

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Hermetia illucens* (Diptera: stratiomyidae) BAJO LAS CONDICIONES DE LABORATORIO EN LA IRRIGACIÓN MAJES, CAYLLOMA AREQUIPA”

“STUDY OF THE BIOLOGICAL CYCLE OF *Hermetia illucens* (Diptera: stratiomyidae) UNDER THE CONDITIONS OF LABORATORY IN IRRIGATION MAJES, CAYLLOMA AREQUIPA”

Tesis presentada por la Bachiller:
Chirinos Aguirre, Yoisy Alexandra
para optar el Título Profesional de
Médico Veterinario Zootecnista

Asesor:
Dr. Cs. MVZ. Reátegui Ordoñez, Juan Eduardo

Arequipa – Perú
2019



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INSCRIPCIÓN PLAN DE TESIS 2018

Bachiller: CHIRINOS AGUIRRE, YOISY ALEXANDRA

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. CARLO SANZ LUDENA e integrado por el DR. SANTIAGO CUADROS MEDINA y la MGTER. VERONICA VALDEZ NUÑEZ NUÑEZ; de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos, Título III del Título Profesional de Primera Especialidad, Capítulo III, de la Elaboración, Presentación y Aprobación de un Trabajo de Tesis, Art. 20; el Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia;

DICTAMINA:

Autorizar la inscripción del Plan de Tesis titulado

“ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Hermetia illucens* (*Difera stratiomyidae*)
BAJO LAS CONDICIONES DE LABORATORIO EN LA IRRIGACIÓN
MAJES, CAYLLOMA AREQUIPA”

presentado por el (la) Sr.(ita) Alumno(a) de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia;

CHIRINOS AGUIRRE, YOISY ALEXANDRA

por un período de seis (06) meses a partir de la fecha; debiendo el (la) recurrente proceder al desarrollo del mismo, teniendo en cuenta las observaciones del jurado dictaminador del Plan de Tesis.

ASESOR: DR. JUAN EDUARDO REÁTEGUI ORDOÑEZ

Arequipa, 04 de junio del 2018

Director de Escuela Profesional de
Medicina Veterinaria y Zootecnia

CSL/DEPMVZ
JL



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

“IN SCIENTIA ET FIDE EST FORTITUDO NOSTRA”

(En la Ciencia y en la Fe está nuestra fuerza)

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DICTAMEN DE PLAN DE TESIS

Señor Magíster

CARLO SANZ LUDENA

Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted que se ha procedido a revisar el plan de Tesis Titulado:

Titulado:

“ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Hermetia illucens* (*Difera stratiomyidae*)
BAJO LAS CONDICIONES DE LABORATORIO EN LA IRRIGACIÓN
MAJES, CAYLLOMA AREQUIPA”

presentado por el (la) Sr.(s)(ita):

CHIRINOS AGUIRRE, YOISY ALEXANDRA

Asesor: DR. JUAN EDUARDO REÁTEGUI ORDOÑEZ

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. CARLO SANZ LUDENA e integrado por el
DR. SANTIAGO CUADROS MEDINA y la MGTER. VERONICA VALDEZ NUÑEZ

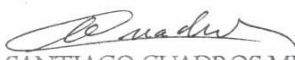
DICTAMINA;

Apto para su ejecución

OBSERVACIONES

Arequipa, 04 de JUNIO del 2018


MGTER. CARLO SANZ LUDENA
Presidente


DR. SANTIAGO CUADROS MEDINA
Vocal


MGTER. VERÓNICA VALDEZ NUÑEZ
Secretaria



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

AMPLIACION DE PLAZO PARA DESARROLLO DE
BORRADOR DE TESIS

Bachiller: CHIRINOS AGUIRRE, YOISY ALEXANDRA;

Visto el Expediente N° 2019-04266, presentado por el señor Bachiller de Medicina Veterinaria y Zootecnia **Bachiller:** CHIRINOS AGUIRRE, YOISY ALEXANDRA, quien está solicitando la ampliación del plazo para el desarrollo de su Borrador de Tesis, ya que por motivos de salud no ha podido cumplir con su trabajo;

De acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos, Título III del Título Profesional de Primera Especialidad, Capítulo III, de la Elaboración, Presentación y Aprobación de un Trabajo de Tesis, art. 20; y por razones de equidad, la Dirección de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

RESUELVE:

Autorizar la ampliación y validez de la inscripción del Tema de Tesis,

“ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Hermetia illucens* (Díptera stratiomyidae)
BAJO LAS CONDICIONES DE LABORATORIO EN LA IRRIGACIÓN
MAJES, CAYLLOMA AREQUIPA”

por un período de (6) meses, a partir del 04 de diciembre del 2018 al 04 de julio del 2019 debiendo el (la) señor (ita) culminar el desarrollo del mismo, teniendo en cuenta las observaciones del jurado dictaminador del Borrador de Tesis.

Arequipa, 30 de enero del 2019



Mgter. CARLOS SANJUDEÑA
Director de la Escuela Profesional de
Medicina Veterinaria y Zootecnia

CSL/DEPMVZ
JL



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado: 1350

AREQUIPA - PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DICTAMEN PASE A SUSTENTACIÓN

El jurado dictaminador presidido por el MGTER. CARLO SANZ LUDENA e integrado por el vocal DR. SANTIAGO CUADROS MEDINA y secretaria la MGTER. VERONICA VALDEZ NÚÑEZ DICTAMINA:

Que el Dictador de tesis titulado:

“ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Hermetia illucens* (*Diptera stratiomyidae*)
BAJO LAS CONDICIONES DE LABORATORIO EN LA IRRIGACIÓN
MAJES, CAYLLOMA AREQUIPA”
presentado por (la) Sr.(s)(ita):

CHIRINOS AGUIRRE, YOISY ALEXANDRA;

Puede ser sustentado públicamente después de tener en cuenta las observaciones del dictamen adjunto. Caso contrario, el (la) Bachiller asume la responsabilidad que pudiera derivarse.

Asesor(a): DR. JUAN EDUARDO REÁTEGUI ORDOÑEZ

Arequipa, 26 julio del 2019.



MGTER. CARLO SANZ LUDENA
Director de la Escuela Profesional de
Medicina Veterinaria y Zootecnia

CSL/DEPMVZ
JL.



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax:(51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> Apartado:1350

AREQUIPA - PERÚ



CONSTANCIA

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad Católica de Santa María, hace constar que la:

Srta. Yoisy Alexandra Chirinos Aguirre

Egresada de nuestra Universidad ha desarrollado actividades como Tesista de Investigación del proyecto PNIA-UCSM “**DESARROLLO DE CONOCIMIENTO EN EL EMPLEO DE DIPTEROS (HERMETIA ILLUCENS), PARA EL BIOPROCESAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS AGRICOLAS**”. Desde el mes de enero del año 2018 hasta enero del 2019. Resolución N°24305-R-2017.

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines que considere pertinente.

Arequipa, 02 de julio del 2019



D^o Gonzalo H. Davila Del Carpio
VICE RECTOR DE INVESTIGACIÓN
Universidad Católica de Santa María

DEDICATORIA

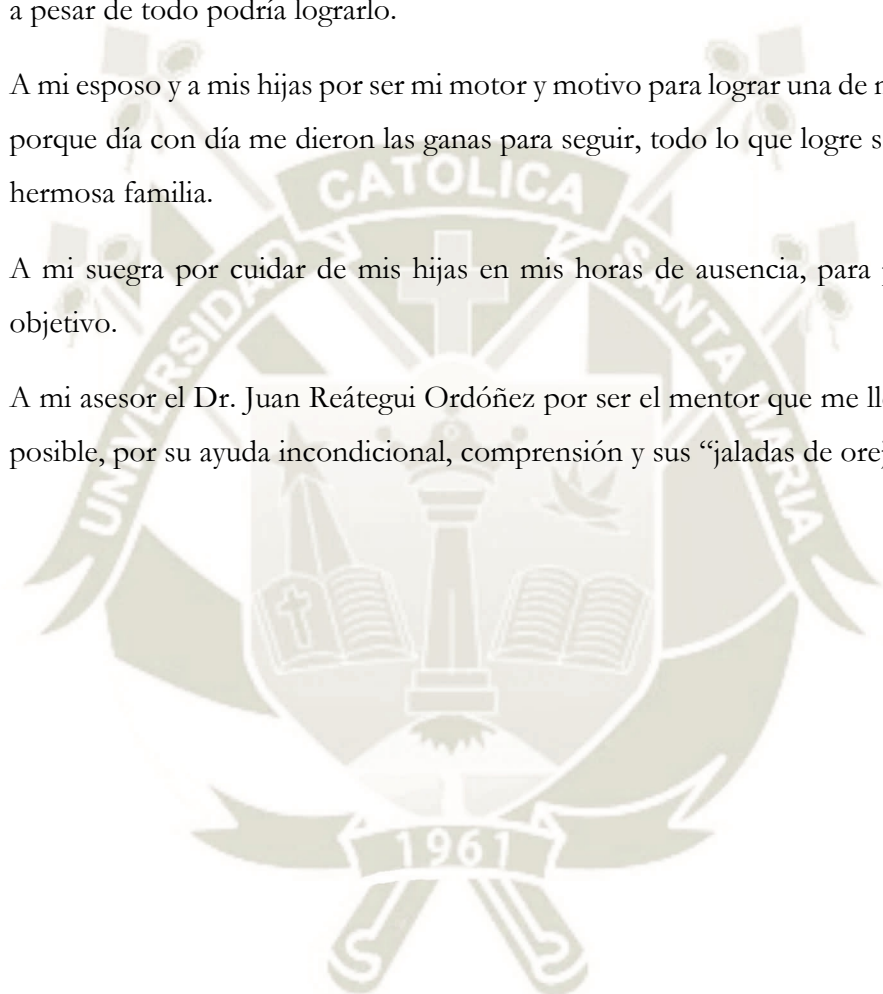
A Dios por permitir que esta investigación se concrete y sea posible, ya que gracias a ella podre ser profesional.

