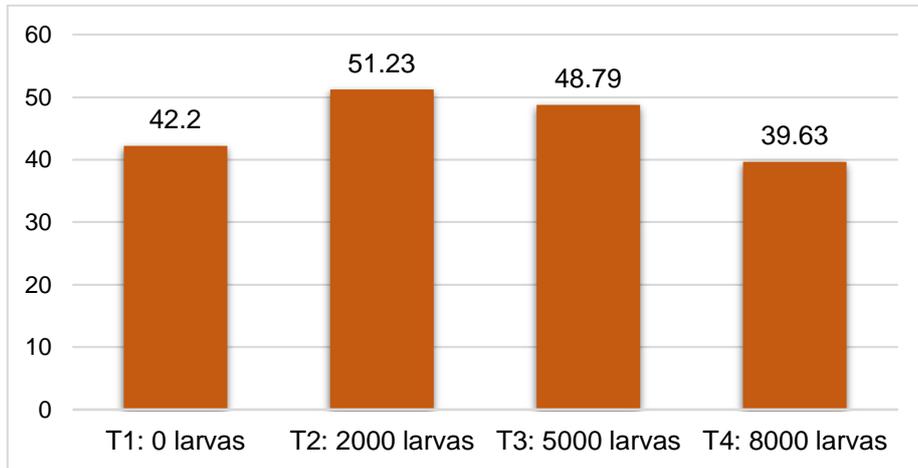


Figura 31: Cantidad de materia orgánica del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos

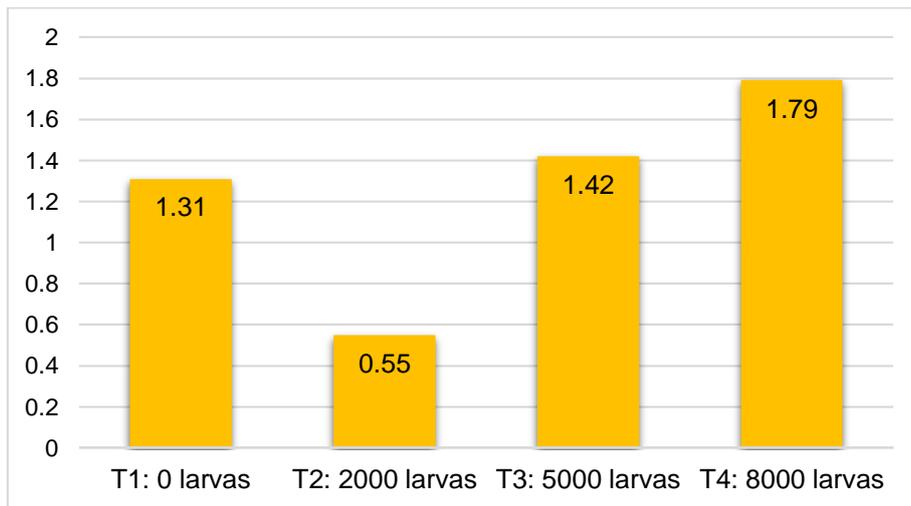


Figura 32: Cantidad de nitrógeno del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos

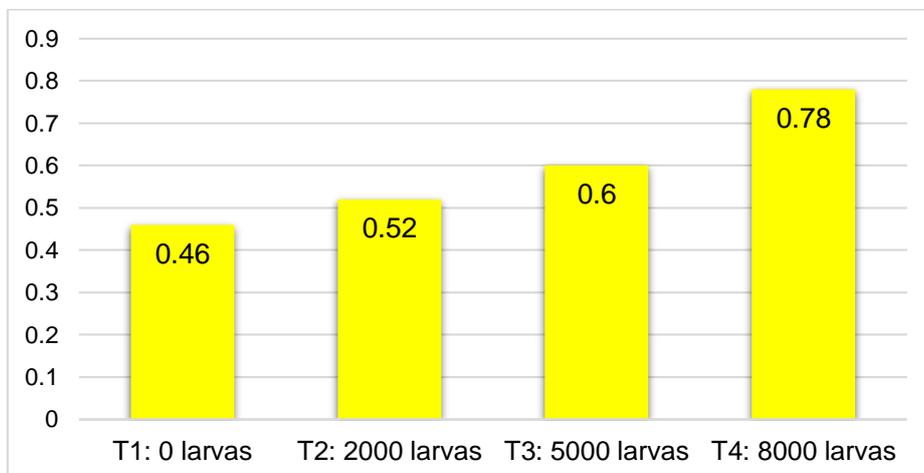


Figura 33: Cantidad de fósforo del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos

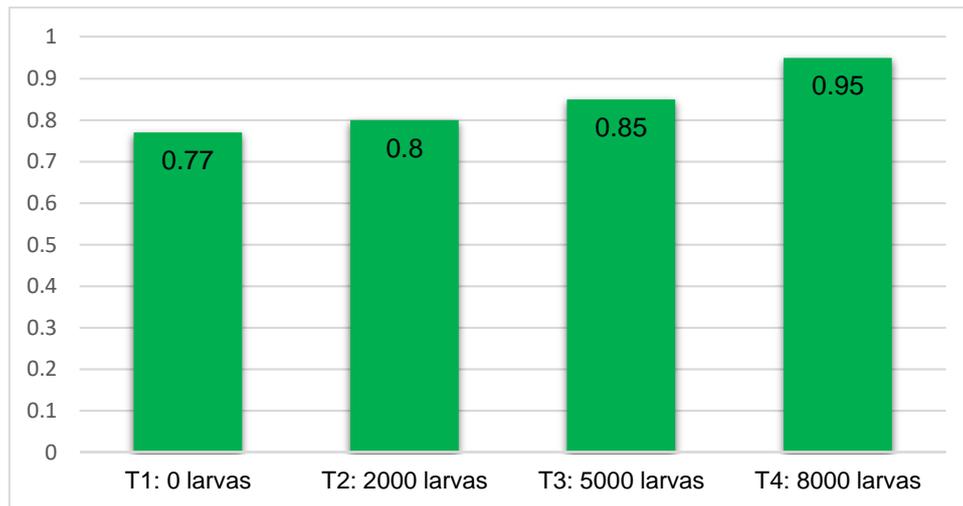


Figura 34: Cantidad de potasio del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos

