



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**TIPOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL CICLO DE VIDA Y
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LARVAS DE *Hermetia* sp.**

“MOSCA SOLDADO”. LORETO, 2020

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: JOEL VÁSQUEZ BARDALES

ASESOR: ING. FORES. RODIL TELLO ESPINOZA DR.

ING. QUIM. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA DR.

IQUITOS, PERÚ

2023



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**TIPOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL CICLO DE VIDA Y
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LARVAS DE *Hermetia* sp.
“MOSCA SOLDADO”. LORETO, 2020**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: JOEL VÁSQUEZ BARDALES

ASESOR: ING. FORES. RODIL TELLO ESPINOZA DR.

ING. QUIM. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA DR.

IQUITOS, PERÚ

2023



UNAP

Escuela de Postgrado
"Oficina de Asuntos
Académicos"



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N°065-2023-OAA-EPG-UNAP

En Iquitos, en el auditorio de la Escuela de Postgrado (EPG) de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), a los ocho días del mes de junio de 2023 a horas 10:00 a.m., se dió inicio a la sustentación de la tesis denominada "TIPOS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL CICLO DE VIDA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LARVAS DE *Hermetia sp.* "MOSCA SOLDADO". LORETO 2020", aprobado con Resolución Directoral N°0641-2023-EPG-UNAP, presentado por el egresado **JOEL VÁSQUEZ BARDALES**, para optar el **Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y el Estatuto de la UNAP.

El jurado calificador designado mediante Resolución Directoral N°0157-2023-EPG-UNAP, esta conformado por los profesionales siguientes:

Ing. Agron. Rafael Chávez Vásquez, Dr.	(Presidente)
Ing. Agron. Julio Abel Manrique del Águila, Dr.	(Miembro)
Blgo. Alberto García Ruiz, Dr.	(Miembro)

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron respondidas: A SATISFACCION

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y a la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al resultado siguiente:

La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADO con calificación MUY BUENA

A continuación, el Presidente del Jurado da por concluida la sustentación, siendo las 11:30 del ocho de junio de 2023; con lo cual, se le declara al sustentante APTO, para recibir el **Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible**.

Ing. Agron. Rafael Chávez Vásquez, Dr.
Presidente

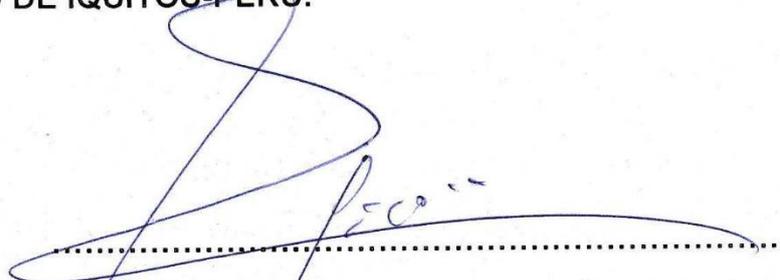
Ing. Agron. Julio Abel Manrique del Águila, Dr.
Miembro

Blgo. Alberto García Ruiz, Dr.
Miembro

Ing. For. Rodil Fello Espinoza, Dr. e Ing. Quím. Gabriel Emilio Vargas Arana, Dr.
Asesores



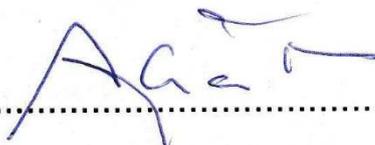
TESIS APROBADA EN SUSTENTACION PUBLICA EL 08 DE JUNIO DE 2023, EN EL AUDITORIO DE LA ESCUELA DE POST GRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERU.



ING. AGRON. RAFAEL CHAVEZ VÁSQUEZ, DR.
Presidente



ING. AGRON. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Miembro



BLGO. ALBERTO GARCIA RUIZ, Dr.
Miembro



ING. FOREST. RODIL TELLO ESPINOZA, DR.
ASESOR



ING. QUIM. GABRIEL EMILIO VARGAS ARANA, DR.
ASESOR



Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

ID de Comprobación:
76155194

Fecha de comprobación:
20.10.2022 14:13:47 CDT

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

Fecha del Informe:
20.10.2022 14:14:08 CDT

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **Tesis JOEL VASQUEZ BARDALES**

Recuento de páginas: **32** Recuento de palabras: **7525** Recuento de caracteres: **46961** Tamaño de archivo: **412.69 KB** ID de archivo: **87228040**

9.1% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **2.75%** con la fuente de Internet (<https://cenicafe.org/es/publications/Revista70%282%29-Web.pdf>)

9.1% Fuentes de Internet 736 Página 34

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

24.7% de Citas

Citas 37 Página 35

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

A mis padres Carmen y Joel QEPD. A mi esposa Iris, mis hijos Joeguy, Giriano y Joliris por el apoyo constante. Y en especial a DIOS por que siento en mis logros su fortaleza espiritual.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana al Laboratorio de Química de Productos Naturales y al Programa de Dirección De Investigación en Ecosistemas Acuáticos Amazónicos (AQUAREC)

A la Blgo. Norma Nolasco Arévalo especialista del Servicio Nacional de Sanidad Agraria por la determinación taxonómica de la mosca a nivel específico.

A Gober Maytahuari Aricari y a Kevin Vela Diaz quien me apoyo en la determinación de los análisis proximales.

Al Ing. Julio Pinedo Jiménez Dr. quien me apoyo con los procesos y análisis estadísticos.

INDICE DE CONTENIDOS

	Paginas
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado y asesor	iv
Resultado del informe de similitud	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice de contenidos	viii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
Resumo	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Bases teóricas	3
1.3. Definición de términos básicos	5
CAPITULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	7
2.1. Variables y su operacionalización	7
2.2. Formulación de la hipótesis	7
CAPITULO III: METODOLOGÍA	8
3.1. Tipo y diseño de la investigación	8
3.2. Población y muestra	8
3.3. Técnica e instrumentos	9
3.4. Procedimiento de la recolección de los datos	9
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	12
3.6. Aspectos éticos	13
CAPITULO IV: RESULTADOS	14
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	23
CAPITULO VI: PROPUESTA	26
CAPITULO VII: CONCLUSIONES	27
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	28
CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS	
1. Ficha de evaluación del periodo de huevo de <i>Hermetia illucens</i>	
2. Ficha de evaluación del ciclo biológico de <i>Hermetia illucens</i>	
3. Ficha de medidas y pesos de los estados de desarrollo y supervivencia de <i>Hermetia illucens</i>	
4. Periodo de duración del huevo de <i>Hermetia illucens</i>	
5. Periodos de duración del ciclo biológico de <i>Hermetia illucens</i> con la dieta de la naranja	
6. Datos de medidas y pesos de los estados de desarrollo y supervivencia de <i>Hermetia illucens</i> con la dieta de la naranja	
7. Periodos de duración del ciclo biológico de <i>Hermetia illucens</i> con la dieta del plátano	
8. Datos de medidas y pesos de los estados de desarrollo y supervivencia de <i>Hermetia illucens</i> con la dieta del plátano	

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
TABLA N° 1: Promedios (días) y desviación estándar de los estados de desarrollo durante el estudio del ciclo biológico de <i>Hermetia illucens</i> según tratamientos (<i>Citrus sinensis</i> “naranja” y <i>Musa paradisiaca</i> “plátano”) en laboratorio (marzo a mayo del 2021).	15
TABLA N° 2: Supervivencia larval de <i>Hermetia illucens</i>	17
TABLA N° 3: Relación entre ciclo biológico y la supervivencia.	17
TABLA N° 4: Prueba de U de Mann-Whitney para Longitud de larva final (mm).	20
TABLA N° 5: Prueba de “t” de Student para la longitud de la prepupa (mm).	20
TABLA N° 6: Prueba de U de Mann-Whitney para la longitud de la pupa (mm).	21
TABLA N° 7: Prueba de U de Mann-Whitney para el Peso de larva final (g).	21
TABLA N° 8: Prueba “t” de Student para el Peso de pupa (g).	21
TABLA N° 9: Prueba de “t” de Student para el Peso de pupa (g).	22
TABLA N° 10: Análisis proximal de larvas de <i>Hermetia illucens</i> alimentados con residuos orgánicos de <i>Citrus sinensis</i> “naranja” y <i>Musa paradisiaca</i> “plátano” en laboratorio (marzo a mayo del 2021).	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA N° 1: Adulto de <i>Hermetia illucens</i> “mosca soldado negra”	14
FIGURA N° 2: Periodo en días del desarrollo del ciclo biológico de <i>Hermetia illucens</i> alimentados con residuos orgánicos de <i>Citrus sinensis</i> “naranja” y <i>Musa paradisiaca</i> “plátano” en laboratorio (marzo a mayo del 2021).	16
FIGURA N° 3: Ciclo biológico y supervivencia de <i>Hermetia illucens</i>	18
FIGURA N° 4: Esquema del ciclo biológico de <i>Hermetia illucens</i> con periodos obtenidos con la dieta de residuos de naranja bajo condiciones de laboratorio.	19

RESUMEN

La mosca *Hermetia illucens* se encuentra en la naturaleza en una variedad de hábitats, sus larvas consumen residuos orgánicos en descomposición. El objetivo fue determinar si los tipos de residuos orgánicos influyen en el ciclo de vida y su composición química de larvas de *Hermetia* sp. El estudio se realizó de mayo del 2020 a mayo 2021. Se empleó 2 tratamientos (T1: residuos de naranja y T2: residuos de plátano) con 30 repeticiones. El ciclo biológico se evaluó en laboratorio a una T° entre 26 a 29°C y una HR de 80%, se registraron los periodos (días), longitud y peso de la larva final, prepupa, pupa y longevidad del adulto. Para analizar la composición química de las larvas se aplicó el método (AOAC). El ciclo biológico de *H. illucens* con el naranja duró 64.02 días y 88.97 días con el plátano, ambas tuvieron 97% de supervivencia en larvas. En prepupas y pupas la supervivencia fue menor con el plátano. No hubo diferencias significativas en la variable longitud de la larva prepupa y pupas ($p > 0.05$). Tampoco en la variable peso de la larva y pupas ($p > 0.05$). Sí existió una diferencia altamente significativa en el estado de prepupa ($p = 0.003$). La composición química revela que las larvas nutridas con plátano tuvieron mayor porcentaje de lípidos, proteínas, fibra cruda y carbohidratos.

Palabras claves: Desarrollo biológico, residuos orgánicos, larvas, pupas, proteínas, lípidos.

ABSTRACT

The fly *Hermetia illucens* is found in nature in a variety of habitats, its larvae consume decaying organic waste. The objective was to determine whether organic waste types influence the life cycle and chemical composition of *Hermetia* sp. larvae. The study was conducted from May 2020 to May 2021. Two treatments were used (T1: orange waste and T2: banana waste) with 30 replicates. The biological cycle was evaluated in the laboratory at a T° between 26 and 29°C and a RH of 80%, and the periods (days), length and weight of the final larva, prepupa, pupa and adult longevity were recorded. The AOAC method was used to analyze the chemical composition of the larvae. The biological cycle of *H. illucens* with orange lasted 64.02 days and 88.97 days with plantain, both had 97% larval survival. In prepupae and pupae, survival was lower with plantain. There were no significant differences in the length of prepupae and pupae larvae ($p>0.05$). Neither in the larva and pupae weight variable ($p>0.05$). There was a highly significant difference in the prepupal stage ($p=0.003$). The chemical composition revealed that the larvae nourished with plantain had a higher percentage of lipids, proteins, crude fiber and carbohydrates.