A mis padres y hermana por su apoyo incondicional, motivación, cariño y su fe en que a pesar de todo podría lograrlo.

A mi esposo y a mis hijas por ser mi motor y motivo para lograr una de mis tantas metas, porque día con día me dieron las ganas para seguir, todo lo que logre será por ellos, mi hermosa familia.

A mi suegra por cuidar de mis hijas en mis horas de ausencia, para poder lograr mi objetivo.

A mi asesor el Dr. Juan Reátegui Ordóñez por ser el mentor que me llevo a hacer esto posible, por su ayuda incondicional, comprensión y sus “jaladas de orejas”



AGRADECIMIENTO

A Dios por poder culminar mi investigación satisfactoriamente, a pesar de las adversidades de la vida.

A la Universidad Católica de Santa María y a mi Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia por mis conocimientos adquiridos en mis años de estudio.

A mis padres por sus grandes consejos y sacrificios para que yo pueda seguir aspirando a más.

A mi hermana y suegra, por ayudarme más de una vez a cuidar de mis pequeñas hijas para yo poder asistir a mis clases y culminar mi carrera satisfactoriamente.

A mi asesor el Dr. Cs. MVZ. Juan Eduardo Reátegui Ordoñez. M. Sc. por su apoyo, consejos y sobre todo por motivación a que acabe la carrera, también por ayudarme a realizar y culminar mi tesis.

A Jhoanna Cruz (encargada permanente del moscario) por su apoyo incondicional a lo largo del desarrollo de mi tesis.

A mis jurados el Mgter. MVZ. Carlo Sanz Ludeña; el Dr. Cs. MVZ. Santiago Cuadros Medina y la Mgter. MVZ. Verónica Valdez Nuñez, por ser partícipes de lo que aprendí a lo largo de la carrera y su aporte en mi tesis de investigación.

Al Vicerectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María y al PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA (PNIA), por el auspicio de la presente tesis para poder obtener el título profesional y permitirme ser parte del proyecto de investigación titulado “DESARROLLO DE CONOCIMIENTO EN EL EMPLEO DE DIPTEROS (*Hermetia illucens*) PARA EL BIOPROCESAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS AGRICOLAS”.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el ciclo biológico de *Hermetia illucens* bajo condiciones controladas de laboratorio en la Irrigación de Majes, el estudio del ciclo biológico de *Hermetia illucens* (díptero: *stratiomyidae*), es de mucha importancia e interés para el área agropecuaria de nuestro país como fuente alimenticia y de proteína de alto valor biológico y como sustituto de otras fuentes tradicionales. El estudio de la especie *Hermetia illucens* o comúnmente llamada mosca soldado negra, nos permitió dar a conocer al díptero en su comportamiento, adaptación al clima de la Irrigación de Majes y su facilidad para establecer colonias de experimentación y productivas en temporada de primavera – verano, cumpliendo con el objetivo de evaluar el ciclo biológico de *Hermetia illucens* bajo condiciones controladas. El periodo de desarrollo fue de Noviembre del 2018 a Enero del 2019. El estudio se realizó en el Moscario experimental de la UCSM. Fundo La Católica en la Irrigación Majes. Las condiciones ambientales controladas fueron temperatura ($\pm 30^{\circ}\text{C}$), humedad ($\pm 80\%$ HR) y alimento como sustrato alimenticio. Se observó el espacio donde se desarrollaba el ciclo biológico y un control estricto de fechas de siembra, cosecha de huevos, cosecha de larvas, adultos que emergen y postura de huevos en el moscario. El análisis estadístico de los resultados se realizó con estadística descriptiva, para la comparación entre periodos de estudio se utilizó en Análisis de Varianza a un $\alpha=0,05$. Se obtuvo como resultados que el tamaño del huevo es de 0.882 ± 0.0145 y 0.8805 ± 0.0074 mm ($p = 0.8475$) según ciclo observado, el tamaño promedio de larva observado para el día 01 fue de 0.81 ± 0.04 y 0.65 ± 0.03 mm en cada ciclo de estudio, en tanto el estado larval para el día 15 nos resultó un tamaño de 10.65 ± 0.19 y 18.81 ± 0.54 mm para ambos ciclos respectivamente se observó diferencia estadística para el tamaño entre días mas no así entre ciclos biológicos El tamaño de pre pupa fue de 13.28 ± 0.26 mm y 19.4 ± 0.53 mm y el tamaño en estado pupal correspondiente al día 21 del ciclo biológico es de 17.23 ± 0.61 mm y 20.38 ± 0.74 mm según ciclo estudiado. El periodo de emergencia del adulto a partir de la pupa es de 3 a 5 días observándose las siguientes características morfológicas en la etapa adulta: El promedio de largo de cuerpo es de 15.46 ± 0.8957 y 15.86 ± 0.9127 no existe diferencia significativa entre los periodos. El ancho de alas de moscas de *Hermetia illucens* macho fue de 4.63 ± 0.13 y de 4.61 ± 0.09 para hembras. La prueba t student realizada arrojo un valor-p de 0.8073 indicando que no existe diferencia

estadísticamente significativa. Se concluye que en condiciones controladas de la Irrigación, 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.

Palabras claves: *Hermetia illucens*; Díptero; Mosca soldado; ciclo biológico.



SUMMARY

The present investigation was carried out with the objective of evaluating the biological cycle of *Hermetia illuciens* under controlled laboratory conditions in Majes Irrigation, the study of the biological cycle of *Hermetia illucens* (dipterous: stratiomyidae), is of great importance and interest for the area agriculture of our country as a source of food and protein of high biological value and as a substitute for other traditional sources. The study of the species *Hermetia illucens* or commonly called black soldier fly, allowed us to make known the dipterous in its behavior, adaptation to the climate of Majes Irrigation and its facility to establish experimentation and productive colonies in spring - summer season, fulfilling the objective of evaluating the biological cycle of *Hermetia. illucens* under controlled conditions. The development period was from November 2018 to January 2019. The study was carried out in the experimental Moscarío of the UCSM. Fundo La Católica in the Irrigation Majes. The controlled environmental conditions were temperature ($\pm 30^\circ \text{C}$), humidity ($\pm 80\% \text{RH}$) and food as a food substrate. The space where the biological cycle was developed and a strict control of sowing dates, egg harvest, harvest of larvae, emerging adults and egg laying in the flycatcher was observed. The statistical analysis of the results was performed with descriptive statistics, for the comparison between periods of study was used in Analysis of Variance at $\alpha = 0.05$. It was obtained as results that the size of the egg is 0.882 ± 0.0145 and 0.8805 ± 0.0074 mm ($p = 0.8475$) according to observed cycle, the average size of larva observed for day 01 was 0.81 ± 0.04 and 0.65 ± 0.03 mm in each cycle of study, while the larval stage for day 15 we found a size of 10.65 ± 0.19 and 18.81 ± 0.54 mm for both cycles respectively, statistical difference was observed for the size between days but not between biological cycles. The size of pre pupa was 13.28 ± 0.26 mm and 19.4 ± 0.53 mm and the pupal size corresponding to day 21 of the biological cycle is 17.23 ± 0.61 mm and 20.38 ± 0.74 mm, depending on the cycle studied. The period of adult emergence from the pupa is 3 to 5 days observing the following morphological characteristics in the adult stage: The average body length is 15.46 ± 0.8957 and 15.86 ± 0.9127 there is no significant difference between the periods. The wing width of male *Hermetia illucens* flies was 4.63 ± 0.13 and 4.61 ± 0.09 for females. The t student test performed a p-value of 0.8073 indicating that there is no statistically significant difference. It is concluded that under controlled conditions of Irrigation, the species was adapted with satisfaction to the environment, obtaining as a result better and greater production in less time than in other countries; the complete biological cycle was carried out in 38 days.