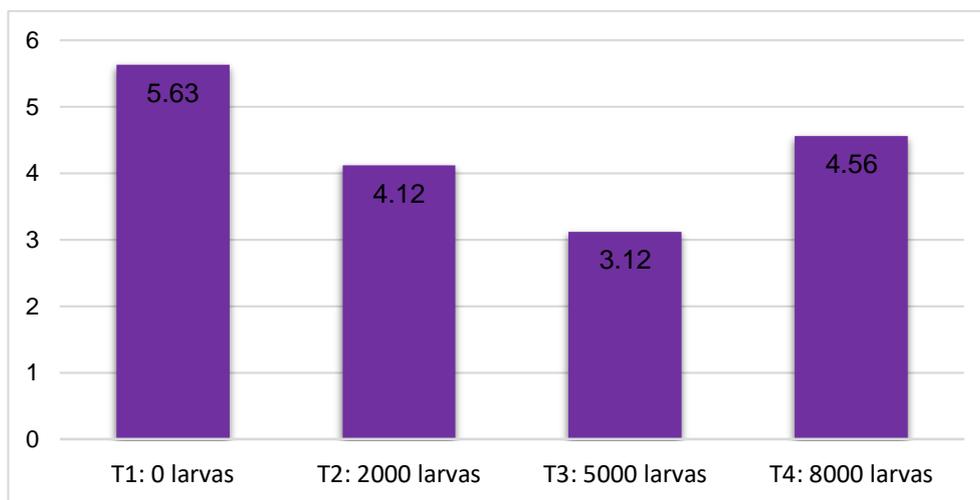


Figura 35: Cantidad de calcio del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos

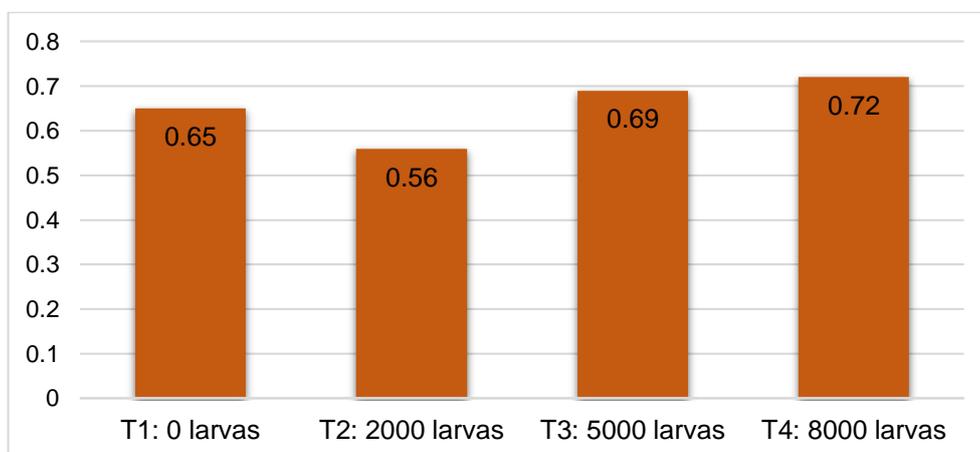
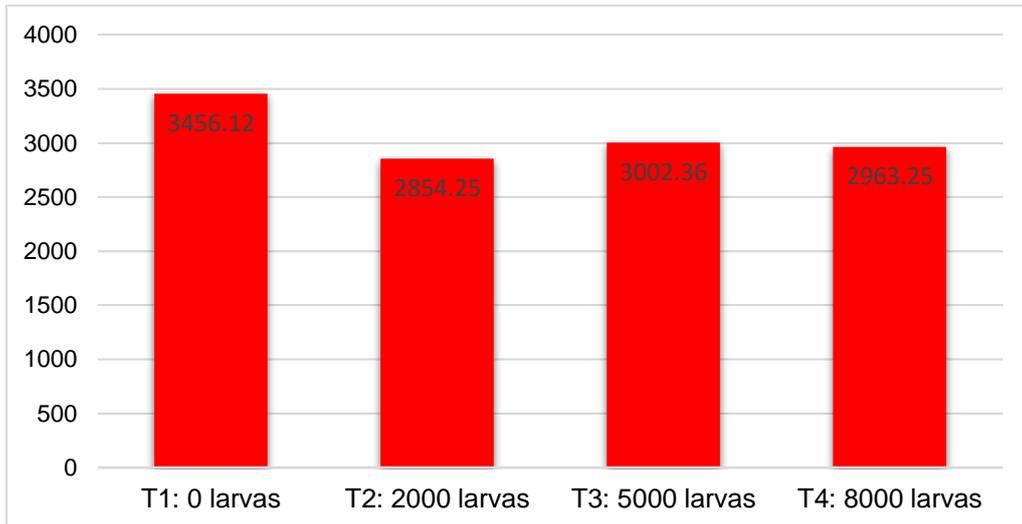
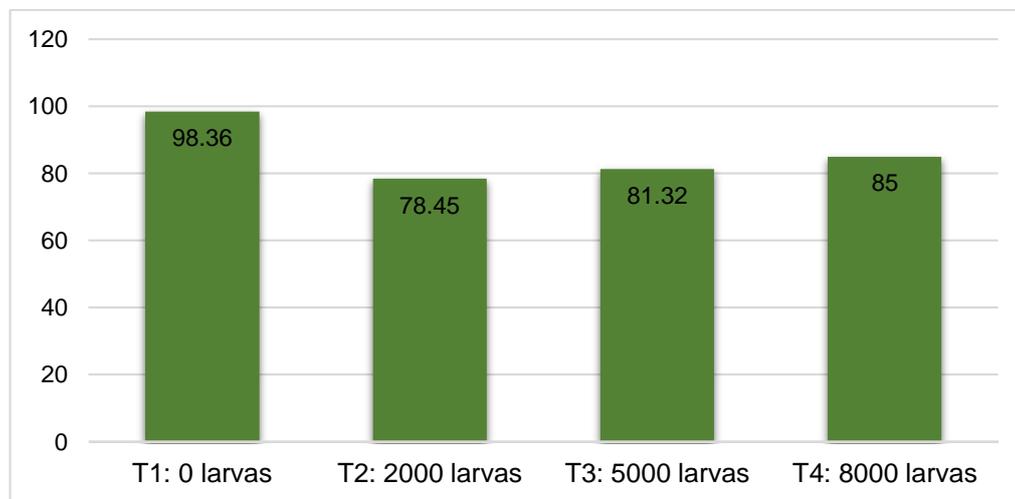