Keywords: Biological development, organic residues, larvae, pupae, proteins, lipids.

RESUMO

A mosca *Hermetia illucens* é encontrada na natureza em uma variedade de habitats e suas larvas consomem resíduos orgânicos em decomposição. O objetivo foi determinar se os tipos de resíduos orgânicos influenciam o ciclo de vida e a composição química das larvas de *Hermetia* sp. O estudo foi realizado de maio de 2020 a maio de 2021. Foram usados dois tratamentos (T1: resíduos de laranja e T2: resíduos de banana) com 30 réplicas. O ciclo biológico foi avaliado em laboratório a uma temperatura entre 26 e 29°C e uma UR de 80%, os períodos (dias), comprimento e peso da larva final, pré-pupa, pupa e longevidade do adulto foram registrados. A composição química das larvas foi analisada usando o método (AOAC). O ciclo biológico da *H. illucens* com laranja durou 64,02 dias e 88,97 dias com banana-da-terra, ambos com 97% de sobrevivência larval. Nas pré-pupas e pupas, a sobrevivência foi menor com a banana-da-terra. Não houve diferenças significativas no comprimento variável das larvas de pré-pupas e pupas ($p>0,05$). Também não houve diferença significativa no peso da larva e da pupa ($p>0,05$). Houve uma diferença altamente significativa no estágio pré-pupal ($p=0,003$). A composição química revelou que as larvas alimentadas com banana-da-terra tinham uma porcentagem maior de lipídios, proteínas, fibra bruta e carboidratos.

Palavras-chave: Desenvolvimento biológico, resíduos orgânicos, larvas, pupas, proteínas, lipídios.

INTRODUCCIÓN

La mosca negra soldado del género *Hermetia* sp. (Diptera: Stratiomyiidae) se encuentra en la naturaleza en una amplia variedad de hábitats (Arango, Vergara, & Mejia, 2004). *Hermetia illucens* es nativa de América del Norte y es única porque sus larvas pueden consumir una amplia gama de material orgánico en descomposición, incluida la carroña (Nguyen, Tomberlin, & Vanlaerhoven, 2013). A pesar que se alimentan de la basura no es trasmisora de enfermedades y sus larvas no contienen microorganismos patógenos ni coliflores fecales, este insecto puede ser muy promisorio en la transformación de materiales orgánicos y en la producción de alimento de alta calidad (Arango et al., 2004), En las últimas décadas en la amazonia peruana uno de los problema de contaminación ambiental lo constituyen los residuos orgánicos (basura) y para la actividad pesquera (piscigranjas) en la producción de peces es la dieta básica cuya fuente de proteína proviene de la harina de pescado las que son muy costosas, no se producen en la región y en su mayoría son importadas. Las larvas de las “mosca soldado” del género *Hermetia* surgen como una excelente alternativa para esta actividad y otras actividades relacionados a la crianza de animales ya que son excelentes bio-conversores de residuos orgánicos, se calcula que de 10 toneladas de desperdicio de alimentos se producen 300 kg de larvas secas de mosca *H. illucens* con alto contenido proteínico y grasas; y 3346 kg de compost (Sheppard, Tomberlin, Joyce, Kiser, & Sumner, 2002; Salomone et al., 2017). A pesar de los diversos estudios relacionados a los ciclos biológicos y composición química de las “mosca soldado” *Hermetia illucens* en otras latitudes. En la amazonia peruana se han encontrado varias especies de “moscas soldado nativa” que aún se desconoce su taxonomía, sus aspectos biológicos y ciclo biológico con diferentes tipos de residuos orgánicos. En ese sentido el presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de los tipos de residuos orgánicos en el ciclo de vida y su composición química de larvas de *Hermetia* sp. “mosca soldado” en Loreto en el año 2020.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes.

En 2019, se efectuaron estudios sobre cuatro sustratos orgánicos para la producción de larvas de *Hermetia illucens* (Díptera- Stratiomyidae) en condiciones controladas en base de maíz, harina de alfalfa, afrecho, suero de leche, estiércol vacuno, broza de papa, residuos de cítricos y residuos de cebolla como fuente de alimento, resultando el estiércol de vacuno el mejor sustrato para el desarrollo de las larvas (Salas, 2019).

En 2017, estudios revelan el estado actual de la tecnología para utilizar la mosca soldado negra (*Hermetia*) para procesar el estiércol de gallinas y cerdos parece hacerlo comercialmente viable, *Hermetia* consume estiércol y convierte los nutrientes en masa larvaria de insectos, que contiene un 40% de proteínas y un 30% de grasas; por lo tanto, es un alimento animal potencial de alto contenido proteico y energético (Newton et al., 2005).

En 2004, señalan que la harina de las larvas de la mosca negra soldado, por su análisis proximal puede ser considerada un ingrediente proteico, además presenta una alta digestibilidad y sus características bromatológicas asociadas a su calidad microbiológica la convierte en una materia prima promisoría en la alimentación animal (Arango et al., 2004).

En 2019, Un estudio sobre el ciclo biológico de *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) bajo las condiciones de laboratorio concluye que en condiciones controladas la especie se adaptó con satisfacción al medio, obteniendo como resultado mejor y mayor producción en menos tiempo que en otros países; el ciclo biológico completo se llevó a cabo en 38 días (Chirinos, 2019).

En 2013, Se estudió la caracterización del ciclo biológico de la mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) utilizando como alimento residuos de tomate bajo las condiciones agroecológicas del municipio de piedecuesta, santander, Colombia, el ciclo total se completó en 43 días, los cuales se distribuyeron así: 5 días en estado de huevo, 15 días en estado larval, tiempo durante el cual el insecto pasa por 6 instares, 16 días en estado de pupa y 7 días como adulto. Durante el proceso se pudieron identificar algunos de los factores que son vitales para la reproducción de la mosca

como son disponibilidad de agua, disponibilidad de espacio para el proceso de cortejo, exposición directa a la luz solar y material atrayente para la ovoposición (Espinosa, 2013).

En 2013. Se estudió los efectos de la dieta de las larvas en los rasgos de la vida adulta de la mosca *Hermetia illucens* (diptera: stratiomyidae) utilizando tres dietas artificiales: alimento para gallinas, harina de carne y una mezcla de estas dos dietas, los resultados indican que la dieta de harina de carne fue la peor de las tres dietas en cuanto a porcentaje de mortalidad y duración de los estadios larvarios y pupales. Concluimos que el alimento ingerido por las larvas de la mosca *Hermetia* negra determina el desarrollo fisiológico y morfológico de los adultos (Gobbi, Martínez-sánchez, & Rojo, 2013).

En 2019. Estudios sobre uso potencial de *Hermetia illucens* (diptera: stratiomyidae) para transformación de pulpa de café: aspectos biológicos, revelan el ciclo completo de *H. illucens* en pulpa de café. Los análisis descriptivos indican un período de incubación de $3,06 \pm 0,09$, la fase larval de $22,83 \pm 0,17$ y la pupa de $19,92 \pm 0,17$, con una viabilidad total (huevo-adulto) de 80% y una longevidad de los adultos hembras y machos de $10,43 \pm 0,48$. Los resultados de esta investigación soportan apuestas futuras de proyectos de desarrollo tecnológico que permitan la cría de la mosca *H. illucens* para alimentación animal y el uso de los subproductos en fertilización de cultivos orgánicos (Giraldo, Rodríguez, & Benavides, 2019).

En 2013. Se estudió el desarrollo de las larvas en seis recursos: alimento para aves de corral de control, hígado, estiércol, residuos de cocina, frutas, verduras y procesamiento de pescado. Las larvas alimentadas con estiércol eran más cortas, pesaban menos y tardaban más en desarrollarse. Los residuos de cocina producían larvas más largas y pesadas, mientras que las larvas alimentadas con pescado tenían casi el 100% de mortalidad (Nguyen et al., 2013).

1.2. Bases Teóricas.

La mosca soldado negra *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae: Hermetiinae) se encuentra distribuida ampliamente a nivel mundial, y tiene

importancia económica (entomofagia), ecológica (descomponedor, entomoremediación), sanitaria (miasis) y forense (Segura, 2014).

Respecto a su ciclo biológico la mosca *Hermetia illucens* tiene metamorfosis completa sus estados se detallan a continuación: Los huevos son de forma ovoide, de 1,0 mm de longitud, coloración variable, de blanco a amarillo claro, y textura lisa. A las 72 horas se aprecia la cápsula cefálica, las larvas son de coloración café oscura a café claro opaco, cuando se encuentran próximas a empupar miden entre 2,7 a 3,0 cm. La cápsula cefálica es en parte expuesta y las mandíbulas tienen formato falciforme, la larva es apoda, alargada fusiforme y aplastada dorso ventralmente; el tegumento endurecido es formado por placas calcáreas, redondeadas, con segmentación visible en el extremo anterior fino y el posterior redondo, dividiéndose en tres regiones: cápsula cefálica (CC), tres segmentos torácicos (ST) y ocho segmentos abdominales (SA). Presenta seis instares larvales, las pupas. Son formadas con la exuvia del último instar larval. Las pupas son de tipo coartada y coloración café oscura. El adulto hembra tiene un tamaño promedio de $22,0 \pm 0,02$ mm y el macho $16,0 \pm 0,01$ mm, son negros a café claro (Giraldo et al., 2019).

Hermetia illucens se caracteriza por que sus larvas degradan todo tipo de residuos orgánicos tanto de origen vegetal como de animal, sus larvas contienen 42% de proteína cruda y 29% de grasa, aunque son más altas en grasas saturadas que la mayoría de los insectos, su mayor ventaja sobre otros insectos es su capacidad de convertir los residuos en alimentos, generando valor y cerrando los circuitos de nutrientes a medida que reducen la contaminación ambiental por desechos orgánicos y los costos, esta ventaja también es una de sus mayores desventajas, para los estigmas sociales y las prohibiciones legales contra los organismos comedores de residuos se añaden a los tabúes existentes que enfrentan el consumo de insectos (Wang & Shelomi, 2017).

Estos insectos son una alternativa como una herramienta para la gestión del estiércol aunque se necesitan investigaciones adicionales, el estado actual de la tecnología para utilizar la mosca soldado negra (*Hermetia*) para procesar el estiércol de gallinas y cerdos parece hacerlo comercialmente viable, *Hermetia* consume estiércol y convierte los nutrientes en masa

larvaria de insectos, que contiene un 40% de proteínas y un 30% de grasas; por lo tanto, es un alimento animal potencial de alto contenido proteico y energético, en el proceso, la masa del estiércol se reduce alrededor del 50%, con reducciones aún mayores en la masa de N y P, se producen beneficios ambientales adicionales, y un análisis reciente sugiere que la gestión del estiércol de esta mosca podría aumentar los ingresos netos en 25.000 dólares por año (Newton et al., 2005). En el tracto intestinal de *Hermetia illucens* se han logrado identificar 7 cepas de la bacteria del género *Bacillus* con capacidad de producir compuestos antibacterianos las mismas que presentaron actividad contra las bacterias (ATCC): *Escherchia. coli*, *Salmonella enterica* y *Staphilococcus aureus* MRSA que constituyen un grupo importante de patógenos para animales y humanos (Pacheco, 2018).