Keywords: *Hermetia illucens*; Dipterous; Soldier fly; biological cycle



INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY	XI
INDICE DE FIGURAS	XVI
INDICE TABLAS	XVIII
INDICE ANEXOS.....	XIX
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA:	1
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA:.....	1
1.3. JUSTIFICACION DEL TRABAJO:.....	1
1.3.1. ASPECTO GENERAL:.....	1
1.3.2. ASPECTO TECNOLÓGICO:.....	1
1.3.3. ASPECTO SOCIAL:.....	2
1.3.4. ASPECTO ECONOMICO:.....	2
1.3.5. IMPORTANCIA DEL TRABAJO:.....	3
1.4. OBJETIVOS:.....	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL:.....	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
1.5. PLANTAMIENTO DE HIPÓTESIS:.....	3
II. MARCO TEORICO:.....	4
2.1. ANALISIS BIBLIOGRAFICO:.....	4
2.1.1. MATERIAL PRINCIPAL:	4
2.2. Antecedentes de la Investigación.....	28

2.2.1. Revisión de tesis universitarias	28
2.2.2. Otros trabajos de investigación	30
III. MATERIALES Y METODOS:	33
3.1. Materiales:.....	33
3.1.1. Localización del trabajo.....	33
3.1.2. Material biológico:.....	34
3.1.3. Material de laboratorio:	34
3.1.4. Material de campo:.....	34
3.1.5. Equipo y maquinaria:.....	34
3.1.6. Otros materiales:.....	35
3.3. Métodos:	36
3.3.1. Muestreo:.....	36
3.3.2. Métodos de evaluación:.....	36
3.3.3. Variables de respuesta:.....	37
3.3.4. Manejo estadístico de los datos.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....	38
4.1. Estudio de la capacidad de postura y duración de la etapa de ovoposición:.....	38
4.2. Duración de la etapa larval y descripción de las características morfológicas principales: 40	
4.3. Morfología y duración de la etapa pupal, nacimiento de adultos:.....	44
4.4. Estudio del dimorfismo sexual de la mosca <i>Hermetia illucens</i>	48
V. CONCLUSIONES:	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. Bibliografía	53
VIII. ANEXOS:	59
8.1. MAPA DE UBICACIÓN SATELITAL	59

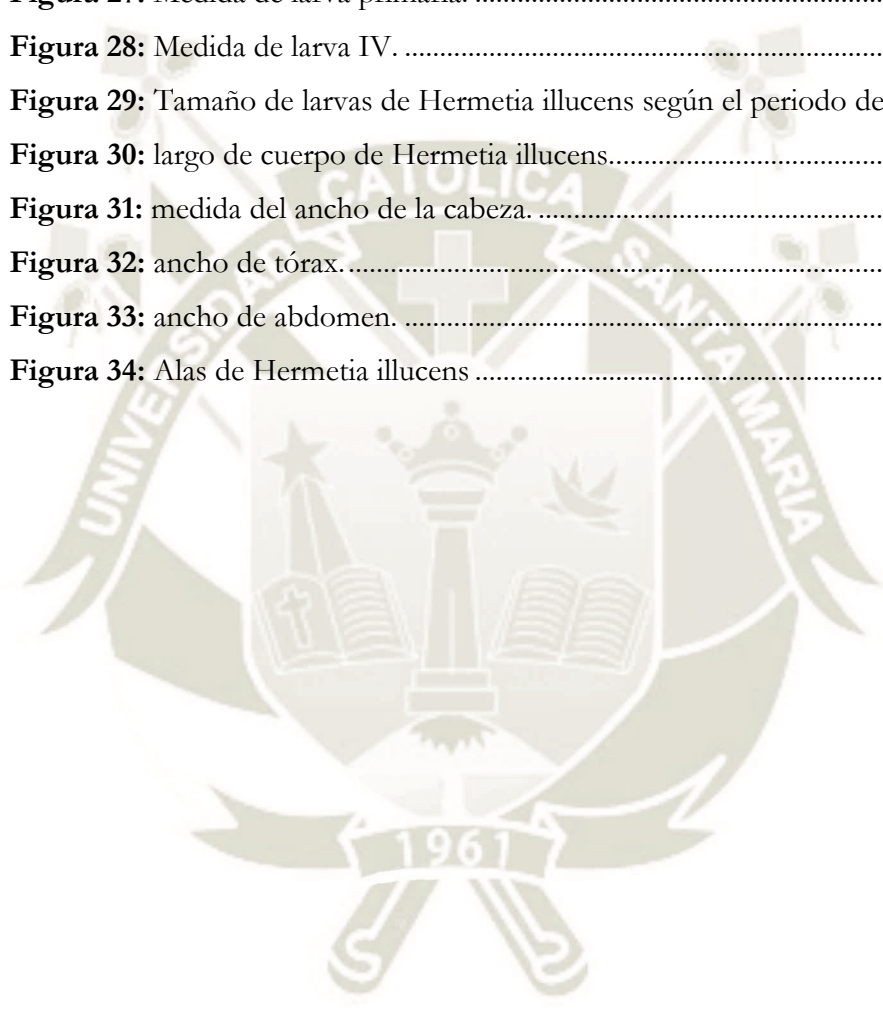
8.2. FICHAS DE LEVANTAMIENTO DE DATOS..... 60



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Hermetia illucens</i> ♀. Hábito lateral izquierdo	6
Figura 2: I: cabeza; II: tórax; III abdomen.	7
Figura 3. Mosca <i>Hermetia illucens</i> . Fuente: ⁴⁹	7
Figura 4. Mosca <i>Hermetia illucens</i> . Fuente: ⁵⁰	8
Figura 5: antenas de <i>Hermetia illucens</i> . Fuente: ²⁶	8
Figura 6 Ala de <i>Hermetia illucens</i> con destaque para la celda de disco. Fuente ²⁶	9
Figura 7: Venas de las alas. Fuente ⁴⁶	10
Figura 8: C, escrutado adornado con espinas; D, segundo segmento del abdomen ..	10
Figura 9: Morfología general de los insectos	13
Figura 10: Piezas bucales de los insectos.....	13
Figura 11: Morfología de los huevos de <i>Hermetia illucens</i> :	15
Figura 12: Apariencia general de la larva de <i>Hermetia illucens</i> mostrando la división de los segmentos torácicos, abdominales y la capsula cefálica de la cara dorsal (A). Detalle de la cutícula (B).	16
Figura 13: Morfología de la cápsula cefálica de la larva de <i>Hermetia illucens</i>	17
Figura 14: Continuación. Detalle del complejo mandibulo/maxilar (cm/mx) (E).	18
Figura 15: Quetotaxia de la cápsula cefálica de la cara dorsal (A) y ventral (B) del último estadio larval de <i>Hermetia illucens</i>	18
Figura 16: Morfología de los segmentos torácicos.....	20
Figura 17: Vista dorsal (A) y ventral (B) de los segmentos torácicos de la larva de <i>Hermetia illucens</i>	21
Figura 18: Quetotaxia dorsal (A) y ventral (B) de los segmentos torácicos y abdominales del cuerpo del último estadio larval de <i>Hermetia illucens</i> (modificado de Rozkosny, 1982).....	21
Figura 19: Morfología de los segmentos abdominales de una larva de <i>Hermetia illucens</i>	23
Figura 20: Continuación. Vista ventral del segmento anal (E).....	24
Figura 21: Vista dorsal (A) y ventral (B) de los últimos tres segmentos abdominales de la larva de <i>Hermetia illucens</i>	25
Figura 22. 53-55: Genitalia masculina de un Stratiomyidae;.....	25

Figura 23. Vista ventral del final del abdomen en un macho (A) y hembra de <i>Hermetia illucens</i> . Fuente ⁴⁶	26
Figura 24: Larva de <i>Hermetia illucens</i> . Fuente: ¹³	27
Figura 25: Huevos de <i>Hermetia illucens</i>	38
Figura 26: Postura de huevos.....	39
Figura 27: Medida de larva primaria.	41
Figura 28: Medida de larva IV.	42
Figura 29: Tamaño de larvas de <i>Hermetia illucens</i> según el periodo de evaluación... 43	
Figura 30: largo de cuerpo de <i>Hermetia illucens</i>	45
Figura 31: medida del ancho de la cabeza.....	46
Figura 32: ancho de tórax.....	47
Figura 33: ancho de abdomen.	48
Figura 34: Alas de <i>Hermetia illucens</i>	49



INDICE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía	6
Tabla 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37
Tabla 3: Capacidad de postura de huevos con 20 moscas adultas.....	39
Tabla 4 Análisis estadístico para tamaño de huevos de <i>Hermetia illucens</i>	40
Tabla 5 Comparaciones múltiples para tamaño de larvas de <i>Hermetia illucens</i> mismo día diferente periodo:.....	41
Tabla 6 Comparaciones múltiples para tamaño de larvas de <i>Hermetia illucens</i> según Games-Howell *	42
Tabla 7: Largo del cuerpo de <i>Hermetia illucens</i>	44
Tabla 8: Ancho de cabeza de <i>Hermetia illucens</i> :.....	45
Tabla 9: Ancho de tórax de <i>Hermetia illucens</i> :	46
Tabla 10: Ancho de abdomen de <i>Hermetia illucens</i> :	47
Tabla 11: Análisis estadístico para largo de alas de <i>Hermetia illucens</i>	49
Tabla 12: Análisis estadístico para ancho de alas de <i>Hermetia illucens</i>	50
Tabla 13 Análisis de varianza para el tamaño de larvas de <i>Hermetia illucens</i> en el primer periodo.....	70
Tabla 14 Análisis de varianza para el tamaño de larvas de <i>Hermetia illucens</i> en el segundo periodo	70

INDICE ANEXOS

Anexo 1: MAPA UBICACIONAL Y FICHAS DE LEVANTAMIENTO	59
Anexo 2: MATRIZ DE RESULTADOS.....	64
Anexo 3: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	70
Anexo 4: SECUENCIA FOTOGRAFICA	71
Anexo 5: PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)	75



I. INTRODUCCION

1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA:

Estudio del ciclo biológico de *Hermetia illucens* (diptera: stratiomyidae) bajo las condiciones controladas de la irrigación Majes, Caylloma. Arequipa.