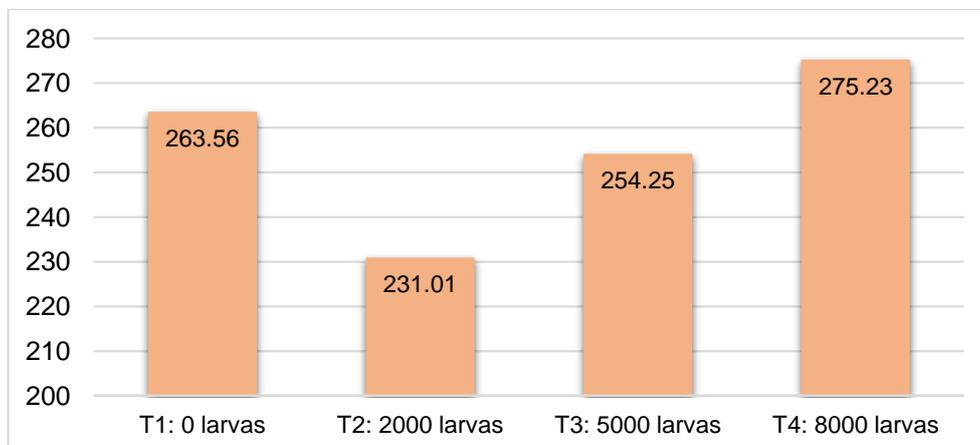
Figura 36: Cantidad de magnesio del compost producido por larvas *Hermetia illucens* en los tratamientos



*Figura 37: Cantidad de hierro del compost producido por larvas Hermetia illucens en los tratamientos*



*Figura 38: Cantidad de zinc del compost producido por larvas Hermetia illucens en los tratamientos*



*Figura 39: Cantidad de manganeso del compost producido por larvas Hermetia illucens en los tratamientos*

## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación las características fisiológicas, biológicas de la *Hermetia illucens* en la etapa de huevo el color fue blanco, con 2.004 gr peso en huevo usado para los tratamientos. posterior a la etapa larvaria tuvo un color blanco, con 0.45 cm un promedio del largo de las larvas utilizadas, 0.13 cm un promedio estándar del ancho por larva. Finalmente, en etapa prepupa tuvo un color marrón claro, con 1.78 cm en promedio en largo en estado prepupa y 0.19 cm del ancho posterior a los tratamientos de descomposición de los residuos sólidos del mercado de la Banda de Shilcayo. Sin embargo en el estudio realizado por Chirinos (2019) señala que la capacidad de postura fue de 5 126 huevos que equivalen a una media de  $466.00 \pm 169.43$  huevos por hembra un valor mínimo de 256 huevos y un máximo de 840 huevos, su tamaño fue de 0.88 mm a 0.90 mm, con respecto al color el 100% de los huevos y larvas se mostró de color blanco, se escogieron 20 larvas de manera aleatoria tanto hembras y machos, después se realizó su medida que era de 16 mm de ancho; en la etapa pupal el largo del cuerpo, fue de 15.5 mm, así mismo en la etapa adulta el largo del macho era de 16.9mm y de la hembra de 17.7 mm, del ancho del tórax fue de 4.32 a 4.46 mm y el ancho del abdomen fue de 4.22 mm, las alas del macho fue de medida de largo de 10.9 mm y de ancho de 9,21 mm, también las alas de la hembra tenían una medida de largo de 10.96 mm y de ancho de 4.95 mm. Seguido de la investigación realizada por Salas (2019) que realizó la evaluación de peso de larvas con 4 tratamientos durante 5 días, los resultados mostraron un peso promedio por larva de 0.21 gr, así mismo el tamaño de las larvas durante ese periodo fue de 34 mm y con respecto a la mortandad al quinto día del experimento llego al 97.2 %.