1.3. Definición de términos básicos.

Desechos. Los desechos sólidos incluyen principalmente los desechos domésticos (basura doméstica), a veces con la adición de los desechos comerciales recogidos en una zona determinada, ya sea en estado sólido o semisólido, el término desechos residuales se refiere a los desechos que quedan de las fuentes de materiales que contienen los hogares que no han sido separados o enviados para su reprocesamiento (Bustos, 2010).

Composición bromatológica: Desde un punto de vista etimológico la palabra Bromatología se deriva del griego y significa “Ciencia del alimento”. Debemos definir la bromatología como una ciencia que responde a un cuerpo coherente de conocimiento sistematizado acerca de la naturaleza de los alimentos, de su composición química y de su comportamiento bajo diversas condiciones (Gutierrez, 2000).

Alimento. Un alimento es una sustancia que tiene la propiedad de otorgar a un determinado organismo los nutrientes y la energía necesarios para que cumpla sus funciones básicas. Todos los seres vivos requieren alimento: personas, animales y plantas (<https://www.significados.com/alimento/>).

Reproducción. La reproducción quiere decir “volver a producir o a engendrar”. Es una característica de los seres vivos, por medio de la misma se forma un nuevo organismo, a partir de células o estructuras más o menos diferenciadas o especializadas (Cabral, 2015).

Ciclo biológico. Se denomina ciclo de vida o historia de vida al círculo imaginario que traza un organismo desde las estructuras reproductivas con las que se inicia hasta el momento en que se forma sus propias estructuras reproductivas similares a los primeros (Cabral, 2015).

CAPITULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

2.1. Variables y su operacionalización

Variables	Operacionalización	Indicadores	Índice
Variable independiente	Tipo de residuos orgánicos	Residuo de naranja	Bagazo
		Residuo de plátano	Bagazo
Variable dependiente	Ciclo de vida	Cantidad de huevos	Numero
		Periodo del huevo	Días
		Periodo de la larva	Días
		Periodo de prepupa	Días
		Periodo de pupa	Días
		Longitud de larva	mm
		Longitud de prepupa	mm
		Longitud de pupa	mm
		Longitud de adulta	mm
		Composición química	Ácidos grasos
	Proteína		Tipo
	Fibra		Tipo
	Carbohidratos		Tipo

2.2. Formulación de la hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Los tipos de residuos orgánicos influyen significativamente en el ciclo de vida y su composición química de Larvas de *Hermetia* sp. “mosca soldado”, Loreto, 2020.

2.3.2. Hipótesis específica

- Los tipos de residuos orgánicos influye significativamente en el ciclo de vida de larvas de *Hermetia* sp. “mosca soldado”.
- Los tipos de residuos orgánicos influyen significativamente en la composición química de Larvas de *Hermetia* sp. “mosca soldado”.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación transversal - analítico, nivel de la investigación explicativo - eminentemente cuantitativo, diseño de la investigación experimental.

3.2. Población y muestra

Población de estudio

La población de estudio está constituida para todas las larvas de la “mosca soldado”, las unidades de estudio son las larvas alimentadas con residuos orgánicos que influyen en el ciclo de vida y la composición química en Loreto.

Tamaño de la muestra de estudio

El tamaño de la muestra en estudio es de 30 larvas por tipo de residuos orgánicos como alimento de los estadios larvales.

Diseño muestral

En el presente cuadro se muestra la disposición de los tratamientos, corresponde al factor principal de estudio tipos de residuos orgánicos, única fuente de variación en estudio con dos niveles, categorías de agrupación o de comparación en relación a las variables respuesta evaluadas.

Cuadro de tratamientos

Tratamientos	Descripción	Clave
T1	Residuo de naranja	RN
T2	Residuo de plátano	RP

Unidades experimentales

N° de tratamientos ----- 02

N° de repeticiones ----- 30

Total, de UE (tn= 02 x 30) ----- 60

Área del área experimental (dos mesas)

Área experimental (mesa de trabajo)

Largo ----- 3.0 m

Ancho ----- 1.0 m

Total, Área del campo experimental ---- 3.0 m²

3.3. Técnica e instrumentos

El registro de los parámetros del ciclo biológico se realizó en el laboratorio, utilizando estereoscopio, reglas micrométricas, vernier y balanza analítica cuyos datos fueron registrados en hojas de cálculos de Excel debidamente elaborados (Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3).

3.4. Procedimiento de recolección de los datos

Materiales:

De campo:

- Taper con Cebos de restos de naranja fermentado, taper de 1 l. Pinzas, Pincel, Plumones indelebles, Guantes quirúrgicos, Lápices, Stickers, Alcohol 96%, Libretas de campo, Cámara fotográfica

De gabinete:

- Estereoscopio, Microscopio compuesto, Placa petri, Pinzas, Pinceles, Microtubos (eppendorf), Plumones indelebles finos, Computadora, USB, Paquete Estadístico, Cámara Fotográfica, Fichas de apuntes, Papel toalla.

Conducción del experimento

Cerca al laboratorio se hizo una zona de acostumbramiento para las moscas del género *Hermetia* de vida silvestre, en el sitio elegido se puso recipientes de plástico con cebos de cascara de residuos de naranja fermentada y se esperó que se acercaran las hembras para depositar sus huevos. seguidamente los huevos depositados se colectaron al término de la oviposición llevando al laboratorio para su disposición en placas de Petri, anotando el día y hora.

Evaluación de ciclo biológico:

El ciclo biológico se registró en laboratorio a una temperatura entre 26 a 29 °C, a partir de 1 masa de huevos recolectados desde el campo luego que la hembra lo depositara en los cartones de oviposición se contabilizó 463 huevos en esa masa. Treinta larvas emergidas fueron colocadas en envases de plástico de 8 onzas con su alimento respectivo (bagazo de naranja y plátano maduro). La limpieza de las unidades de cría inicialmente se realizó cada cinco días limpiando la humedad del envase y los residuos del alimento, cuando las larvas desarrollaron se alimentó cada dos días, eliminando las excretas y el alimento sobrante, evitando proliferación de entomopatógenos. A partir del estadio final se transfirió a envases de mayor tamaño y se colocó aserrín para favorecer el empupamiento y un apropiado estiramiento alar en los adultos emergentes.

Evaluación de los estados:

De los huevos

Después que la hembra completó el proceso de oviposición se retiró el sustrato que contiene los huevos y se colocó en envases plásticos para su transporte al laboratorio, luego se caracterizó y se midió en un microscopio compuesto con regla micrométrica, colocándose en envases de plástico de 8 onzas y se registró el periodo (días) en la que emergen las larvas. Registrando los días que duró el proceso en la ficha de evaluación de huevos (Anexo 1).

De las larvas

Luego de la emergencia de las larvas se confiaron en número de 30 de forma individual en cada alimento (tratamiento) y se aseguró el envase para evitar su escape, cada envase tiene un código de evaluación, las cuales se revisó diariamente hasta el estadio de prepupa (cambio de color negro). Las larvas fueron medidas al nacimiento en un microscopio con micrométrico y el último estadio se midió utilizando el vernier anotando las longitudes en una ficha de recolección de datos (anexo 3), el periodo del proceso larval se registró en la ficha de evaluación del ciclo biológico (Anexo 2). Se

caracterizó el primer estadio y el último estadio larval empleando el estereoscopio.

De la prepupa

Cuando las larvas cambiaron de color hacia marrón y negro fueron medidos con el vernier y pesados en una balanza analítica los datos fueron registrados en el Anexo 3. Luego de medirlos y pesarlos fueron colocados en un taper con aserrín registrándose diariamente hasta que alcancen el estado de pupa. Se registró las características de la misma y el periodo que duró esta etapa (Anexo 2).

De la Pupa

Se registró las características de la pupa formada y se contó los días (periodo) en que duró este proceso hasta la emergencia del adulto. Anexo 2) y se midieron la longitud y el ancho, luego fueron pesados los datos fueron registrados en el Anexo 3.

De la longevidad del adulto

Cada adulto que emergía de su pupa fue colocado de forma individual en una taper de 1 litro transparente y se les proporciono agua diariamente. Los datos se registraron en una ficha de evaluación hasta la muerte de la mariposa (Anexo 2). La determinación taxonómica de los adultos se realizó en el SENASA-Lima a cargo de la especialista de taxonomía de dípteros.

Provisión de los residuos:

Residuos de naranja (*Citrus sinensis*), estos residuos fueron recogidos de las expendedoras de jugo de naranja de los mercados y colocado en baldes con tapa hermética.

Residuos de plátano (*Musa paradisiaca*), este alimento se acopió de las expendedoras de plátano maduro en proceso de descomposición de los mercados y fueron almacenados en baldes con tapa hermética.

Evaluación de la composición química de las larvas

Se realizó el análisis proximal de las larvas según los métodos recomendados por (Horwitz & Latimer, 2006). El contenido de humedad se determinó por secado de las muestras a 105°C durante 3 h en una estufa. Las cenizas se incineraron a 550°C durante 5 h en una mufla. El contenido total de grasas fue determinado por el método de soxhlet. El contenido de nitrógeno fue determinado usando el método kjeldahl y multiplicado por un factor (6,25) para determinar el contenido de proteína cruda. Fibra por tratamiento con ácido y base. Carbohidratos por diferencia (100 – suma de los porcentajes de cada uno de los anteriores).

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1. Técnicas de procesamiento

El análisis se ajusta al procesamiento con el modelo estadístico con 2 tratamientos y 30 repeticiones haciendo un total de 60 unidades experimentales. Para el registro del ciclo biológico y los parámetros de las longitudes y peso de larva final, prepupa, pupa y adultos, consignados en los Anexos 1, 2 y 3. El análisis de la información se realizó utilizando los paquetes estadísticos MS-Excel, para la sistematización y tabulación de los datos, para el análisis estadístico y la prueba de significancia se utilizó el programa SPSS versión 22.

3.5.2. Análisis estadístico

Para las variables que siguieron los supuestos de normalidad y de heterogeneidad se empleó la prueba de comparaciones independientes 'T' de Student y la prueba no paramétrica **U de Mann-Whitney** para las variables que cumplieron los supuestos, con una probabilidad de error del 5%, estos análisis fueron determinados a través del programa SPSS versión 22 y las diferencias estadísticas ($p < 0.05$) de la composición química de las larvas fueron calculados mediante un test ANOVA, utilizando el programa SigmaPlot 11.0.

3.6. Aspectos éticos

Este estudio se realizó respetando las condiciones ambientales del medio donde se ejecutó el presente trabajo con responsabilidad socio ambiental, sin perjudicar los recursos naturales ya que se empleó material experimental no contaminante y las labores fueron amigables con el ambiente. El trabajo de investigación no presentó limitaciones éticas, la información recabada ha sido utilizada solo para fines de trabajo de investigación.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Determinación Taxonómica.

La mosca fue determinada como *Hermetia illucens*; Linnaeus, 1758 por la Dra. Norma Nolasco taxónoma del servicio Nacional de Sanidad Agraria- SENASA, Lima Perú.



Figura 1. Adulto de *Hermetia illucens* “mosca soldado negra”

4.2. Características del ciclo biológico de *Hermetia illucens*.

El huevo tiene forma ovoide alargado similar a un grano de arroz de color hialino. Su periodo dura en promedio 3.00 ± 0.00 días y su longitud promedio mide 1.45 ± 0.04 mm (n=30). Los periodos de los estados (larva, prepupa, pupa y adulto) se muestran en la tabla N° 1 según tratamientos. El ciclo biológico de *H. illucens* con el tratamiento residuo de naranja tuvo un periodo (días) menor al del tratamiento con residuos de “plátano” estos parámetros se muestra en el Grafico 1.