1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

Se estudió el ciclo biológico de la mosca *Hermetia illucens* (Diptera: stratiomyidae), incluyendo las características morfológicas entomológicas y evolutivas en cada etapa del ciclo biológico desde huevo hasta adulto bajo condiciones de crianza artificial o en laboratorio, el moscario experimental se encuentra ubicado en el Fundo La Católica, irrigación Majes, Caylloma - Arequipa.

1.3. JUSTIFICACION DEL TRABAJO:

1.3.1. ASPECTO GENERAL:

En la comprensión de la introducción de nuevas especies dipteras es necesario desarrollar conocimiento en el ciclo biológico para poder emplear y desarrollar bioprocesamientos de residuos orgánicos, agrícolas y pecuarios, además, de usar el estadio larvario como una fuente proteica tipificada como insumo alimenticio en la crianza de pollos, cuyes y otras especies animales productivas.

El desarrollo de conocimiento del ciclo biológico de la mosca *Hermetia illucens* bajo condiciones de crianza controladas dentro de las características climáticas de la irrigación de Majes nos permitirá producir larvas de mosca soldado como insumo proteico en la alimentación animal. Determinando un sistema adecuado de crianza de adultos y producción de huevos de *Hermetia illucens* en condiciones de la irrigación de Majes y tipificando al díptero en sus características morfológicas.

1.3.2. ASPECTO TECNOLÓGICO:

El díptero *Hermetia illucens* conocido con el nombre vulgar de mosca soldado, es un insecto con alto valor nutricional, los reportes indican que tiene un 40% de proteína y de 30% de grasa en su etapa larvaria, además de ser un individuo que por su composición morfológica no presenta aparato bucal en estadio adulto por lo que no es considerado como un portador de enfermedades.

La presente investigación plantea evaluar el ciclo biológico del díptero para desarrollar el conocimiento en el empleo de la *Hermetia illucens* para el bioprociamiento de residuos orgánico agrícolas y el uso de algunas etapas de su ciclo biológico como fuente de alimento de alto valor proteico y nutricional en la alimentación animal como nuevas biotecnologías aplicadas a los sistemas de producción pecuaria, así como el encontrar nuevas fuentes de proteína de origen animal como sustituto a las tradicionales para uso en la alimentación animal.

1.3.3. ASPECTO SOCIAL:

El estudio del ciclo biológico de *Hermetia illucens* para el conocimiento del empleo del díptero para bioprociamiento de residuos orgánicos agrícolas permitirá dar alternativas para el manejo sostenible de residuos orgánicos agrícolas, mejoramiento de condiciones sanitarias al reducir vectores de enfermedades y generación del empleo en plantas de procesamiento de residuos orgánicos, agrícolas utilizando larvas de mosca soldado negra, la misma que servirá de insumo proteico para su uso en sistemas de producción pecuaria.

1.3.4. ASPECTO ECONOMICO:

El conocer y estudiar el ciclo biológico de *Hermetia illucens* para el conocimiento del empleo del díptero para bioprociamiento de residuos orgánicos y agrícolas nos permitirá impactar económicamente en la reducción de costos de alimenticios de la crianza de animales al utilizar la harina de larva de moscas como fuente proteica. Incrementar los ingresos de productores agropecuarios al procesar sus residuos orgánicos y producir harina de larvas e incrementar los ingresos de los productores agropecuarios por venta o uso de compost que queda como residuo de procesamiento con larvas o producción de harinas como fuente proteica para la alimentación animal.

1.3.5. IMPORTANCIA DEL TRABAJO:

La generación del conocimiento de dípteros de *Hermetia illucens* para el bioprocesamiento de residuos orgánicos agrícolas beneficiara, tanto a investigadores, agricultores y productores agropecuarios donde unos aprovecharán los residuos de la producción agrícola y otros podrán reemplazar sus insumos de producción por un insumo de alto valor proteico nutricional a ser usado en alimentación animal.

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el ciclo biológico de *Hermetia illucens* bajo condiciones controladas en la Irrigación de Majes.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estudio de la capacidad de postura y duración de la etapa de ovoposición.
- Duración de la etapa larval y descripción de las características morfológicas principales.
- Morfología y duración de la etapa pupal, nacimiento de adultos.
- Estudio del dimorfismo sexual de la mosca *Hermetia illucens*.

1.5. PLANTAMIENTO DE HIPÓTESIS:

Dado que el ciclo biológico de los dípteros varía según la Temperatura, humedad y características climáticas existentes en el medio ambiente es probable que:

Se pueda desarrollar conocimiento del ciclo biológico de la mosca *Hermetia illucens* para el bioprocesamiento de residuos orgánicos agrícolas y producción larval como fuente proteica bajo condiciones controladas en la Irrigación de Majes.

II. MARCO TEORICO:

2.1. ANALISIS BIBLIOGRAFICO:

2.1.1. MATERIAL PRINCIPAL:

Hermetia illucens (1) es un díptero estratiomido (*Diptera, Stratiomyidae*) vulgarmente denominado "mosca soldado negra" (Black Soldier Fly, BSF por sus siglas en inglés) de origen posiblemente neotropical pero actualmente está presente en zonas cálidas de todo el mundo, debido a su transporte accidental o a su introducción deliberada con diferentes usos. La especie es susceptible de ser criada a escala masiva y los estadios larvarios pueden alimentarse de multitud de restos orgánicos de muy diverso origen. Es por ello que esta especie presenta un gran interés desde un punto de vista aplicado ya que por su versatilidad puede ser utilizada tanto para la transformación de residuos/subproductos orgánicos en biomasa útil para la alimentación animal o la obtención de biomoléculas, como bioindicador forense por su papel en investigaciones forenses y su uso para el cálculo del intervalo postmortem. Por todos estos motivos se necesita una información profunda sobre la morfología, biología y ecología de *Hermetia illucens* y en particular sobre los parámetros biológicos asociados a su cría artificial y producción masiva.

Los Dipteros están entre las cuatro órdenes mega diversas de insectos existentes. Comprende por 188 familias y aproximadamente 159.000 especies descritas, comprendidas entre el 10-12% de la biodiversidad mundial⁸. Muchos poseen la importancia económica, pues actúan como controladores de plagas⁸.

Algunos son agentes polinizadores, otros poseen importancia médico-veterinaria, siendo vectores de agentes infecciosos⁴². Parte de estos insectos tiene papel importante en la descomposición de la materia orgánica, ya que son los primeros en colonizarse carcasa y la utilizan como fuente de alimento y sustrato para oviposición, a ejemplo: Stratiomyidae está incluido en Brachycera, infraorden Stratiomyomorpha³⁴, donde se encuentra la especie objetivo del trabajo, *Hermetia illucens*²⁶.

Los adultos de Stratiomyidae se pueden encontrar descansando sobre hojas, frutos maduros o materia en descomposición. Los inmaduros tienen diferencias en el formato, coloración y la quetotaxia, características importantes taxonómicamente. Además, sus larvas poseen 2 hábitos diferenciados en relación a otras familias, pudiendo ser acuáticas, semiaquáticas o terrestres ²⁰. Los inmaduros acuáticos, a veces, ocurren en gran número en las lagunas, donde pueden desempeñar un papel importante en las cadenas tróficas, al servir de alimento para los peces ⁴. Los Stratiomyidae también se pueden encontrar en materia orgánica en descomposición, por ejemplo, Beridinae, Clitelliariinae, Chrysochlorinae, Hermetiinae y Sargine ⁴⁷.

Grupo objetivo: *Hermetia illucens* ²⁶ *Hermetia* posee 78 especies conocidas y de éstas, 54 ocurren en la región Neotropical, y en el caso de que se produzca un cambio en la calidad del producto.