La temperatura promedio de la materia orgánica a compostar, durante el periodo de tratamiento desde la siembra de larvas, tuvo un promedio de temperatura de 28,25 °C, siendo del tratamiento sin larvas; del tratamiento de 2000 larvas 28.5 °C; de 5000 larvas 28 °C y de 8000 larvas 28,75 °C. Por otro lado, está la investigación de Cabrera y López (2021) que indica que, al ser especies euritermas, la larva es una especie que puede sobrevivir a condiciones hostiles, se establecen las condiciones óptimas de crecimiento

concluyendo que estas se desarrollan mejor en un rango temperatura de 27 a 30°C, pero así mismo para desarrollarse óptimamente son extremadamente sensibles, pero que la temperatura adecuada para su reproducción es de 32°C. También en esta investigación se detalló que el pH promedio de la materia orgánica a compostar, durante el periodo de tratamiento desde la siembra de larvas, tuvo un promedio de pH de 7.25, siendo del tratamiento sin larvas; del tratamiento de 2000 larvas 7.02; de 5000 larvas 7.20 y de 8000 larvas 7.47. Sin embargo, en la investigación realizada por Márquez (2021) que ejecuto la producción de moscas soldado negro, donde determino el pH empleado durante las primeras 3 semanas fue de 5.5, luego en la cuarta y sexta semana este pH bajo a 5.3. En esta investigación la humedad promedio de la materia orgánica a compostar, durante el periodo de tratamiento desde la siembra de larvas, tuvo un promedio de humedad de 58.75, siendo del tratamiento sin larvas; del tratamiento de 2000 larvas 57.67; de 5000 larvas 67.83 y de 8000 larvas 66.25. A diferencia del estudio realizado por Rodríguez(2020) que señala que la fuente de alimento debe estar muy húmeda con un contenido de agua de entre 60 % y 90% para que las larvas puedan ingerir la sustancia, por ultimo indica que lo ideal es 80 % de humedad, porque si el sustrato está demasiado seco, no podrán digerir bien los alimentos. Si está demasiado húmedo, buscarán salir a un lugar más seco.

En esta investigación se usó un total de 52.08 gr de larvas en proceso inicial que fue distribuida en 6.94, 17.36 y 27.78 gr. Luego se obtuvo un peso final de las larvas en etapa prepupa 1893.2 gr, siendo de 369.7, 663.3 y 860.2 gr, Después se obtuvo como resultado el compost por la aplicación de 2000 larvas de 1.420 gr. Con la ingesta por 5000 larvas se obtuvo 2.160 gr. Por la ingesta de 8000 larvas se logró 2.930 gr de compost y en el tratamiento sin larvas se consiguió una cantidad por debajo de los tratamientos con larvas, siendo de 0.850 gr. Por otra parte, según la investigación de Huaripata y Carrasco (2022) indica que los resultados de su estudio mostraron un impacto positivo de la eficacia de larva MSN al degradar los residuos orgánicos ya que de los 10 kg empleados se logró reducir el 64.3 % de estas y se logró obtener una masa prepupal (20,000 larvas) de 4.97 kg

conteniendo un alto valor de proteína y grasa. Los investigadores Rojas et al. (2013) indican que esta larva consume residuos orgánicos, convirtiendo los nutrientes del sustrato en biomasa de larva, la cual contiene más del 40% en proteína y del 30% en grasa; de esta manera se tiene un alto potencial de proteína y un alimento con alta energía para animales. También Studt (2010) indica que los resultados de su investigación mostraron un rendimiento en producción de prepupas diario de 264g/m<sup>2</sup> con 4,3kg/día de alimento y peso promedio por prepupa de 219mg, con 4,5kg/día de alimento, cobertura de sarán y alimento colocado sobre la superficie.

Para el manejo de residuos sólidos orgánicos, se empleó la ingesta de 0 larvas se logró 0.850 gr, por 2000 larvas se consiguió 1.420 gr, por 5000 larvas 2.160 gr y 8000 larvas se alcanzó 2.930 gr siendo un total de 7.360 kg de compost por un periodo de 20 días de tratamientos. Sin embargo en el estudio de Márquez (2021) indica que la investigación inició con 15000 larvas con 1050 gr aproximadamente, el porcentaje de la mortandad fue del 40% (6000 unidades), las pupas utilizadas en el proceso productivo fueron 3000 aproximadamente, 1000 pupas no alcanzaron el proceso de eclosión, 2000 moscas se utilizaron para el proceso reproductivo, para ello la cantidad de carga orgánica vegetal empleada fue de 44.5kg para obtener un total de 20 kg de compost, donde el porcentaje de aumento de peso de larvas cultivadas al final del proceso fue de 45.31%. También en la investigación de Morales (2021) señala que la tasa de biotransformación larval en tres residuos orgánicos diferentes, donde se evaluó la eficiencia de reducción y el tiempo de desarrollo del ciclo de vida, a través de un ensayo a pequeña escala con 100mg/larva/día de: 1 RFV, 2 RAV, 3 RCR y una dieta control APP, obtuvo la mayor eficiencia de conversión en APP, con 6,57% de tasa de bioconversión y 7,22 de tasa de conversión de alimento, sin embargo, la mayor tasa de reducción de residuos y peso prepupal se alcanzó con RAV con 55,76% y 107,39 g, respectivamente. Como complemento el menor tiempo de desarrollo se presentó en APP con 81,37 días y representó un sustrato óptimo para su desarrollo a diferencia de los desechos donde tardaron de 92,6 a 100,6 días.