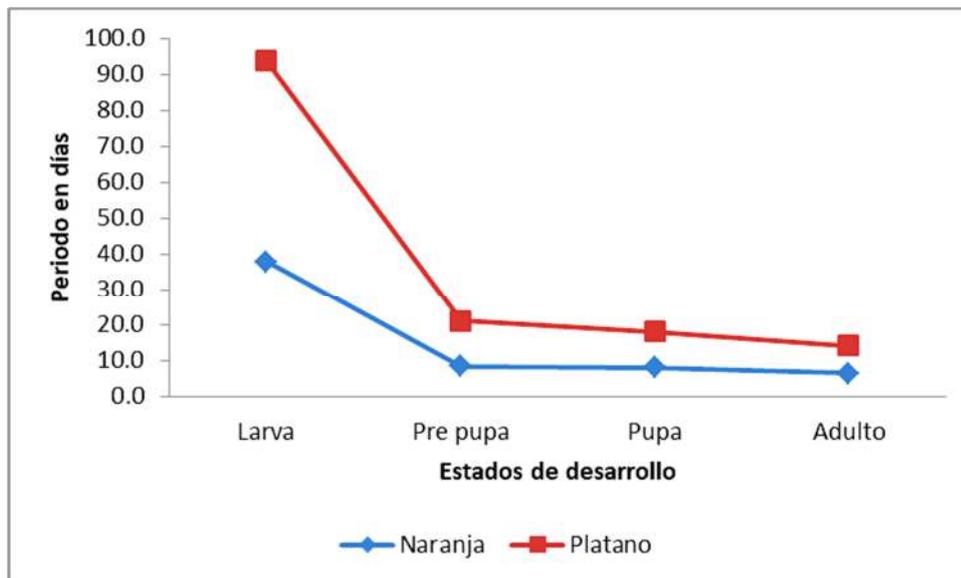
La característica de la larva es de color cremosa, tiene 11 segmentos, en el primer segmento se observa dos estructuras a manera de ojos ubicados en la zona pleural a los costados del segmento. Su cuerpo está cubierto de pelos negros, estos pelos se distribuyen en el centro del dorso de cada segmento distribuidos uniformemente en hilera en los 10 primeros segmentos y en el 11avo segmentos son dispersos. La cabeza es de color marrón de forma truncada presenta mandíbulas y ojos pequeños, la prepupa mantiene las características de la larva, al inicio es de color marrón oscuro luego se torna de color negro deja de alimentarse y busca un lugar seco y oscuro

para desarrollar la pupa, la pupa es de color negro se caracteriza por su rigidez y presenta una curvatura en la parte posterior del abdomen. El adulto es una mosca de color negro con dos halos de color blanco en el primer segmento abdominal (Figura 1). Bajo condiciones de cautiverio no se observaron copula, pero si oviposición a pesar que su aparato bucal es menos desarrollados que las moscas domesticas suelen beber abundante líquido.

Tabla 1: Promedios (días) y desviación estándar de los estados de desarrollo durante el estudio del ciclo biológico de *Hermetia illucens* según tratamientos (*Citrus sinensis* “naranja” y *Musa paradisiaca* “plátano”) en laboratorio (marzo a mayo del 2021).

Estado	Naranja	Plátano
	Promedios (días)	Promedios (días)
Huevo	3.00±0.00	3.00±0.00
Larva	37.85±2.18	55.88±8.23
Pre pupa	8.47±1.66	12.64±5.16
Pupa	8.12±2.03	9.94±1.00
Adulto	6.58±2.21	7.50±2.45
Total	64.02	88.97

Figura 2. Periodo en días del desarrollo del ciclo biológico de *Hermetia illucens* alimentados con residuos orgánicos de *Citrus sinensis* “naranja” y *Musa paradisiaca* “plátano” en laboratorio (marzo a mayo del 2021).



La figura 2. Muestra las curvas del ciclo biológico de *Hermetia illucens* según tratamientos. Se observa menor tiempo con la dieta de la “naranja” (64.02 días en promedio) y con el plátano el periodo es mayor (88.97 días en promedio).

4.3. Supervivencia y relación con el ciclo biológico

4.3.1. Supervivencia del desarrollo larval de *Hermetia illucens*

En la tabla N° 2, se reporta el porcentaje de larvas vivas de *H. illucens*, la mayor supervivencia corresponde al tratamiento con residuo de naranja (97%) de larvas, (87%) de prepupas y (87%) de pupas. En la dieta con plátano también se alcanzó mayor supervivencia en estado larval (97%) en prepupa (73%) y (60%) en pupas.

La especie *H. illucens* muestra un adecuado porcentaje de supervivencia alimentada con residuos de “naranja”, alcanzando el nivel más bajo en el estado de pupa con el residuo de “plátano”

Tabla N° 2. Supervivencia larval de *Hermetia illucens*

N° de larvas vivas	Porc. de supervivencia de larvas	N° de prepupas vivas	Porc. de supervivencia de prepupas	N° de larvas vivas	Porc. de supervivencia de pupas
29	97%	26	87%	26	87%
29	97%	22	73%	18	60%

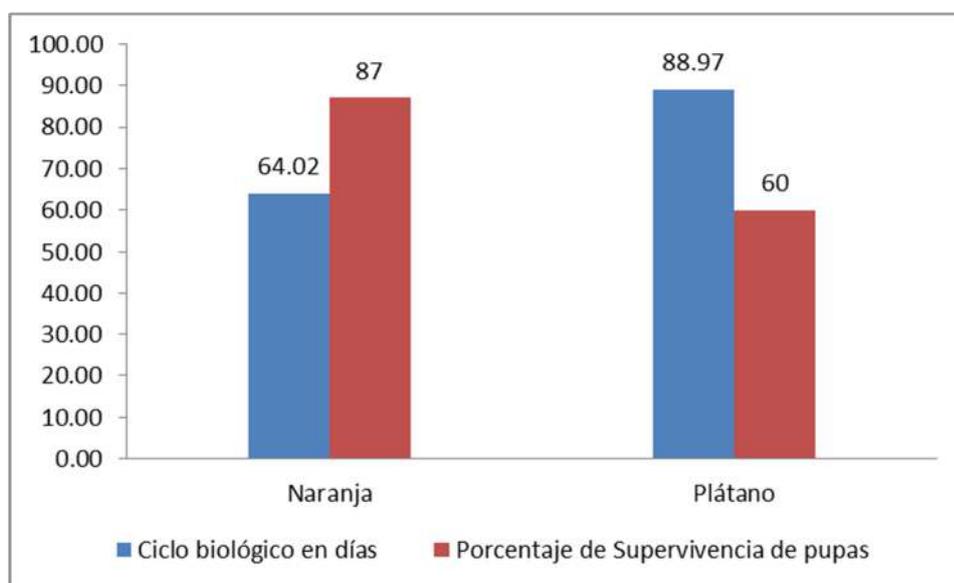
4.3.1 Relación supervivencia y ciclo biológico de la especie *Hermetia illucens* en días.

En la Tabla N° 3, se reporta el periodo del ciclo biológico, la mayor sobrevivencia de prepupas y pupas corresponde al tratamiento con residuo de naranja con 87% respectivamente. La “mosca soldado” *H. illucens*, muestra un conveniente porcentaje de sobrevivencia con el residuo de naranja, alcanzando el nivel más bajo cuando son alimentadas con residuo de plátano. Así mismo en la Tabla 3, se muestra la relación del ciclo de vida con la sobrevivencia. De esto nos permite desprender que las larvas alimentadas con residuo de naranja completan su ciclo biológico en menos días (64.02 días en promedio) y mayor sobrevivencia de prepupas y pupas (87%), mientras que con la dieta del plátano el ciclo biológico es más prolongado (88.97 días) y una menor sobrevivencia en prepupas y pupas (73 y 60%) respectivamente.

Tabla N° 3. Relación entre ciclo biológico y la supervivencia

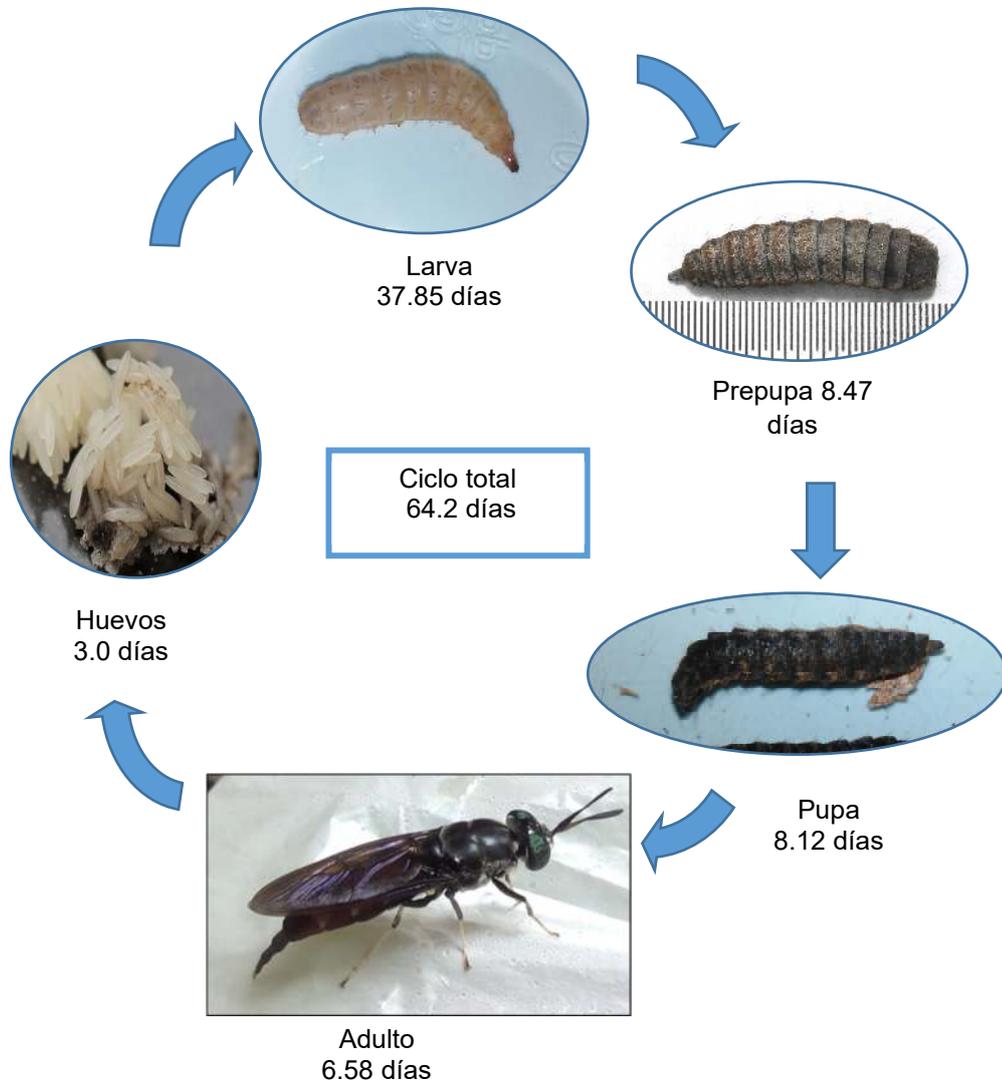
Tratamiento	Ciclo biológico (días)	Porc. de supervivencia de larvas	Porc. de supervivencia de prepupas	Porc. de supervivencia de pupas
Naranja	64.02	97%	87%	87%
Plátano	88.97	97%	73%	60%

Figura 3. Ciclo biológico y supervivencia de *Hermetia illucens*



En la figura 3 se aprecia que el ciclo biológico es más rápido y con mayor porcentaje de supervivencia de pupas con el residuo orgánico de la naranja, siendo que el ciclo biológico más largo y con menor porcentaje de supervivencia de pupas se logra con el residuo del plátano.