Los adultos de *Hermetia illucens* (Figura 1), en algunas ocasiones, exhiben mimetismo con algunos grupos de Hymenoptera ⁴⁴. La cópula ocurre aproximadamente cinco días después de la emergencia de los adultos ¹⁴. No hay consenso en la literatura sobre el procedimiento de cópula en *H. illucens* ⁴¹ observaron que las hembras que se encuentran en reposo atraen a los machos en vuelo. Contrariamente, ⁹ observó que la cópula se daba durante el vuelo y no en reposo; ⁴³ relatan que el macho intercepta a la hembra en el aire hasta encontrar un lugar seguro, lejos de otros machos para realizar la cópula.

Las larvas de *Hermetia illucens* generalmente poseen seis estadios ³⁰ y pueden medir hasta tres centímetros de longitud. Además, cambian de coloración en el de su desarrollo, variando de color blanquecino (estadios iniciales) al amarelado (estadios finales). Poseen características en la quetotaxia larval (dorsal y ventral), como posición y el tipo de cerdas, importantes para la taxonomía del grupo ¹⁸. Tienen hábito detritívoro y se encuentran en microambientes como plantas, frutos y carne en descomposición ²⁰.



Figura 1: *Hermetia illucens* ♀. Hábito lateral izquierdo

Fuente: ²⁶

Hermetia illucens viene despertando interés en el área médica y veterinaria, pues fue asociada a miasis ⁷. En la economía, son responsables de grandes consumo de materia orgánica, siendo consideradas grandes convertidores de biomasa ¹⁰. Desempeñan papel de control biológico, pues se observaron inhibiendo y controlando la oviposición y desarrollo de Mosca domestica ^{26,37}. Además de estas aplicaciones, *Hermetia illucens* es objeto de estudios relacionados con la entomología forense ³⁰. En ese contexto, la especie fue considerada como oportunista o necrófaga secundaria, estando relacionada a estimaciones de intervalo post-muerte (IPM), es decir, el tiempo transcurrido desde la muerte del cadáver hasta el momento en que el mismo se encuentra ^{30,33}.

CLASIFICACION TAXONOMICA:

Tabla 1: Taxonomía

REINO	ANIMALIA
FILO	Arthropoda
CLASE	Insecta
ORDEN	Diptera
SUBORDEN	Brachycera
INFRAORDEN	Stratiomyomorpha
FAMILIA	Straomyidae
SUBFAMILIA	Hemetiinae
GÉNERO	Hermetia
ESPECIE	<i>Hermetia illucens</i>

Fuente: ²⁶.

ANATOMIA DE *Hermetia illucens*:

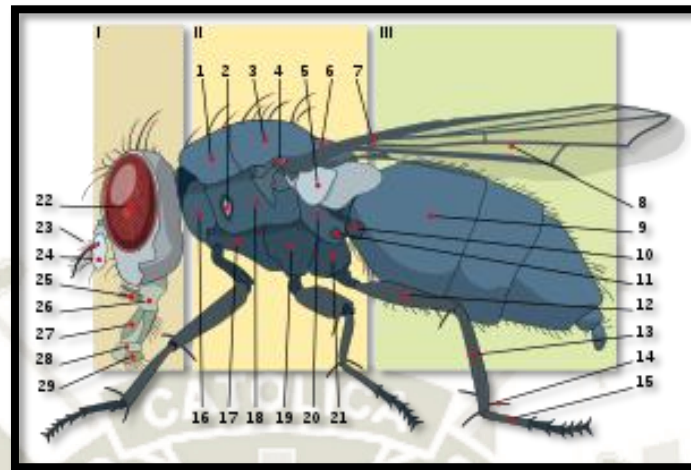


Figura 2: I: cabeza; II: tórax; III abdomen.

1: prescutum; 2: espiráculo delantero; 3: scutum; 4: basicosta; 5: calypeters; 6: scutellum; 7: vena; 8: ala; 9: segmento abdominal; 10: balancín; 11: espiráculo delantero; 12: fémur; 13: tibia; 14: espolón; 15: tarso; 16: propleurón; 17: prosternón; 18: mesopleurón; 21: metasternón; 22: ojo compuesto; 23: arista; 24: antena; 25: palpos maxilares; 26: labium; 27: labellum; 28: pseudotráquea. Fuente.⁵¹

MORFOLOGÍA:

La mosca soldado negra, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), una especie hemisinantrópica¹⁷, es un díptero de aspecto elegante que a veces se puede confundir con una avispa³. Originario de la Región Neotropical, *Hermetia illucens* era ampliamente introducido por las actividades humanas en Australasia, Europa, África y Asia¹⁹.



Figura 3. Mosca *Hermetia illucens*. Fuente: ⁴⁹



Figura 4. Mosca *Hermetia illucens*. Fuente: ⁵⁰

LAS ANTENAS: En una investigación de microscopía electrónica de barrido (SEM) de las antenas de ambos sexos de *Hermetia illucens* se presenta aquí por primera vez. La antena se compone de tres regiones: el paisaje, el pedicelo y el flagelo. Las dos primeras regiones son segmentos individuales, mientras que la tercera región, la más larga, está compuesta por ocho flagelómeros. El escape y el pedicelo tienen microtrichia, chaetic sensilla, y perforaciones redondeadas. El flagelo está cubierto por diferentes microtrichia, la morfología de lo cual se describe en detalle. Se encuentran dos tipos de fosas sensoriales en flagelomeros 1 a 6. Una depresión oval con trichoid sensilla se extiende desde flagelomeros 4 a 6. En ambos lados de flagelomeros 8 es una depresión lanceolada cubierto por microtrichia de pelo.

Las antenas además, poseen el segmento apical espatulado (Figura 5, ⁴⁴).



Figura 5: antenas de *Hermetia illucens*. Fuente: ²⁶

Independientemente de los estudios anteriores, pocos datos existen en la ultraestructura de las antenas de *Hermetia illucens* escaneando microscopía electrónica (SEM).

El propósito de este estudio fue utilizar SEM para examinar la morfología ultraestructural de la antena en ambos sexos de *Hermetia illucens*, así como para localizar y describir los diferentes tipos de *sensilla* y *microtrichia*. *Sensilla* son receptores sensoriales cuticulares que se extienden arriba, dentro y debajo de la cutícula, y *microtrichia* son proyecciones cuticulares no inervadas en la superficie del cuerpo ¹⁶. Tales investigaciones morfológicas son esenciales base para posteriores estudios electrofisiológicos y moleculares de biológicos funciones de la sencilla en esta interesante especie, que juega un papel relevante en varios aspectos de la entomología aplicada.

LAS ALAS: Esta familia posee una gran variedad morfológica, siendo diferenciada de los otros Diptera por poseer el ala con la célula discal pequeña ²⁹ (Figura 6).

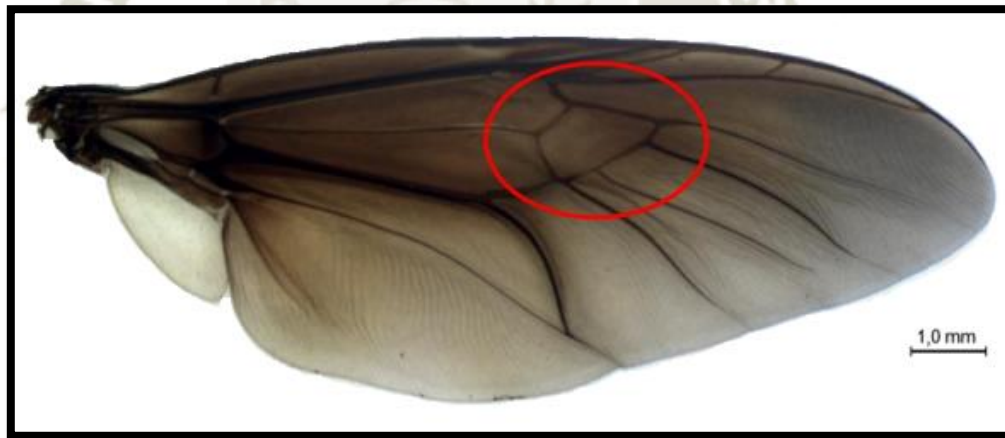


Figura 6 Ala de *Hermetia illucens* con destaque para la celda de disco. Fuente ²⁶.

Las alas de *Hermetia illucens* presentan también venación. Figura 7

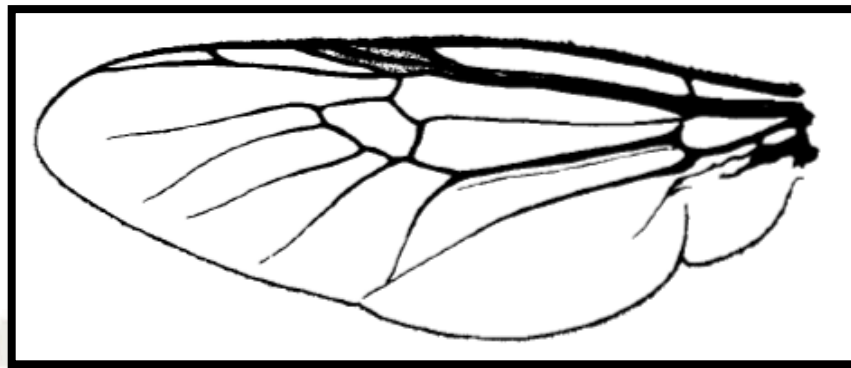


Figura 7: Venas de las alas. Fuente⁴⁶

EL ABDOMEN: presentan el escrutado frecuentemente adornado con espinas (Figura C), que, en alusión al armamento militar, justificaría su nombre común "Mosca soldado"²⁴. El segundo segmento abdominal es transparente (Figura 8D).