## VI. CONCLUSIONES

- Las características fisiológicas, biológicas de la *Hermetia illucens* en la etapa de huevo el color fue blanco, con 2.004 gr peso en huevo usado para los tratamientos. posterior a la etapa larvaria tuvo un color blanco, con 0.45 cm un promedio del largo de las larvas utilizadas, 0.13 cm un promedio estándar del ancho por larva. Finalmente, en etapa prepupa tuvo un color marrón claro, con 1.78 cm en promedio en largo en estado prepupa y 0.19 cm del ancho posterior a los tratamientos de descomposición de los residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.
- La temperatura promedio de la materia orgánica a compostar, durante el periodo de tratamiento desde la siembra de larvas, tuvo un promedio de temperatura de 28,25 °C, siendo del tratamiento sin larvas; del tratamiento de 2000 larvas 28.5 °C; de 5000 larvas 28 °C y de 8000 larvas 28,75 °C. El pH promedio de la materia orgánica a compostar, durante el periodo de tratamiento desde la siembra de larvas, tuvo un promedio de pH de 7.25, siendo del tratamiento sin larvas; del tratamiento de 2000 larvas 7.02; de 5000 larvas 7.20 y de 8000 larvas 7.47. La humedad promedio de la materia orgánica a compostar, durante el periodo de tratamiento desde la siembra de larvas, tuvo un promedio de humedad de 58.75, siendo del tratamiento sin larvas; del tratamiento de 2000 larvas 57.67; de 5000 larvas 67.83 y de 8000 larvas 66.25.
- Se usó un total de 52.08 gr de larvas en proceso inicial que fue distribuida en 6.94, 17.36 y 27.78 gr. Luego se obtuvo un peso final de las larvas en etapa prepupa de 1893.2 gr, siendo de 369.7, 663.3 y 860.2 gr.
- Para el manejo de residuos sólidos orgánicos se realizó con la ingesta de 0 larvas de *Hermetia illucens* donde se logró 0.850 gr, por 2000 larvas se consiguió 1.420 gr, por 5000 larvas 2.160 gr y 8000 larvas se alcanzó 2.930 gr siendo un total de 7.360 kg de compost por un periodo de 20 días de tratamientos; confirmando que la hipótesis de investigación, sobre el manejo de residuos sólidos orgánicos, con el uso de larvas de *Hermetia illucens*, en el mercado, Banda de Shilcayo fueron muy eficientes en producir compost.

## VII. RECOMENDACIONES

- A la sociedad dar uso a las larvas *Hermetia illucens* para la degradación o descomposición de los residuos sólidos orgánicos, pues desde la etapa larvaria este se alimenta de estos residuos para poder desarrollarse y posteriormente elaborar compost.
- A los futuros investigadores tener en cuenta la temperatura promedio de la materia a compostar, la humedad para lograr obtener mejores resultados un mejor acondicionamiento de las larvas y posterior producción de compost.
- A posteriores investigadores usar larvas de *Hermetia illucens* para la producción de compost en el manejo adecuado de residuos sólidos orgánicos generados en establecimientos comerciales y domiciliarios evitando la propagación de la contaminación ambiental.
- A la sociedad en conjunto usar el compost generado a partir de larvas *Hermetia illucens* y residuos sólidos orgánicos, pues debido a sus características fisicoquímicas se ha demostrado su valor de calidad como aportante nutricional al suelo.

## REFERENCIAS

- AMRUL, Nul et al. A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) [En línea] Sustainability- volume 14, 11 April 2022 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/.3390/su14084565>
- BEKKER, Nicolai et al. Impact of substrate moisture content on growth and metabolic performance of black soldier fly larvae [En línea] Waste Management – volumen 127, 15 May 2021 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.028>
- BESKIN, Kelly et al. Larval digestion of different manure types by the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) impacts associated volatile emissions [En línea] Waste Management- volumen 74, April 2018 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.019>
- CAI, Minmin et al. Resistance of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to combined heavy metals and potential application in municipal sewage sludge treatment [En línea] Environmental Science and Pollution Research - volume 25, 02 November 2018 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0541-x>
- CABRERA, Daniela y LÓPEZ, Angie. Evaluación de la larva de mosca soldado negra (*hermetia illucens*) como alternativa para la degradación de residuos sólidos urbanos. [En línea] Fundación Universidad de America [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8329>
- CHIRINOS, Yoisy. 2019. Estudio Del Ciclo Biológico De *Hermetia Illucens* (Diptera: Stratiomyidae) Bajo Las Condiciones De Laboratorio En La Irrigación Majes, Caylloma Arequipa. Tesis presentada para optar el Título Profesional de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Católica de Santa María.
- DZEPE, Daniel et al. Feeding strategies for small-scale rearing black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) as organic waste recycler [En línea] SN Applied Sciences

- volume 3, February 2021 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022]  
Disponibile en: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-04039-5>
- GOLD, Moritz et al. Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review [En línea] Waste Management – volume 82, December 2018 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.022>
- GOLD, Moritz et al. Biowaste treatment with black soldier fly larvae: Increasing performance through the formulation of biowastes based on protein and carbohydrates [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.036>
- Huaripata, Juver y Carrasco, Arnold. Eficiencia de la larva de mosca soldado negro (Hermetia Illucens) para aprovechar los residuos orgánicos municipales - Cajamarca 2021. [En línea] Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/2189/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- KIM, Chul et al. Use of Black Soldier Fly Larvae for Food Waste Treatment and Energy Production in Asian Countries: A Review [En línea] Proceses – volume 9, 15 January 2021 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pr9010161>
- KUMAR, Sunil et al. Rapid composting techniques in Indian context and utilization of black soldier fly for enhanced decomposition of biodegradable wastes - A comprehensive review [En línea] Journal of Environmental Management – volume 227, December 2018 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022]
- LALANDER, C et al. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (Hermetia illucens) [En línea] Journal of Cleaner Production – volume 208, 20 January 2019 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.017>
- LALANDER, Cecilia et al. Process efficiency and ventilation requirement in black soldier fly larvae composting of substrates with high water content [En línea] Science of The Total Environment – volume 729, 10 August 2020 [Fecha de

- consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138968>
- LINDBERG, L et al. Process efficiency in relation to enzyme pre-treatment duration in black soldier fly larvae composting [En línea] Waste Management – volume 137, January 2022 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.10.033>
- LIU, Tao et al. Effects of black soldier fly larvae (*Diptera: Stratiomyidae*) on food waste and sewage sludge composting [En línea] Journal of Environmental Management – volume 256, 15 February 2020 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109967>
- LIU, Zhongyi et al. Bioconversion of Three Organic Wastes by Black Soldier Fly (*Diptera: Stratiomyidae*) Larvae [En línea] Environmental Entomology – volume 47, December 2018 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy141>
- LOPES, Iva et al. Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives [En línea] Waste Management – volume 142, 1 April 2022 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.007>
- MÁRQUEZ, Guillermo. Propuesta de negocio para producción de larvas de moscas soldado negro utilizando residuos orgánicos provenientes de bancos de alimentos [En línea] Clío América/ Vol. 15, No. 30-2021/ 697–707 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/4506/3542>
- MA, Jing et al. Insights on dissolved organic matter and bacterial community succession during secondary composting in residue after black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) bioconversion for food waste treatment [En línea] Waste Management – volume 142, 1 April 2022 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.034>
- MERTENAT, Adeline et al. Black Soldier Fly biowaste treatment – Assessment of global warming potential [En línea] Waste Management – volumen 84, 1 February 2019 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.11.040>

- MORALES, Jonnathan. Biotransformación de residuos orgánicos a partir del manejo ex situ de *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae) como una alternativa para la gestión sostenible de los desechos sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito [En línea] Universidad Central del Ecuador [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23015/1/UCE-FCB-MORALES%20JONNATHAN.pdf>
- PAZMIÑO, María. Caracterización molecular y evaluación de la capacidad de degradación de microplástico de insectos del género *Hermetia* originarios del cantón Puerto Quito. [En línea] Universidad de las Fuerzas Armadas. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25685/1/T-ESPE-046531.pdf>
- PURKAYASTHA et al. Sustainable waste management using black soldier fly larva: a review [En línea] International Journal of Environmental Science and Technology – 06 July 2021 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03524-7>
- RAKSASAT, Ratchaprapa et al. A review of organic waste enrichment for inducing palatability of black soldier fly larvae: Wastes to valuable resources [En línea] Environmental Pollution – volume 267, December 2020 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115488>
- RODRÍGUEZ, Luis. Bioconversión y biodegradación de diferentes sustratos orgánicos usando *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) y descripción del ciclo de vida bajo estas dietas [En línea] Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6e8fbd98-b4e1-4a38-91c4-6ee1391855be/content>
- ROJAS GONZÁLEZ, ANDRÉS FELIPE; AGUDELO HENAO, ANA CECILIA; MELO MELO, JESÚS ARBEY. Estudio de degradación de residuos orgánicos utilizando la larva de la mosca soldado negra - *Hermetia illucens* L. – 2. Desarrollo experimental. [en línea] Universidad Nacional de Colombia (Sede Manizales).

- SALAS, Reynaldo et al., Evaluación del uso de larvas de Mosca doméstica (*Musca domestica* L.) como tratamiento biológico de residuos orgánicos municipales [En línea] Vol. 7 - N.º 1 Junio 2021 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v7.1.3063>
- SALAS, Jhouly. Evaluación De Cuatro Sustratos Orgánicos Para La Producción De Larvas De *Hermetia Illucens* (Dípterastratiomydae) En Condiciones Controladas De La Irrigación Majes – Pedregal, Caylloma Arequipa. [en línea] Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa
- SARKAR et al. Black soldier fly larvae for treatment and segregation of commingled municipal solid waste at different environmental conditions [En línea] Journal of Environmental Management – volume 302, Part A, 15 January 2022 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114060>
- SARPONG, D et al. Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: Stratiomyidae) larvae [En línea] International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture - volumen 8, 03 May 2019 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0268-4>
- SALAM et al. Effect of different environmental conditions on the growth and development of Black Soldier Fly Larvae and its utilization in solid waste management and pollution mitigation [En línea] Environmental Technology & Innovation – volume 28, November 2022 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102649>
- SALAM, Muhammad et al. Exploring the role of Black Soldier Fly Larva technology for sustainable management of municipal solid waste in developing countries [En línea] Environmental Technology & Innovation – volume 24, November 2021 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101934>
- SHELOMI, Matán. Potential of Black Soldier Fly Production for Pacific Small Island Developing States [En línea] Animals – volume 10, 16 June 2020 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani10061038>