Figura 4. Esquema del ciclo biológico de *Hermetia illucens* con periodos obtenidos con la dieta de residuos de naranja bajo condiciones de laboratorio.



4.4. Parámetros del ciclo biológico

4.4.1. Longitud de la larva final de *Hermetia illucens* en milímetro (mm)

En la tabla 4, la Prueba de U de Mann-Whitney para la variable longitud de larva final en mm de la “mosca soldado” *H. illucens*, expresa diferencia estadística no significativa ($p > 0.05$) para los tipos de residuos orgánicos.

Tabla 4. Prueba de U de Mann-Whitney para Longitud de larva final (mm)

Tratamientos	N	Medias	D.E.	Mediana	DE	W	p-valor
Naranja	30	19.27	0.980	19.04	0.98	792.00	0.262
Plátano	29	18.46	2.620	18.63	2.66		

4.4.2. Longitud de la prepupa de *Hermetia illucens* en milímetro (mm)

En la tabla 5, la Prueba de “t” de Student para la variable peso de la longitud de la pupa en mm de la “mosca soldado negra” *H. illucens*, expresa diferencia estadística no significativa ($p > 0.05$) para los tipos de residuos orgánicos.

Tabla 5. Prueba de “t” de Student para la longitud de la prepupa (mm)

Tratamientos	N	Medias	N-P	LI(95)	LS(95)	pHmVar	T	p-valor
Naranja	29	18.56	-0.32	-0.06	0.41	0.041	-0.89	0.378
Plátano	25	18.88						

4.4.3. Longitud de la pupa de *Hermetia illucens* en milímetro (mm)

En la tabla 6, la Prueba de U de Mann-Whitney para la variable longitud de la pupa en mm de la “mosca soldado” *H. illucens*, expresa diferencia estadística no significativa ($p > 0.05$) para los tipos de residuos orgánicos.

Tabla 6. Prueba de U de Mann-Whitney para la longitud de la pupa (mm)

Tratamientos	N	Medias	D.E.	Mediana	DE	W	p-valor
Naranja	26	17.84	1.050	17.97	1.05	456	0.086
Plátano	22	16.77	2.120	17.17	2.12		

4.4.4. Peso de la larva final de *Hermetia illucens* en gramo (g)

En la tabla 7, la Prueba de U de Mann-Whitney para la variable peso de la larva final en mm de la “mosca soldado” *H. illucens*, expresa diferencia estadística no significativa ($p > 0.05$) para los tipos de residuos orgánicos.

Tabla 7. Prueba de U de Mann-Whitney para el Peso de larva final (g)

Tratamientos	N	Medias	D.E.	Mediana	DE	W	p-valor
Naranja	30	0.16	0.020	0.16	0.02	795	0.252
Plátano	29	0.15	0.030	0.15	0.03		

4.4.5. Peso de la prepupa de *Hermetia illucens* en gramo (g)

En la tabla 8, la Prueba de “t” de Student para la variable peso de la prepupa en g de la “mosca soldado” *H. illucens*, expresa diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$) para los tipos de residuos orgánicos.

Tabla 8. Prueba “t” de Student para el Peso de pupa (g).

Tratamientos	N	Medias	N-P	LI(95)	LS(95)	pHmVar	T	p-valor
Naranja	29	0.12	-0.02	-0.03	-0.01	0.184	-3.07	0.003
Plátano	25	0.14						

4.4.6. Peso de la pupa de *Hermetia illucens* en gramo (g)

En la tabla 9, la Prueba de “t” de Student para la variable peso de la pupa en g de la “mosca soldado” *H. illucens*, expresa diferencia estadística no significativa ($p > 0.05$) para los tipos de residuos orgánicos.

Tabla 9. Prueba de “t” de Student para el Peso de pupa (g).

Tipo de alimento	N	Medias	N-P	LI(95)	LS(95)	pHmVar	T	p-valor
Naranja	26	0.10	0.01	-0.01	0.02	0.149	1.150	0.257
Plátano	22	0.09						

4.4 Composición química de las larvas.

Respecto a la composición química de la larva los análisis proximales muestran que las larvas alimentadas con plátano presentan un perfil con mayor porcentaje de lípidos, proteínas, fibra cruda y carbohidratos en comparación con las larvas alimentadas con bagazo de naranja y expresa diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$) para los tipos de residuos orgánicos (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis proximal de larvas de *Hermetia illucens* alimentados con residuos orgánicos de *Citrus sinensis* “naranja” y *Musa paradisiaca* “plátano” en laboratorio (marzo a mayo del 2021).

Análisis químico	Naranja	Plátano
% Humedad	78.63 ± 0.53 ^a	55.59 ± 0.72 ^b
% Cenizas	1.55 ± 0.01 ^a	1.78 ± 0.02 ^a
% Lípidos Totales	5.52 ± 0.09 ^a	14.06 ± 0.08 ^b
% Proteína cruda (MS)	27.67 ± 0.58 ^a	36.75 ± 0.62 ^b
% Proteína cruda (MF)	5.59 ± 0.12 ^a	14.03 ± 0.24 ^b
% Fibra cruda	1.11 ± 0.03 ^a	2.01 ± 0.07 ^b
% Carbohidratos	7.6	11.99

Cada valor representa las medias ± DE de tres repeticiones, $n = 3$, mientras que letras diferentes en la misma fila indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0.05 ($p < 0.05$)

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Determinación Taxonómica.

La mosca fue determinada taxonómicamente como *Hermetia illucens*. A pesar de que *H. illucens* es originaria de las zonas tropicales, subtropicales y templadas cálidas de América (Makkar et al); gracias al desarrollo del transporte internacional a partir de los años 40 del siglo pasado este insecto fue introducido a muchas regiones del mundo y su presencia se encuentra actualmente en todo el trópico (Leclercq, 1997). Esta investigación reporta por primera vez la presencia *H. illucens* en la amazonia peruana.

5.2. Características del ciclo biológico de *Hermetia illucens*.

Las características de las fases de desarrollo de la mosca *Hermetia illucens* encontrada en el presente estudio (huevo, larva, pupa y adultos) no difiere de lo reportados por Thomberlin et al., (2002); Giraldo (2019) y Barros et al. (2018).

5.3. Supervivencia y relación con el ciclo biológico

Se registró una supervivencia de larvas de 97%, en prepupas y pupas 87% con residuo de naranja y aunque se alcanzó igual porcentaje de supervivencia en larvas (97%) con residuo de plátano, en los estados de prepupa y pupa fueron menores (73 y 60% respectivamente). En cambio, Gobbi et al. (2013) con una dieta de pienso de gallina reporta una supervivencia de 93% en larvas y 99% en pupas; con dieta de harina de carne la supervivencia fue menor en los estadios de larva y pupa, cuyos valores fueron 40 y 20%, respectivamente. Del mismo modo Nguyen et al. (2013), cuando estudió el desarrollo de las larvas en seis recursos: 1) alimento para aves de corral como control, 2) hígado de cerdo, 3) estiércol de cerdo, 4) desechos de cocina, 5) frutas y verduras, y 6) encontraron baja supervivencia en tres recursos. con la dieta del pescado 47% de supervivencia en prepupa y 1.5 % en la fase de pupa, con la dieta del hígado 57% en prepupa y 21% en pupa y con la dieta de residuos de cocina 47% en prepupa y 41% en pupa. Las mayores supervivencias encontraron con la

dieta hortalizas 77% en prepupas y 74% en pupas, con estiércol 74% en prepupa y 73% en pupa y con el alimento para aves de corral (control) obtuvieron 80% en prepupa y 77% en pupa. Con respecto al periodo promedio del ciclo desde huevo hasta adulto en *C. sinensis* “naranja” y *M. paradisiaca* “plátano” fue de 64.02 y 88.97 días respectivamente estos valores son mayores a los reportados por Espinosa y Peña (2013) encontraron 43 días cuyas larvas fueron alimentados con residuos de *Solanum* sp. “tomate”, datos similares fueron reportado por Thomberlin et al. (2002) quienes indican un promedio de 40 y 43 días con una dieta artificial. Por su parte Giraldo (2019) reporta un promedio de 45,75 días utilizando como sustrato residuos de pulpa de *Coffea arabica* “café”. Las larvas de la mosca soldado demoran dos semanas en llegar a la etapa prepupal, sin embargo, este tiempo puede aumentar a cuatro meses si la alimentación es limitada, además la calidad del sustrato alimenticio y la humedad del sustrato afecta el crecimiento y la supervivencia de las larvas, así como las características biológicas de las moscas adultas (Myers et al., 2008; Gobbi et al., 2013, Chamank et al., 2017).

5.4. Parámetros del ciclo biológico.

En relación a los parámetros de los estados inmaduros de larvas, prepupas y pupas no se encontró diferencias significativas con respecto a la longitud de los estados inmaduros. De la larva se obtuvo ($p>0.260$), en la prepupas ($p>0.378$) y pupa ($p>0.086$). Por su parte Nguyen et al., 2013 indican que las larvas alimentadas con desechos orgánicos de cocina producían larvas más largas, en cambio aquellas larvas alimentadas con estiércol eran más cortas. Con respecto a los parámetros del peso de los estados inmaduros no se encontró diferencias significativas. Las larvas mostraron ($p>0.260$) y las pupas un ($p>0.378$). Sin embargo, en el estado de prepupa el peso expresa una diferencia significativa alta ($p < 0.01$) con la dieta del plátano. De igual modo Nguyen et al. (2013) encontraron que las larvas alimentadas con desechos orgánicos de cocina producían larvas más pesadas, en cambio aquellas larvas alimentadas con estiércol pesaban menos y tardaban más en desarrollarse; mientras que las larvas alimentadas con pescado tenían casi el 100% de mortalidad. Los parámetros de los rasgos del ciclo biológico de

los adultos de la mosca soldado negra (BFS) varían porque depende mucho de la cantidad y calidad del alimento con las que se les provee como larvas, ya que los adultos no se alimentan (Tomberlin et al., 2002; Liu et al., 2008).