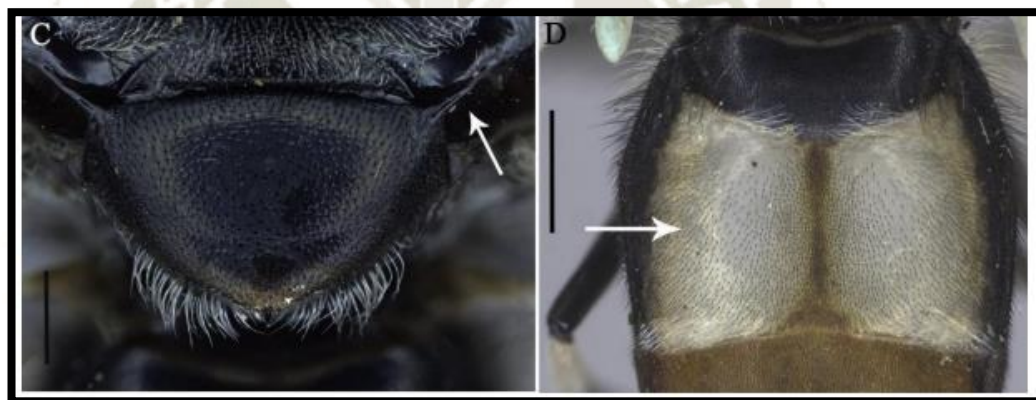


Figura 8: C, escrutado adornado con espinas; D, segundo segmento del abdomen
Fuente: ²⁶

El segundo segmento abdominal se caracteriza por contar con una porción transparente a modo de vidrieras divididas centralmente por un estrecho trozo longitudinal negro, en general esta vidriera es más amplia en el macho que en la hembra.

OVOPOSICIÓN: En la literatura, hay registros de la biología y morfología de *Hermetia illucens*.⁹ generó información sobre el comportamiento de ovoposición de la especie, afirmando que hay preferencia por ser en grietas secas;⁴¹ relataron que el apareamiento y la ovulación fueron observados con frecuencia de tres a seis veces en jaula instalada al aire libre. Cuando se realiza en invernadero (temperatura de 29,3 ° C), el apareamiento obtuvo menor éxito, siendo observado sólo una vez hasta la muerte del espécimen. Se notó también que la luz del sol directa estimula el apareamiento en el campo.

CICLO BIOLÓGICO: En cuanto al ciclo de desarrollo, los autores difieren en cuanto a su duración. ¹² relataron que larvas recién emergidas de *Hermetia illucens* necesitan dos semanas o más para alcanzar su desarrollo completo. ²⁸ trabajando con la creación en Nueva Zelanda, a una temperatura de 27,8 ° C, contribuyó de manera considerable a los conocimientos sobre el ciclo de vida con el período de incubación de los huevos de cinco a 14 días, el período de larva de 31 días y el de pupa de 9 a 10 días. ⁴¹ obtuvo un período total de 38 días a una temperatura de 29,3 ° C para la cría de huevos hasta adultos, ⁵ con base en la creación determinaron solamente el tiempo en que la especie permanece en la fase de huevo. Años después, produjeron una tabla con datos del ciclo de desarrollo de *Hermetia illucens* y concluyeron que el desarrollo de esta especie puede extenderse hasta cinco meses bajo diferentes condiciones, ²¹ crearon a *Hermetia illucens* y determinaron la existencia de sólo cinco estadios para la especie en Corea del Sur. En contra de lo registrado por ²² contabilizaron para América, seis etapas de desarrollo. Estudios más recientes con *Hermetia illucens* realizados en España traen informaciones de biología reproductiva, evaluando la influencia de diferentes tipos de alimentación y temperaturas en la biología, además de la determinación de factores bióticos y abióticos que afectan el desarrollo ¹⁴.

En cuanto a la morfología, los inmaduros de *Hermetia illucens* fueron retratados con dibujos, así como su aparato bucal, posibilitando un conocimiento inicial de la morfología de las larvas ⁹.

Además de ^{9,28} contribuyó con considerable conocimiento sobre el ciclo de vida de *Hermetia illucens* en Nueva Zelanda, describió características del tamaño y coloración de los huevos y de las larvas.

²⁹ abordó características como: longitud, coloración, presencia o la ausencia de espirales en el margen de los segmentos, presentando figuras ilustrativas. Sin embargo, no detalló la morfología en vistas dorsal, ventral y lateral y la disposición de las cerdas en cada estadio larval.

⁴⁰ observó que las larvas poseen 11 segmentos en el cuerpo con cerdas conspicuas, pudiendo poseer ocelos laterales distintos, los cuales tienden a tornarse cada vez más

conspicuos en los estadios finales. Además, el autor puntuó algunas características de la cabeza, como el aparato bucal.

²³ contabilizaron la cantidad de mudas y la duración del desarrollo de la larva, peso, anchura de la cápsula cefálica y descripción de la morfología de la boca con ayuda de microscopía de barrido, sin describir las cerdas en los estadios larvarios.

¹⁴ estudió características morfológicas de *Hermetia illucens* fueron en su tesis de doctorado de la autora realizó descripciones sobre la estructura corporal de los inmaduros a través de microscopía de exploración de hidrocarburos cuticulares, abordando características como la quetotaxis y aberturas espirables. El trabajo más reciente sobre la morfología de *Hermetia illucens* fue realizado por ³¹ con una descripción sucinta y generalizada de todas las etapas, ² además de la morfología externa de las larvas, hizo la descripción con ayuda de microscopía de barrido de acontecimientos internos en el proceso de desarrollo de un inmaduro de *Hermetia illucens*, en el que describieron algunos procesos, como la duración y cambios morfológicos durante el desarrollo intra-pupal bajo condiciones controladas de laboratorio.

La información relacionada con el ciclo de vida y la ecología de esta especie son esenciales para la entomología forense. De esta forma, el estudio de *Hermetia illucens* se justifica en la medida en que son necesarias complementaciones de los estudios bionómicos de esta especie, como el período que adultos e inmaduros se pueden encontrar en la carcasa, el tiempo de desarrollo de las fases inmaduras, herramientas para estimar la biomasa de larvas, las cuales, son relevantes para auxiliar en las estimaciones del índice de pobreza multidimensional (IPM) de cadáveres encontrados en el Amazonas, debido a diferencias climáticas que influyen en el desarrollo de la especie y hacen importantes estudios locales. Estos la información en toda la región Amazónica todavía son incipientes. Sin embargo, la especie es frecuente en el proceso de descomposición, y los datos de su biología pueden contribuir con la criminalística. En cuanto a las descripciones de los inmaduros existentes, se puede afirmar que éstas, a pesar de poseer abordaje en la quetotaxia, no muestran el detalle de las vistas del cuerpo de una larva (ventral y dorsal), siendo necesario más estudios de estas características, las cuales tienen una importancia significativa en la taxonomía de la especie.

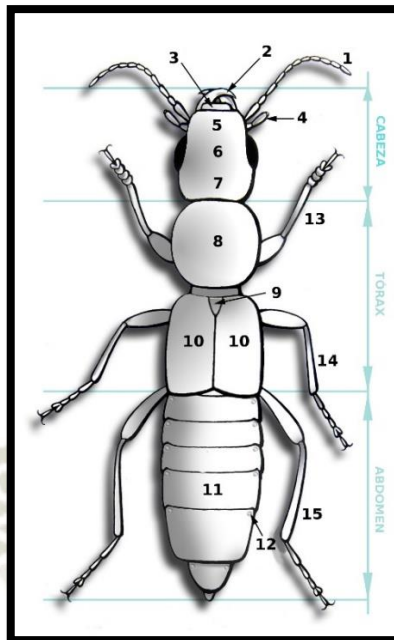


Figura 9: Morfología general de los insectos

1: antena, 2: mandíbula; 3: Labro; 4: Palpo maxilar; 5: Clípeo, 6: Frente; 7: Vértex; 8: Pronoto; 9: Escutelo; 10: élitro; 11: abdomen; 12: estigma; 13, 14 y 15: patas. Fuente: ²⁶