- SCHMITT, Eric et al. Growth and Safety Assessment of Feed Streams for Black Soldier Fly Larvae: A Case Study with Aquaculture Sludge [En línea] *Animals* – volumen 9, 23 April 2019 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: [doi:10.3390/ani9040189](https://doi.org/10.3390/ani9040189)
- SILVA, PIB et al. A Review of the Use of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to Compost Organic Waste in Tropical Regions [En línea] *Neotropical Entomology* – volume 49, 08 November 2019 [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13744-019-00719-z>
- SINGH, Anshika et al. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review [En línea] *Journal of Environmental Management* – volumen 251, 1 December 2019 [Fecha de Consulta: 23 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109569>
- SINGH, Anshika et al. Determining the Black Soldier fly larvae performance for plant-based food waste reduction and the effect on Biomass yield [En línea] *Waste Management* – volume 130 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.028>
- SMET, Jeroen et al. Microbial Community Dynamics during Rearing of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) and Impact on Exploitation Potential [En línea] *Applied and Environmental Microbiology* – volume 84 [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1128/AEM.02722-17>
- SURENDRA, KC et al. Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.)) (Diptera: Stratiomyidae) (BSF) [En línea] *Waste Management* – volumen 117, November 2020 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.050>
- STUDT; May. 2010. Uso De Larvas De Mosca Soldado Negro (*Hermetia Illucens*) Para El Manejo De Residuos Municipales Orgánicos En El Campus De La Universidad Earth, Costa Rica. Tesis de Graduación para optar por el título de Ingeniera en Biotecnología con el grado académico de Bachillerato. Instituto Tecnológico De Costa Rica [en línea] <https://core.ac.uk/download/pdf/60987358.pdf>

- GÓMEZ, Wilmer. Evaluación de un sistema de vermiculture utilizando larvas de *Hermetia illucens* para el aprovechamiento de residuos sólidos generados en la plaza de mercado la Rosita. [En línea] Universidad Pontificia Bolivariana. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5180/digital\\_36266.pdf?seque](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/5180/digital_36266.pdf?seque)
- WONG, Chung et al. Valorization of exo-microbial fermented coconut endosperm waste by black soldier fly larvae for simultaneous biodiesel and protein productions [En línea] Environmental Research Environmental Research – volumen 185, June 2020 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109458>
- YANG, Fanchung et al. Comparing Selected Life-History Traits of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Produced in Industrial and Bench-Top-Sized Containers [En línea] Journal of Insect Science – volume 20, September 2020 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa113>

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Independiente:</b> Larvas <i>Hermetia illucens</i>	Las larvas de la mosca soldado negra (BSF, por sus siglas en inglés) son un formidable consumidor de residuos niales/vegetales, convirtiendo del 12 al 25 % de la biomasa sólida en larvas, que se pueden cosechar y utilizar como proteína de alimentación.	Se realizará la aplicación de la larva de la mosca soldado negra para la reducción de residuos sólidos orgánicos de mercado y su posterior uso en alimento para peces.	Evolución biológica de las larvas <i>Hermetia illucens</i> en la degradan la materia orgánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño (Cm)</li> <li>• Peso (gr)</li> </ul>	Razón
			Características fisiológicas de la mosca soldado negra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Huevo</li> <li>• Larva</li> <li>• Pupa</li> <li>• Adulto</li> </ul>	Nominal
<b>Dependiente:</b> Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo	Se refiere a controlar la recolección, el transporte, el procesamiento, el reciclaje o la eliminación de materiales producidos por la actividad humana, reduciendo así su impacto en la salud y el ambiente (Silva et al., 2019).	Se realizará este tratamiento para la reducción de contaminantes al ambiente generado por los residuos sólidos orgánicos en el mercado del distrito de la Banda de Shilcayo.	Característica de los residuos sólidos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Humedad</li> </ul>	Razón
			Porcentaje de degradación de la masa de los residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % peso en kg</li> </ul>	Razón





## Anexo 4: Carta de presentación.



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: MSc. Luis Alberto Ordoñez Sánchez.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

No es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes de la escuela de ingeniería ambiental en la UCV, en la sede de Tarapoto, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación.

El título del proyecto de investigación es: "Uso de larvas *Hermetia illucens*, en el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022". y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tema de ciencias ambientales, ingeniería ambiental y/o investigación.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente:



Firma  
García Gil, Patrick Paolo  
D.N.I: 46510534



Firma  
Pinedo Fababa, Rony  
D.N.I: 46395814

## Anexo 5: Instrumento de validación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Blga. Colichon Carranza, Luz Margarita  
 Institución donde labora : Red de Salud del Dorado  
 Especialidad : Bióloga  
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo  
 Autor (s) del instrumento (s) : García Gil, Patrick Paolo  
 Pinedo Fababa, Rony

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				x	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					x
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				x	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					47	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

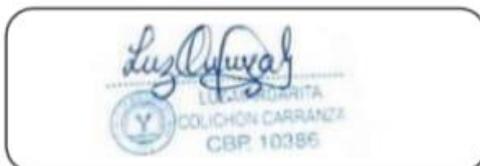
#### V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido

#### PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.7

Tarapoto 18 de Agosto 2021



## Anexo 6: Instrumento de validación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Ruiz Aguilar Juan Luis  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Docente metodólogo  
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo  
 Autor (s) del instrumento (s) : García Gil, Patrick Paolo  
 Pinedo Fababa, Rony

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					46	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.6

Tarapoto 18 de Agosto del 2021

## Anexo 7: Instrumento de validación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Lozano Chung, Andi  
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín Tarapoto  
 Especialidad : Docente Temático  
 Instrumento de evaluación : Ficha de campo  
 Autor (s) del instrumento (s) : García Gil, Patrick Paolo  
 Pinedo Fababa, Rony

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable. <b>Manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado de la Banda de Shilcayo.</b>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					x
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				x	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		46				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.6



Tarapoto 18 de Agosto del 2022

**Anexo 8:** Recolección de residuos sólidos del mercado de la banda de Shilcayo.



**Anexo 9:** Recolección de residuos sólidos del mercado de la banda de Shilcayo



**Anexo 10: Producción de huevos para eclosión para larvas**



**Anexo 11: Obtención de huevos**



### Anexo 12: Trituración de residuos orgánicos



### Anexo 13: Construcción de composteras



## Anexo 14: Obtención de larvas



## Anexo 15: Análisis T1 sin larvas.

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Teléfono: 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