5.5. Composición química de las larvas.

La composición química de la larva indica que aquellas larvas alimentadas con plátano muestran mayores porcentajes de lípidos, proteínas, fibra cruda y carbohidratos que las larvas alimentadas con bagazo de naranja. Los resultados obtenidos en plátano de 36.75 de proteína y 14.06% de grasa son relativamente similares a lo reportado por Arango et al. (2004) quienes usaron excreta de ave (gallinaza) como fuente de alimento y reportan un perfil químico del análisis de tres diferentes laboratorios de 36,98, 39,30 y 37,37% de proteína y 13,89, 18,82 y 23,50 de grasa; aunque estos dos últimos superan a nuestros resultados de grasa. En cambio, Newton et al. (2005) encontró 43.2% de proteína con una dieta de estiércol de cerdo. Por su parte Li et al. (2022) encontraron en larvas un contenido promedio de proteína bruta de 43.99% y 35% de grasa utilizando una mezcla de residuos de cuajado de soja (SCR) y residuos de cocina (RC); estos autores indican que el crecimiento y el rendimiento de las larvas de la mosca soldado negra BSF está muy influenciado por el tipo de sustrato de cría, así que una dieta desequilibrada por un solo alimento se podría solucionar utilizando una mezcla de diferentes tipos de residuos con el propósito de proporcionar una alimentación nutritiva y equilibrada a las larvas. Tal apreciación también es indicada por Barroso et al. (2017) quienes experimentaron la adición de omega (N-3) a las dietas larvales de *H. illucens* dando como resultado, larvas con tres veces más de omega (N-3); concluyeron que las cantidades de Omega (N-3) en las larvas de *H. illucens* podrían ser alteradas por la manipulación dietética en un corto período de tiempo.

CAPITULO VI: PROPUESTA

Los resultados de esta investigación aportan valiosa información sobre su ciclo biológico y su composición química de la mosca soldado negra *Hermetia illucens* con dos tipos de residuos orgánicos que servirá de base para propuestas de investigación aplicada como una alternativa proteínica en base a larvas de insectos para alimentación animal (peces y aves de corral). Al mismo tiempo tendrá un impacto ambiental porque las larvas de *H. illucens* son capaces de bio convertir los residuos orgánicos (basura) en alimento y compost (fertilizante orgánico) que se podrían emplearse como alimento de los animales y abono para las plantas en la amazonia peruana.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES

1. La mosca fue determinada taxonómicamente como *Hermetia illucens*; Linnaeus, 1758 constituyéndose en el primer reporte para la amazonia peruana.
2. El ciclo biológico de *H. illucens* con el residuo de naranja tuvo el menor tiempo duro 64.02 días en promedio y 88.97 días promedio con el residuo de plátano.
3. La mayor sobrevivencia ocurrió con el residuo de naranja, las larvas lograron sobrevivir en un 97%, las prepupas y pupas 87% respectivamente. En la dieta con plátano también se obtuvo 97% de supervivencia, en prepupa 73% y en pupas 60%.
4. No se encontraron diferencias significativas en la variable longitud de la larva ($p=0.260$), prepupa ($p=0.378$) y pupas ($p=0.086$) entre los tratamientos empleados.
5. No hubo diferencias significativas en la variable peso de la larva ($p=0.252$) y pupas ($p=0.257$); en cambio, si encontramos una diferencia altamente significativa en el estado de prepupa ($p=0.003$) entre los tratamientos empleados.
6. La análisis de la composición química indica que las larvas alimentadas con residuo de plátano presentan mayor porcentaje de lípidos 14,06%, proteínas (MS) 36,75%, fibra cruda 2,01% y carbohidratos 11,99%; que las larvas alimentadas con residuo de naranja que obtuvieron en lípidos 5,52%, proteínas (MS) 27,67%, fibra cruda 1,11% y carbohidratos 7,6%.

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

1. Utilizar los resultados de este estudio para futuros trabajos de investigación aplicada que permitan aprovechar la capacidad de las larvas de *H. illucens* en la bioconversión de los residuos orgánicos de naranja y plátano en masa alimenticia para ser experimentados en dietas de animales y su humus (abono orgánico) sea empleados para estudios experimentales comparando con el humus de la lombriz y los abonos sintéticos en hortalizas, plantas frutales y forestales.
2. Continuar realizando estudios en busca de residuos orgánicos que proporcionen mayores porcentajes de proteínas y lípidos como una alternativa proteínica a la harina de pescado para alimento animal.

CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arango, G., Vergara, R., & Mejia, H. (2004). Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermetia illucens* L. (Diptera:Stratiomyiidae) en Angelópolis-Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 57(2), 2491–2500.
- Barros, L. M., Gutjahr, A. L. N., Ferreira-Keppler, R. L., & Martins, R. T. (2019). Morphological description of the immature stages of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758)(Diptera: Stratiomyidae). *Microscopy Research and Technique*, 82(3), 178-189. <https://doi.org/10.1002/jemt.23127>
- Barroso, F. G., Sánchez-Muros, M. J., Segura, M., Morote, E., Torres, A., Ramos, R., & Guil, J. L. (2017). Insects as food: Enrichment of larvae of *Hermetia illucens* with omega 3 fatty acids by means of dietary modifications. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.04.008>
- Bustos, C. (2010). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*, (27), 121–144.
- Cabral, E. (2015). Reproducción y Ciclos de vida. In *Diversidad vegetal para guardaparques universitarios- facena (UNNE)* (p. 5).
- Cammack, J. A., & Tomberlin, J. K. (2017). The impact of diet protein and carbohydrate on select life-history traits of the black soldier fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). *Insects*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/insects8020056>
- Chirinos, R., Pedreschi, R., Domínguez, G., & Campos, D. (2015). Comparison of the physico-chemical and phytochemical characteristics of the oil of two *Plukenetia* species. *Food Chemistry*, 173, 1203–1206. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.120>
- Chirinos, Y. (2019). *Estudio del ciclo biológico de Hermetia illucens (Diptera: Stratiomyidae) bajo las condiciones de laboratorio en la irrigación majes, Caylloma Arequipa*. Teis de pregrado, Universidad Católica De Santa María, Arequipa. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/54219826.pdf>
- Diener, S., Zurbrügg, C., & Tockner, K. (2015). Bioaccumulation of heavy

- metals in the black soldier fly, *Hermetia illucens* and effects on its life cycle. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(4), 261–270. <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.0030>
- Espinosa, S. (2013). Caracterización del ciclo biológico de la mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Piedecuesta, Santander, Colombia. In *Tesis de grado, Universidad industrial de Santander* (p. 62).
- Fisher, H., & Romano, N. (2020). *Black soldier fly larval production in a stacked production system Development and testing at the University of Arkansas at Pine*. (March), 1–8.
- Giraldo, J., Rodríguez, V., & Benavides, M. (2019). Uso potencial de *Hermetia illucens* (linnaeus) (diptera: stratiomyidae) para transformación de pulpa de café: aspectos biológicos. *Cenicafé*, 70(2), 81–90.
- Gobbi, P. A., Martínez-sánchez, A. N., & Rojo, S. A. (2013). The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly. *Eur. J. Entomol.* 110(3), 461–468.
- Gutierrez, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Horwitz, W., & Latimer, G. (2006). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. In *AOAC INTERNACIONAL*. Concepto de alimento. <https://www.significados.com/alimento/>.
- Myers, H. M. Tomberlin, J.; Lambert, B. D.; Kattes, D. 2008. Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Fed Dairy Manure, *Environmental Entomology*, Volume 37 (1), 11–15, <https://doi.org/10.1093/ee/37.1.11>
- Newton, G. L., Sheppard, D. C., Watson, D. W., Burtle, G. J., Dove, C. R., Tomberlin, J. K., & Thelen, E. E. (2005). The black soldier fly , *Hermetia illucens* , As a Manure Management Resource Recovery Tool. In *Symposium on the state of the science of Animal Manure and Waste Management* (Vol. 1, p. 57). Citeseer.
- Nguyen, T. T. X., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2013). Influence of resources on hermetia illucens. (diptera: Stratiomyidae) larval development. *Journal of Medical Entomology*, 50(4), 898–906. <https://doi.org/10.1603/ME12260>

- Li, X., Zhou, Z., Zhang, J., Zhou, S., & Xiong, Q. (2022). Conversion of mixtures of soybean curd residue and kitchen waste by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.). *Insects*, 13(1), 23. <https://doi.org/10.3390/insects13010023>
- Liu, Q., Tomberlin, J. K., Brady, J. A., Sanford, M. R., & Yu, Z. (2008). Black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environmental entomology*, 37(6), 1525-1530. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-37.6.1525>
- Pacheco, R. (2018). *Búsqueda de antibióticos a partir de microorganismos del tracto digestivo de la mosca saprófaga Hermetia illucens*. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Salas, J. (2019). *Evaluación de cuatro sustratos orgánicos para la producción de larvas de Hermetia illucens (Díptera- Stratiomyidae) en condiciones controladas de la irrigación majes – Pedregal, Caylloma Arequipa*. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María.
- Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S., & Savastano, D. (2017). Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using *Hermetia illucens*. *Journal of Cleaner Production*, 140, 890–905. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.154>
- Segura, M. (2014). *Composición Bromatológica Hermetia Illucens*. Tesis de pregrado, Universidad de Almeria.
- Sheppard, D. C., Tomberlin, J. K., Joyce, J. A., Kiser, B. C., & Sumner, S. M. (2002). Rearing methods for the black soldier fly (diptera: Stratiomyidae). *Journal of Medical Entomology*, 39(4), 695–698. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.4.695>
- Tomberlin, J. K., Sheppard, D. C., & Joyce, J. A. 2002. Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Annals of the Entomological Society of America*, 95(3), 379-386. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2002\)095\[0379:SLHTOB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2002)095[0379:SLHTOB]2.0.CO;2)
- Wang, Y.-S., & Shelomi, M. (2017). Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods*, 6(10), 91. <https://doi.org/10.3390/foods6100091>

ANEXOS

1. Ficha de evaluación del periodo de huevo de *Hermetia illucens*

Huevos			
Codigo de la muestra	Fecha de Oviposicion	Fecha de Emer. Larva	Duración del proceso (días)
H1			
H2			
H3			
H4			
H5			
H6			
H7			
H8			
H9			
H10			
H11			
H12			
H13			
H14			
H15			
H16			
H17			
H18			
H19			
H20			
H21			
H22			
H23			
H24			
H25			
H26			
H27			
H28			
H29			
H30			

2. Ficha de evaluación del ciclo biológico de *Hermetia illucens*

Periodo de larva				Prepupa			
Codigo	Fecha de evaluación	Fecha de muda	Duración del proceso (días)	Codigo	Fecha de evaluación	Fecha de muda	Duración del proceso (días)
L1				L1			
L2				L2			
L3				L3			
L4				L4			
L5				L5			
L6				L6			
L7				L7			
L8				L8			
L9				L9			
L10				L10			
L11				L11			
L12				L12			
L13				L13			
L14				L14			
L15				L15			
L16				L16			
L17				L17			
L18				L18			
L19				L19			
L20				L20			
L21				L21			
L22				L22			
L23				L23			
L24				L24			
L25				L25			
L26				L26			
L27				L27			
L28				L28			
L29				L29			
L30				L30			

Cod	pupa			Longevidad Adulto				Duración del macho (días)	Duración de la hembra (días)
	Fecha de evaluación	Fecha de Emerg/muda	Duración del proceso (días)	Codigo de la muestra	Fecha de emer/adulto	Fecha de muerte	Duración del proceso (días)		
L1				L1					
L2				L2					
L3				L3					
L4				L4					
L5				L5					
L6				L6					
L7				L7					
L8				L8					
L9				L9					
L10				L10					
L11				L11					
L12				L12					
L13				L13					
L14				L14					
L15				L15					
L16				L16					
L17				L17					
L18				L18					
L19				L19					
L20				L20					
L21				L21					
L22				L22					
L23				L23					
L24				L24					
L25				L25					
L26				L26					
L27				L27					
L28				L28					
L29				L29					
L30				L30					