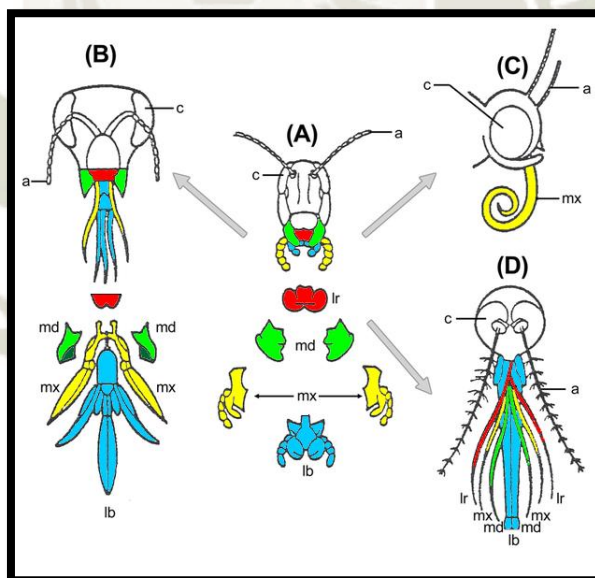


Figura 10: Piezas bucales de los insectos

A: tipo masticador, B: tipo cortador-chupador, C: en espiritrompa, D: tipo picador-suctor. lr (rojo): labro, md (verde): mandíbulas, mx (amarillo): maxilas, lb (azul). Fuente: ⁴⁸

HUEVO:

La descripción del huevo de *Hermetia illucens* se realizó sobre la base del análisis de 45 huevos. Que díptero depositada sus huevos en masa (Figura 7 A), recubriendo su superficie con moco, lo que proporciona la adherencia del huevo al sustrato y entre ellos. Los huevos se aglomeran en lugares protegidos y escondidos, preferentemente en orificios pequeños, llegando una postura a totalizar entre 620 a 700 huevos (en promedio 660 ± 33 huevos).

Descripción del huevo de *Hermetia illucens*

Dimensiones variables, siendo la longitud: 1,00-1,4 mm, diámetro: 0,4-0,6 mm. Formato ovoide alargado y rectilíneo. Coloración que varía de blanco lechoso en las primeras horas después oviposición, pasando a amarillento con el tiempo y la maduración del embrión. Corion brillo, con superficie irregular y ornamentada con aspecto arrugado (Figura 7 B, C); Micrópila no visualizada.



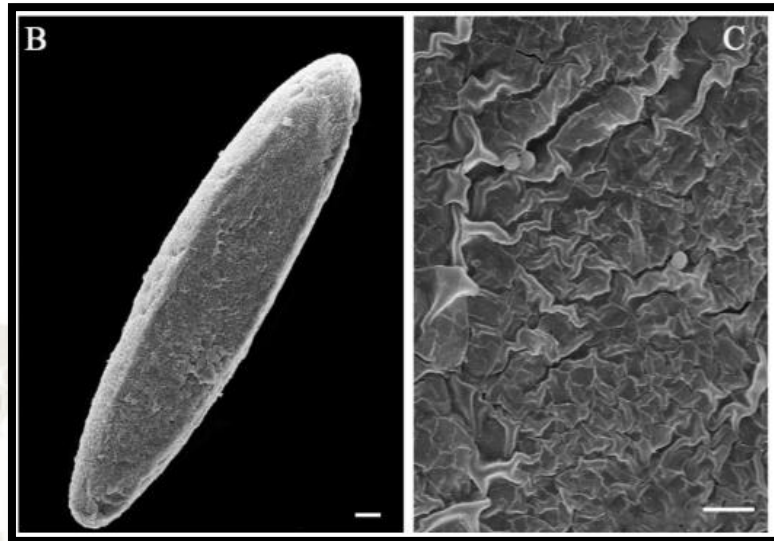


Figura 11: Morfología de los huevos de *Hermetia illucens*:

A- Postura (masa de huevos) bajo estereomicroscopio óptico; B- Aspecto general bajo microscopía electrónica de exploración (SEM); C- Superficie aproximada del canón. Escalas: A = 1 mm; B = 30 μ m; C = 10 μ m.

Fuente: ²⁶

LARVAS:

Las larvas se reproducen en una variedad de materiales vegetales y animales en descomposición, incluyendo cera y miel de desechos de colmenas ¹⁷. La biología de la preimpregnación etapas y adultos de *Hermetia illucens* ha sido ampliamente estudiado, en su mayoría para uso en manejo de estiércol ³⁸ y otros residuos orgánicos, y para el control competitivo de infestaciones por *Mosca domestica* ²⁶. (Diptera: Muscidae). Varias investigaciones también se han ocupado del uso de *Hermetia illucens* como alimento para animales ³⁶. Esta especie es de relevancia forense porque las etapas preimaginales se han encontrado en los cadáveres de humanos y animales; por lo tanto, se ha utilizado para estimar el intervalo postmortem. Algunos informes también indican *Hermetia illucens* como un agente de humanos gastrointestinal ⁷ y miasis furuncular ¹.

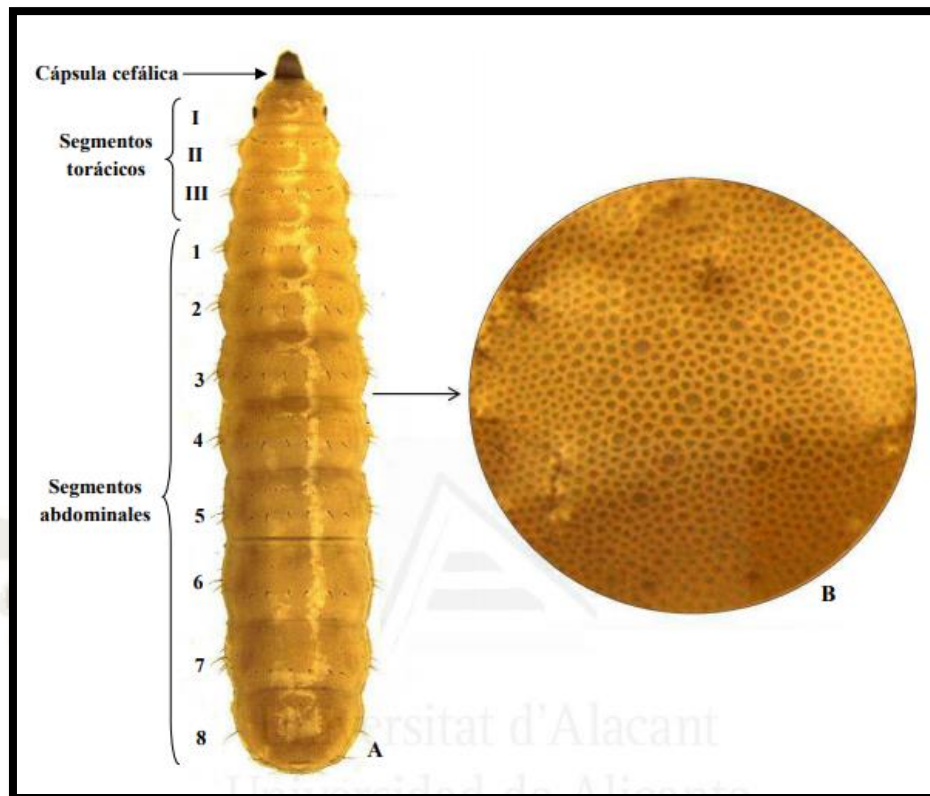


Figura 12: Apariencia general de la larva de *Hermetia illucens* mostrando la división de los segmentos torácicos, abdominales y la capsula cefálica de la cara dorsal (A). Detalle de la cutícula (B).
Fuente: ¹⁴.

CAPSULA CEFÁLICA:

La cabeza es estrecha y larga, fuertemente esclerotizada y puede ser retraída dentro del tórax. Dorsalmente se compone de un esclerito dorsomedial, el clipeo o clipeofrontal (ecf), y un par de escleritos laterales (esl), los cuales por lo general cubren la mayor parte de la cabeza hasta la región ventrolateral (Figura 13 A). Las antenas (a) en posición anterolateral están formadas por tres segmentos generalmente conspicuos, el primero o basal presenta 3 sensillos campaniformes (sec) distribuidos homogéneamente en la base (Figuras 13 A, B). En posición lateral encontramos un par de ojos simples u ocelos (o) (Figuras 13 A, C).

En la región anterior, el clipeo se continua hacia delante conformando el labro (lbr) estrecho y cónico (Figuras 13 A, 14 E), a cuyos lados se sitúa el complejo mandíbulo-maxilar (cm/mx) el cual se continua ventralmente (Figura 13 D). Este es el único apéndice bucal y se forma por la fusión de las mandíbulas y maxilas originales. A lo largo

del borde interno anteroventral de los escleritos laterales se observan los lóbulos genales (lg), estrechos y coriáceos (Figura 14 E). Cada complejo mandíbulo-maxilar consta de una parte basal (mandíbula original, m) y una parte apical (maxila original, mx). Cada maxila presenta un palpo maxilar (pmx) (Figura 14 F). Cerca de la base del palpo maxilar se forma un agrupación de setas (setas maxilares, smx) poco desarrolladas (Figura 14 F). Posteriormente en la superficie ventral existe un área molar muy desarrollada (am) (Figura 14 H). En la región basal ventral, la placa ventral (plv), se extiende anteriormente en dos proyecciones las cuales están conectadas en la zona medi de un estrecho esclerito, el prementum (prm) (Figura 13 D).