### INFORME DE ENSAYO HUMUS 6 - 2022 -LSA- FCA-UNSM

Solicitante : Patrick Paolo García Gil  
Procedencia : Banda de Shilcayo  
Producto : M - 01 SIN LARVAS  
Cantidad de muestra : 500 g Aprox.  
Presentación : Bolsa Plástica Rotulada  
Metodologías : Absorción Atómica, Kjendhal, Potenciometría  
Fecha de ingreso : 9/11/2022  
Fecha de reporte : 16/11/2022

Parámetros medidos	Contenido
pH	9.83
Conductividad Eléctrica (CE dS/m)	10.39
Materia Orgánica (%)	42.12
Nitrógeno total (%)	1.31
Fósforo P (%)	0.46
Potasio K(%)	0.77
Calcio Ca (%)	5.63
Magnesio Mg (%)	0.65
Fierro Fe (ppm)	3456.12
Zinc Zn (ppm)	98.36
Manganeso Mn (ppm)	263.56

  
Ing. Carlos Verde Gil  
Asesor de Suelos y Fertilizantes  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 16: Análisis T2 2000 larvas.

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Telefono: 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



### INFORME DE ENSAYO HUMUS 6 - 2022 -LSA- FCA-UNSM

Solicitante : **Patrick Paolo Garcia Gilv**  
Procedencia : Banda de Shilcayo  
Producto : M - 02\_ 2000 LARVAS  
Cantidad de muestra : 500 g Aprox.  
Presentación : Bolsa Plástica Rotulada  
Metodologías : Absorción Atómica, Kjendhal, Potenciometría  
Fecha de ingreso : 9/11/2022  
Fecha de reporte : 16/11/2022

Parámetros medidos	Contenido
pH	8.56
Conductividad Eléctrica (CE dS/m)	3.37
Materia Orgánica (%)	51.23
Nitrógeno total (%)	0.55
Fósforo P (%)	0.52
Potasio K(%)	0.8
Calcio Ca (%)	4.12
Magnesio Mg (%)	0.56
Fierro Fe (ppm)	2854.25
Zinc Zn (ppm)	78.45
Manganeso Mn (ppm)	231.01

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Ing. de Agrícola y Zootecnia Agrícola  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrícolas

## Anexo 17: Análisis T3 5000 larvas.

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Teléfono: 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



### INFORME DE ENSAYO HUMUS 6 - 2022 -LSA- FCA-UNSM

Solicitante : **Patrick Paolo García Gil**  
Procedencia : Banda de Shilcayo  
Producto : M - 03\_ 5000 LARVAS  
Cantidad de muestra : 500 g Aprox.  
Presentación : Bolsa Plástica Rotulada  
Metodologías : Absorción Atómica, Kjehndhal, Potenciometría  
Fecha de ingreso : 9/11/2022  
Fecha de reporte : 16/11/2022

Parámetros medidos	Contenido
pH	10.06
Conductividad Eléctrica (CE dS/m)	4.66
Materia Orgánica (%)	48.79
Nitrógeno total (%)	1.42
Fósforo P (%)	0.6
Potasio K(%)	0.85
Calcio Ca (%)	3.12
Magnesio Mg (%)	0.69
Fierro Fe (ppm)	3002.36
Zinc Zn (ppm)	81.32
Manganeso Mn (ppm)	254.25

  
Ing. Carlos Verde Urbina  
C.I. de Análisis de Suelos y Agua  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 18: Análisis T4 8000 larvas.

Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto  
Jr. Amorarca Cdra. 3  
Ciudad Universitaria- Laboratorio de Suelos - FCA  
Morales - San Martín  
Teléfono: 985800927  
[cverde@unsm.edu.pe](mailto:cverde@unsm.edu.pe)



### INFORME DE ENSAYO HUMUS 6 - 2022 -LSA- FCA-UNSM

Solicitante : Patrick Paolo García Gil  
Procedencia : Banda de Shilcayo  
Producto : M - 04\_ 8000 LARVAS  
Cantidad de muestra : 500 g Aprox.  
Presentación : Bolsa Plástica Rotulada  
Metodologías : Absorción Atómica, Kjehendhal, Potenciometría  
Fecha de ingreso : 9/11/2022  
Fecha de reporte : 16/11/2022

Parámetros medidos	Contenido
pH	7.62
Conductividad Eléctrica (CE dS/m)	2.845
Materia Orgánica (%)	39.63
Nitrógeno total (%)	1.79
Fósforo P (%)	0.78
Potasio K(%)	0.95
Calcio Ca (%)	4.56
Magnesio Mg (%)	0.72
Fierro Fe (ppm)	2963.25
Zinc Zn (ppm)	85
Manganeso Mn (ppm)	275.23

  
Ing. Carlos Verde Gil  
Lab. de Análisis de Suelos y Agua  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, LUIS ALBERTO ORDOÑEZ SANCHEZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Uso de larvas Hermetia illucens, en el manejo de residuos sólidos orgánicos del mercado, Banda de Shilcayo 2022", cuyos autores son PINEDO FABABA RONY, GARCIA GIL PATRICK PAOLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis 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.

TARAPOTO, 28 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
LUIS ALBERTO ORDOÑEZ SANCHEZ <b>DNI:</b> 00844670 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3860-4224	Firmado electrónicamente por: LORDONEZS el 30- 11-2022 18:45:40

Código documento Trilce: TRI - 0458780