4. Periodo de duración del huevo de *Hermetia illucens*

Huevos			
Codigo de la muestra	Fecha de Oviposicion	Fecha de Emer. Larva	Duración del proceso (días)
H1	10/03/2021	13/03/2021	3
H2	10/03/2021	13/03/2021	3
H3	10/03/2021	13/03/2021	3
H4	10/03/2021	13/03/2021	3
H5	10/03/2021	13/03/2021	3
H6	10/03/2021	13/03/2021	3
H7	10/03/2021	13/03/2021	3
H8	10/03/2021	13/03/2021	3
H9	10/03/2021	13/03/2021	3
H10	10/03/2021	13/03/2021	3
H11	10/03/2021	13/03/2021	3
H12	10/03/2021	13/03/2021	3
H13	10/03/2021	13/03/2021	3
H14	10/03/2021	13/03/2021	3
H15	10/03/2021	13/03/2021	3
H16	10/03/2021	13/03/2021	3
H17	10/03/2021	13/03/2021	3
H18	10/03/2021	13/03/2021	3
H19	10/03/2021	13/03/2021	3
H20	10/03/2021	13/03/2021	3
H21	10/03/2021	13/03/2021	3
H22	10/03/2021	13/03/2021	3
H23	10/03/2021	13/03/2021	3
H24	10/03/2021	13/03/2021	3
H25	10/03/2021	13/03/2021	3
H26	10/03/2021	13/03/2021	3
H27	10/03/2021	13/03/2021	3
H28	10/03/2021	13/03/2021	3
H29	10/03/2021	13/03/2021	3
H30	10/03/2021	13/03/2021	3
H31	10/03/2021	13/03/2021	3
H32	10/03/2021	13/03/2021	3
H33	10/03/2021	13/03/2021	3
H34	10/03/2021	13/03/2021	3
H35	10/03/2021	13/03/2021	3
H36	10/03/2021	13/03/2021	3
H37	10/03/2021	13/03/2021	3
H38	10/03/2021	13/03/2021	3
H39	10/03/2021	13/03/2021	3
H40	10/03/2021	13/03/2021	3
H41	10/03/2021	13/03/2021	3
H42	10/03/2021	13/03/2021	3
H43	10/03/2021	13/03/2021	3
H44	10/03/2021	13/03/2021	3
H45	10/03/2021	13/03/2021	3
H46	10/03/2021	13/03/2021	3
H47	10/03/2021	13/03/2021	3
H48	10/03/2021	13/03/2021	3
H49	10/03/2021	13/03/2021	3
H50	10/03/2021	13/03/2021	3
H51	10/03/2021	13/03/2021	3
H52	10/03/2021	13/03/2021	3
H53	10/03/2021	13/03/2021	3
H54	10/03/2021	13/03/2021	3
H55	10/03/2021	13/03/2021	3
H56	10/03/2021	13/03/2021	3
H57	10/03/2021	13/03/2021	3
H58	10/03/2021	13/03/2021	3
H59	10/03/2021	13/03/2021	3
H60	10/03/2021	13/03/2021	3
PROM.			3
SD.			0

5. Periodos de duración del ciclo biológico de *Hermetia illucens* con la dieta de la naranja

Periodo de la larva				Perido de la Prepupa			
Codigo	Fecha de evaluación	Fecha de muda	Duración del proceso (días)	Codigo	Fecha de evaluación	Fecha de muda	Duración del proceso (días)
L1	13/03/2021	22/04/2021	40	L1	22/04/2021	5/05/2021	13
L2	13/03/2021	16/04/2021	34	L2	16/04/2021	26/04/2021	10
L3	13/03/2021	16/04/2021	34	L3	16/04/2021	murio	
L4	13/03/2021	21/04/2021	39	L4	21/04/2021	murio	
L5	13/03/2021	22/04/2021	40	L5	22/04/2021	1/05/2021	9
L6	13/03/2021	21/04/2021	39	L6	21/04/2021	28/04/2021	7
L7	13/03/2021	20/04/2021	38	L7	20/04/2021	27/04/2021	7
L8	13/03/2021	22/04/2021	40	L8	22/04/2021	30/04/2021	8
L9	13/03/2021	21/04/2021	39	L9	21/04/2021	28/04/2021	7
L10	13/03/2021	22/04/2021	40	L10	22/04/2021	1/05/2021	9
L11	13/03/2021	20/04/2021	38	L11	20/04/2021	27/04/2021	7
L12	13/03/2021	20/04/2021	38	L12	20/04/2021	27/04/2021	7
L13	13/03/2021	18/04/2021	36	L13	18/04/2021	27/04/2021	9
L14	13/03/2021	21/04/2021	39	L14	21/04/2021	28/04/2021	7
L15	13/03/2021	21/04/2021	39	L15	21/04/2021	29/04/2021	8
L16	13/03/2021	16/04/2021	34	L16	16/04/2021	26/04/2021	10
L17	13/03/2021	21/04/2021	39	L17	21/04/2021	30/04/2021	9
L18	13/03/2021	21/04/2021	39	L18	21/04/2021	28/04/2021	7
L19	13/03/2021	20/04/2021	38	L19	20/04/2021	murio	
L20	13/03/2021	16/04/2021	34	L20	16/04/2021	26/04/2021	10
L21	13/03/2021	murio		L21	murio	murio	
L22	13/03/2021	22/04/2021	40	L22	22/04/2021	5/05/2021	13
L23	13/03/2021	22/04/2021	40	L23	22/04/2021	1/05/2021	9
L24	13/03/2021	21/04/2021	39	L24	21/04/2021	27/04/2021	6
L25	13/03/2021	21/04/2021	39	L25	21/04/2021	28/04/2021	7
L26	13/03/2021	23/04/2021	41	L26	23/04/2021	30/04/2021	7
L27	13/03/2021	22/04/2021	40	L27	22/04/2021	28/04/2021	6
L28	13/03/2021	17/04/2021	35	L28	17/04/2021	26/04/2021	9
L29	13/03/2021	22/04/2021	40	L29	22/04/2021	29/04/2021	7
L30	13/03/2021	22/04/2021	40	L30	22/04/2021	4/05/2021	12
PROM			37.85	PROM			8.47
SD			2.18	SD			1.66
N			29	N			26

Cod	Periodo de la pupa			Longevidad del adulto				Sexo
	Fecha de evaluación	Fecha de Emerg/muda	Duración del proceso (días)	Codigo de la muestra	Fecha de emer/adulto	Fecha de muerte	Duración del proceso (días)	
L1	5/05/2021	14/05/2021	9	L1	14/05/2021	23/05/2021	9	hembra
L2	26/04/2021	1/05/2021	5	L2	1/05/2021	5/05/2021	4	macho
L3	murio	murio		L3	murio	murio		
L4	murio	murio		L4	murio	murio		
L5	1/05/2021	11/05/2021	10	L5	11/05/2021	21/05/2021	10	hembra
L6	28/04/2021	7/05/2021	9	L6	7/05/2021	12/05/2021	5	macho
L7	27/04/2021	5/05/2021	8	L7	5/05/2021	9/05/2021	4	macho
L8	30/04/2021	9/05/2021	9	L8	9/05/2021	20/05/2021	11	hembra
L9	28/04/2021	6/05/2021	8	L9	6/05/2021	10/05/2021	4	hembra
L10	1/05/2021	11/05/2021	10	L10	11/05/2021	19/05/2021	8	hembra
L11	27/04/2021	6/05/2021	9	L11	6/05/2021	10/05/2021	4	hembra
L12	27/04/2021	6/05/2021	9	L12	6/05/2021	10/05/2021	4	macho
L13	27/04/2021	3/05/2021	6	L13	3/05/2021	11/05/2021	8	hembra
L14	28/04/2021	7/05/2021	9	L14	7/05/2021	12/05/2021	5	hembra
L15	29/04/2021	8/05/2021	9	L15	8/05/2021	14/05/2021	6	hembra
L16	26/04/2021	28/04/2021	2	L16	28/04/2021	2/05/2021	4	macho
L17	30/04/2021	9/05/2021	9	L17	9/05/2021	17/05/2021	8	hembra
L18	28/04/2021	6/05/2021	8	L18	6/05/2021	14/05/2021	8	hembra
L19	murio	murio		L19	murio	murio		
L20	26/04/2021	5/05/2021	9	L20	5/05/2021	9/05/2021	4	hembra
L21	murio	murio		L21	murio	murio		
L22	5/05/2021	15/05/2021	10	L22	15/05/2021	23/05/2021	8	hembra
L23	1/05/2021	11/05/2021	10	L23	11/05/2021	18/05/2021	7	macho
L24	27/04/2021	6/05/2021	9	L24	6/05/2021	12/05/2021	6	hembra
L25	28/04/2021	7/05/2021	9	L25	7/05/2021	15/05/2021	8	macho
L26	30/04/2021	8/05/2021	8	L26	8/05/2021	16/05/2021	8	hembra
L27	28/04/2021	8/05/2021	10	L27	8/05/2021	18/05/2021	10	hembra
L28	26/04/2021	2/05/2021	6	L28	2/05/2021	7/05/2021	5	macho
L29	29/04/2021	9/05/2021	10	L29	9/05/2021	17/05/2021	8	macho
L30	4/05/2021	14/05/2021	10	L30	14/05/2021	19/05/2021	5	hembra
PROM			8.12	PROM			6.58	
SD			2.03	SD			2.21	
N			26	N			26	

6. Datos de medidas y pesos de los estados de desarrollo y supervivencia de *Hermetia illucens* con la dieta de la naranja

Codigo	Larva Final Longitud (mm)	Larva Final ancho (mm)	Peso larva final (g)	Superv de larva (%)	Pre-pupa Largo (mm)	Pre-pupa ancho (mm)	Peso Pre-pupa (g)	Superv de Prepupa (%)	pupa largo (mm)	pupa ancho (mm)	Peso Pupa (g)	Superv de Pupa (%)
1	20.14	5.50	0.16	1	19.51	5.00	0.14	1	19.00	4.90	0.13	1
2	18.90	5.00	0.17	1	16.67	4.53	0.10	1	15.33	4.18	0.06	1
3	18.98	4.30	0.17	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
4	18.35	4.52	0.15	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
5	20.43	5.00	0.15	1	19.91	4.90	0.16	1	17.79	4.64	0.12	1
6	19.04	5.00	0.15	1	18.00	4.60	0.13	1	17.80	4.50	0.09	1
7	18.76	5.00	0.16	1	17.51	4.22	0.13	1	16.11	4.00	0.07	1
8	19.32	5.60	0.20	1	18.70	5.00	0.13	1	18.57	4.66	0.10	1
9	20.58	5.60	0.19	1	19.81	5.30	0.13	1	18.41	5.00	0.11	1
10	19.10	4.74	0.17	1	19.00	4.20	0.15	1	18.44	4.74	0.11	1
11	18.96	6.00	0.19	1	18.96	5.90	0.16	1	17.27	4.65	0.09	1
12	19.45	5.00	0.15	1	18.40	4.90	0.12	1	17.56	4.70	0.09	1
13	20.38	5.00	0.18	1	18.38	4.60	0.10	1	16.50	4.20	0.07	1
14	18.95	5.30	0.11	1	18.86	5.00	0.12	1	17.93	4.50	0.10	1
15	20.23	5.70	0.13	1	19.98	5.40	0.14	1	18.81	5.02	0.12	1
16	18.82	5.00	0.16	1	17.50	4.90	0.12	1	17.00	4.30	0.10	1
17	19.47	5.20	0.17	1	19.58	5.00	0.12	1	19.39	4.90	0.12	1
18	20.00	5.00	0.16	1	18.60	4.70	0.13	1	18.00	4.60	0.10	1
19	18.00	5.00	0.16	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
20	19.54	5.00	0.14	1	18.90	4.65	0.11	1	18.13	4.60	0.09	1
21	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
22	19.03	5.40	0.16	1	19.00	5.20	0.13	1	18.80	5.00	0.12	1
23	20.83	5.00	0.13	1	19.00	4.26	0.14	1	19.17	5.58	0.12	1
24	21.32	5.30	0.15	1	20.59	5.00	0.14	1	18.86	4.85	0.12	1
25	17.60	5.00	0.19	1	17.30	4.50	0.11	1	17.00	4.40	0.09	1
26	20.50	5.40	0.17	1	19.54	5.00	0.12	1	18.86	4.98	0.11	1
27	18.70	5.00	0.15	1	18.60	4.70	0.13	1	18.41	4.56	0.11	1
28	18.44	5.30	0.16	1	17.50	5.00	0.12	1	17.00	4.40	0.07	1
29	18.38	5.50	0.15	1	18.25	5.00	0.13	1	16.17	4.50	0.10	1
30	18.86	5.18	0.18	1	17.79	4.80	0.12	1	17.54	4.57	0.10	1
Prom	19.35	5.16	0.16		18.69	4.86	0.13		17.84	4.65	0.10	
DS	0.90	0.35	0.02	97	0.95	0.38	0.02	87	1.05	0.33	0.02	87
N	29	29	29	29	26	26	26	26	26	26	26	26

7. Periodos de duración del ciclo biológico de *Hermetia illucens* con la dieta del plátano

Periodo de la larva				Periodo de la prepupa			
Codigo	Fecha de evaluación	Fecha de muda	Duración del proceso (días)	Codigo	Fecha de evaluación	Fecha de muda	Duración del proceso (días)
L1	13/03/2021	29/04/2021	47	L1	29/04/2021	8/05/2021	9
L2	13/03/2021	27/04/2021	45	L2	27/04/2021	17/05/2021	20
L3	13/03/2021	30/04/2021	48	L3	30/04/2021	18/05/2021	18
L4	13/03/2021	29/04/2021	47	L4	29/04/2021	18/05/2021	19
L5	13/03/2021	1/05/2021	49	L5	1/05/2021	19/05/2021	18
L6	13/03/2021	9/05/2021	57	L6	9/05/2021	muerto	
L7	13/03/2021	27/04/2021	45	L7	27/04/2021	18/05/2021	21
L8	13/03/2021	17/05/2021	65	L8	17/05/2021	26/05/2021	9
L9	13/03/2021	7/05/2021	55	L9	7/05/2021	18/05/2021	11
L10	13/03/2021	27/04/2021	45	L10	27/04/2021	18/05/2021	21
L11	13/03/2021	30/04/2021	48	L11	30/04/2021	19/05/2021	19
L12	13/03/2021	9/05/2021	57	L12	9/05/2021	18/05/2021	9
L13	13/03/2021	29/04/2021	47	L13	29/04/2021	10/05/2021	11
L14	13/03/2021	18/05/2021	66	L14	18/05/2021	27/05/2021	9
L15	13/03/2021	17/05/2021	65	L15	17/05/2021	muerto	
L16	13/03/2021	14/05/2021	62	L16	14/05/2021	muerto	
L17	13/03/2021	14/05/2021	62	L17	14/05/2021	23/05/2021	9
L18	13/03/2021	14/05/2021	62	L18	14/05/2021	23/05/2021	9
L19	13/03/2021	muerto		L19	muerto	muerto	
L20	13/03/2021	18/05/2021	66	L20	18/05/2021	28/05/2021	10
L21	13/03/2021	18/05/2021	66	L21	18/05/2021	27/05/2021	9
L22	13/03/2021	8/05/2021	56	L22	8/05/2021	muerto	
L23	13/03/2021	muerto		L23	muerto	muerto	
L24	13/03/2021	muerto		L24	muerto	muerto	
L25	13/03/2021	19/05/2021	67	L25	19/05/2021	28/05/2021	9
L26	13/03/2021	17/05/2021	65	L26	17/05/2021	26/05/2021	9
L27	13/03/2021	30/04/2021	48	L27	30/04/2021	10/05/2021	10
L28	13/03/2021	muerto		L28	muerto	muerto	
L29	13/03/2021	18/05/2021	66	L29	18/05/2021	28/05/2021	10
L30	13/03/2021	29/04/2021	47	L30	29/04/2021	8/05/2021	9
PROM			55.88	PROM			12.64
DS			8.23	DS			5.16
N			26.00	N			22.00

Cod	Periodo de la pupa			Longevidad del adulto				sexo
	Fecha de evaluación	Fecha de Emerg/muda	Duración del proceso (días)	Codigo de la muestra	Fecha de emer/adulto	Fecha de muerte	Duración del proceso (días)	
L1	8/05/2021	17/05/2021	9	L1	17/05/2021	28/05/2021	11	hembra
L2	17/05/2021	26/05/2021	9	L2	26/05/2021	3/06/2021	8	macho
L3	18/05/2021	28/05/2021	10	L3	28/05/2021	3/06/2021	6	hembra
L4	18/05/2021	28/05/2021	10	L4	28/05/2021	3/06/2021	6	macho
L5	19/05/2021	29/05/2021	10	L5	29/05/2021	3/06/2021	5	macho
L6	muerto	muerto		L6	muerto	muerto		
L7	18/05/2021	28/05/2021	10	L7	28/05/2021	2/06/2021	5	macho
L8	26/05/2021	3/06/2021	8	L8	3/06/2021	10/06/2021	7	hembra
L9	18/05/2021	muerto		L9	muerto	muerto		
L10	18/05/2021	muerto		L10	muerto	muerto		
L11	19/05/2021	muerto		L11	muerto	muerto		
L12	18/05/2021	27/05/2021	9	L12	27/05/2021	1/06/2021	5	hembra
L13	10/05/2021	muerto		L13	muerto	muerto		
L14	27/05/2021	8/06/2021	12	L14	8/06/2021	18/06/2021	10	macho
L15	muerto	muerto		L15	muerto	muerto		
L16	muerto	muerto		L16	muerto	muerto		
L17	23/05/2021	1/06/2021	9	L17	1/06/2021	7/06/2021	6	macho
L18	23/05/2021	1/06/2021	9	L18	1/06/2021	7/06/2021	6	hembra
L19	muerto	muerto		L19	muerto	muerto		
L20	28/05/2021	6/06/2021	9	L20	6/06/2021	18/06/2021	12	hembra
L21	27/05/2021	5/06/2021	9	L21	5/06/2021	16/06/2021	11	macho
L22	muerto	muerto		L22	muerto	muerto		
L23	muerto	muerto		L23	muerto	muerto		
L24	muerto	muerto		L24	muerto	muerto		
L25	28/05/2021	11/06/2021	14	L25	11/06/2021	17/06/2021	6	macho
L26	26/05/2021	3/06/2021	8	L26	3/06/2021	14/06/2021	11	macho
L27	10/05/2021	20/05/2021	10	L27	20/05/2021	28/05/2021	8	hembra
L28	muerto	muerto		L28	muerto	muerto		
L29	28/05/2021	11/06/2021	14	L29	11/06/2021	17/06/2021	6	hembra
L30	8/05/2021	18/05/2021	10	L30	18/05/2021	24/05/2021	6	macho
PROM			9.94	PROM			7.50	
DS			1.00	DS			2.45	
N			18	N			18	

8. Datos de medidas y pesos de los estados de desarrollo y supervivencia de *Hermetia illucens* con la dieta del plátano

Codigo	Larva Final Longitud (mm)	Larva Final ancho (mm)	Peso de larva final (g)	Superv de larva	Pre-pupa Largo (mm)	Pre-pupa Ancho (mm)	Peso prepupa (g)	Superv de Prepupa	pupa largo (mm)	pupa Ancho (mm)	Peso Pupa (g)	Superv de pupa
1	23.00	5.50	0.19	1	20.93	5.30	0.18	1	19.96	5.27	0.13	1
2	23.50	5.60	0.18	1	23.12	5.17	0.16	1	16.00	5.00	0.09	1
3	17.00	5.93	0.19	1	20.83	4.67	0.14	1	13.00	4.60	0.06	1
4	21.00	5.90	0.22	1	18.13	5.50	0.18	1	14.52	5.31	0.08	1
5	19.00	5.12	0.15	1	18.71	5.00	0.13	1	13.00	4.85	0.05	1
6	19.00	4.70	0.16	1	18.70	4.19	0.12	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
7	21.00	5.30	0.15	1	20.62	5.12	0.14	1	14.74	5.00	0.06	1
8	17.80	5.00	0.14	1	17.66	4.27	0.11	1	18.07	4.30	0.09	1
9	20.50	5.00	0.18	1	19.40	5.00	0.13	1	17.40	4.89	0.09	muerto
10	21.00	5.70	0.20	1	20.14	5.60	0.19	1	15.19	5.30	0.09	muerto
11	20.50	4.50	0.18	1	17.50	4.28	0.14	1	14.40	5.25	0.06	muerto
12	21.00	5.00	0.19	1	18.82	4.56	0.15	1	15.30	5.00	0.08	1
13	18.60	5.00	0.14	1	17.25	4.80	0.14	1	16.83	4.68	0.08	muerto
14	16.50	4.70	0.13	1	19.45	4.45	0.18	1	19.86	4.95	0.14	1
15	14.00	5.00	0.11	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
16	19.60	4.50	0.17	1	18.82	4.00	0.12	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
17	19.00	4.90	0.15	1	17.20	4.23	0.15	1	18.05	4.55	0.10	1
18	16.00	5.13	0.10	1	19.55	5.00	0.15	1	18.69	4.90	0.12	1
19	13.50	4.00	0.11	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
20	17.00	5.20	0.14	1	18.31	4.70	0.12	1	18.08	4.69	0.10	1
21	19.50	5.30	0.16	1	16.71	4.40	0.12	1	18.76	5.50	0.12	1
22	18.63	4.70	0.12	1	18.63	4.23	0.12	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
23	14.30	4.90	0.12	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
24	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
25	15.00	5.00	0.10	1	17.18	4.00	0.12	1	16.94	4.75	0.11	1
26	15.00	5.20	0.13	1	18.34	4.44	0.14	1	18.88	4.62	0.12	1
27	21.00	5.00	0.20	1	20.99	5.00	0.16	1	17.67	4.83	0.09	1
28	17.90	5.00	0.16	1	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto	muerto
29	17.20	4.80	0.14	1	17.60	4.80	0.13	1	18.83	5.46	0.12	1
30	18.30	5.90	0.14	1	17.43	5.70	0.12	1	14.78	5.54	0.07	1
PROM	18.46	5.09	0.15		18.88	4.74	0.14		16.77	227.43	0.09	
SD	2.62	0.44	0.03	97	1.55	0.49	0.02	73	2.12	1043.41	0.02	60
N	29	29	29	29	25	25	25	22	22	22	22	18