QUETOTAXIA:

En la región dorsal de la capsula cefálica hay 4 pares de setas dorsales, 2 pares llamadas setas labrales (Lb), y los otros 2 pares son las cípeo-fontales (Cf). Además existe 1 par dorsolateral (DL) detrás de las prominencias oculares (Figura 11 A). En la región ventral hay 3 pares de setas ventrolaterales (VL) y 3 pares ventrales (V) (Figura 11 B).

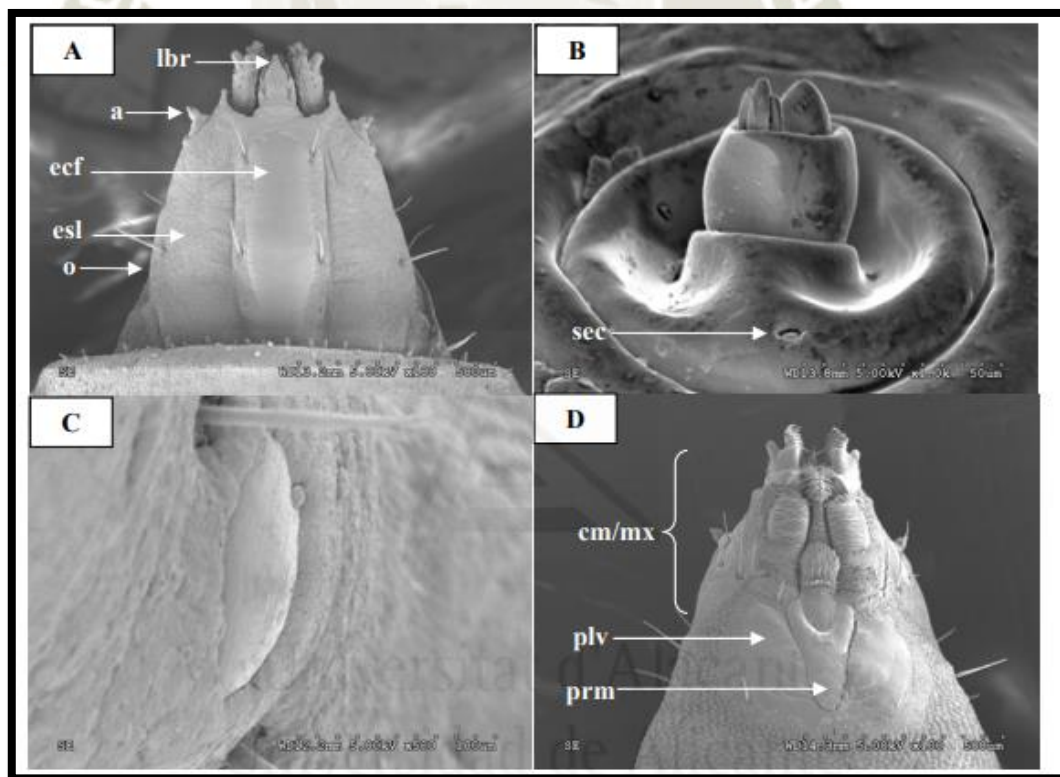


Figura 13: Morfología de la cápsula cefálica de la larva de *Hermetia illucens*.

Vista dorsal de la cápsula cefálica (CC) (A). Detalle de la antena (a) (B). Detalle del ojo (o) (C). Vista ventral de la CC (D). Esclerito lateral (esl), esclerito clipeofrontal (ecf), labro (lbr), sensilios campaniformes (sec), placa ventral (plv), prementum (prm).

Fuente: ¹⁴.

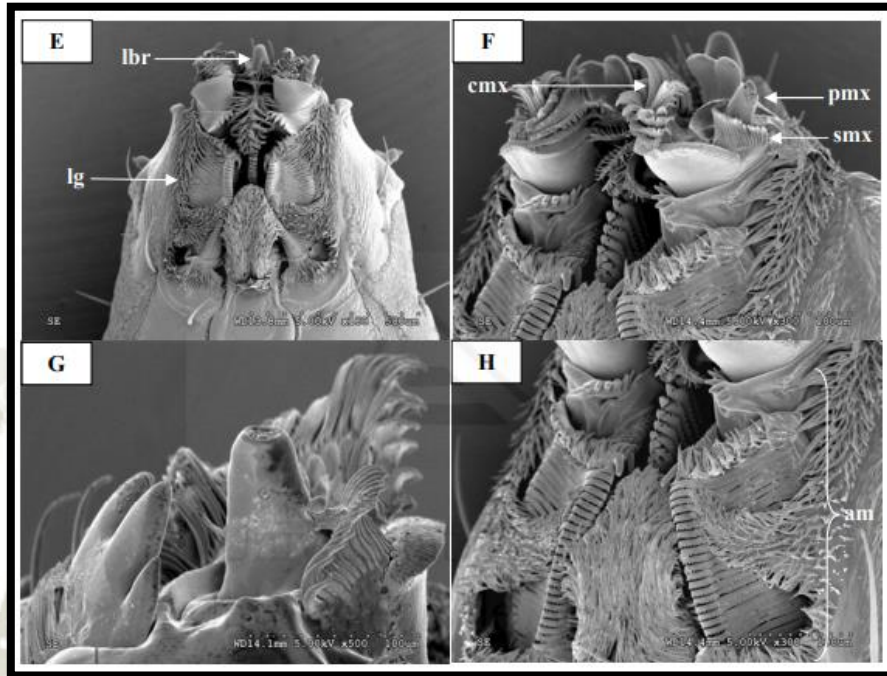


Figura 14: Continuación. Detalle del complejo mandíbulo/maxilar (cm/mx) (E). Detalle de la maxila (mx) (F). Detalle de los palpos maxilares (pmx) (G). Detalle del área molar (am) (H). Lóbulos genales (lg), cepillos maxilares (cmx), setas maxilares (smx). Fuente: ¹⁴.

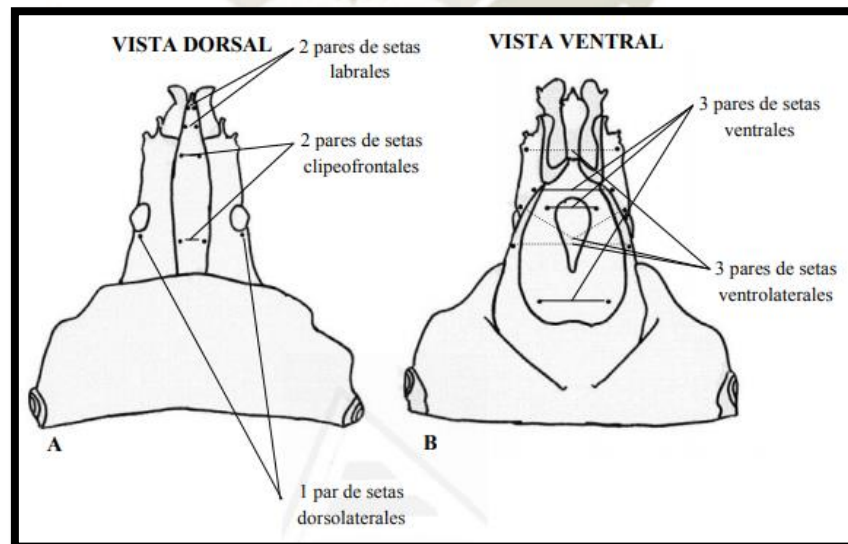


Figura 15: Quetotaxia de la cápsula cefálica de la cara dorsal (A) y ventral (B) del último estadio larval de *Hermetia illucens*

Fuente: ^{14,35}.

TÓRAX:

Se encuentra formado por 3 segmentos (I a III). Dorsalmente los segmentos son densamente pilosos con varias hileras de pequeños sensilios (se) bien desarrollados en la región anterior de los segmentos II y III (Figuras 12 A, 13 A). El primer segmento se caracteriza por presentar los prominentes espiráculos anteriores (ea) (Figuras 16 A, B y 17 A), dispuestos lateralmente. Cada uno está formado por una placa esclerotizada en cuyo centro se forma el área estigmática de forma acorazonada con 2 hendiduras espiculares en forma de V (hea) y en su base la cicatriz estigmática (ce) (Figura 16 B). A ambos lados del tercer segmento, ubicadas dorsalmente, existen unas estructuras pequeñas y redondas, los que se conocen como vestigios espiraculares (ve), probablemente no funcionales (Figura 5 A). anteroventralmente, los segmentos II y III se caracterizan por poseer abundantes y pequeños sensilios (se) (Figura 16 C y 17 B).

QUETOTAXIA:

Los tres segmentos torácicos (Figura 14 A) presentan 3 pares de setas dorsales (D) y 1 par de setas dorsolaterales (DL). En el primer segmento torácico existen además 2 pares de setas anterodorsales (Ad). En la parte ventral se presenta 1 par de setas ventrolaterales (VL) y 2 pares de setas ventrales (V) (Figura 14 B).

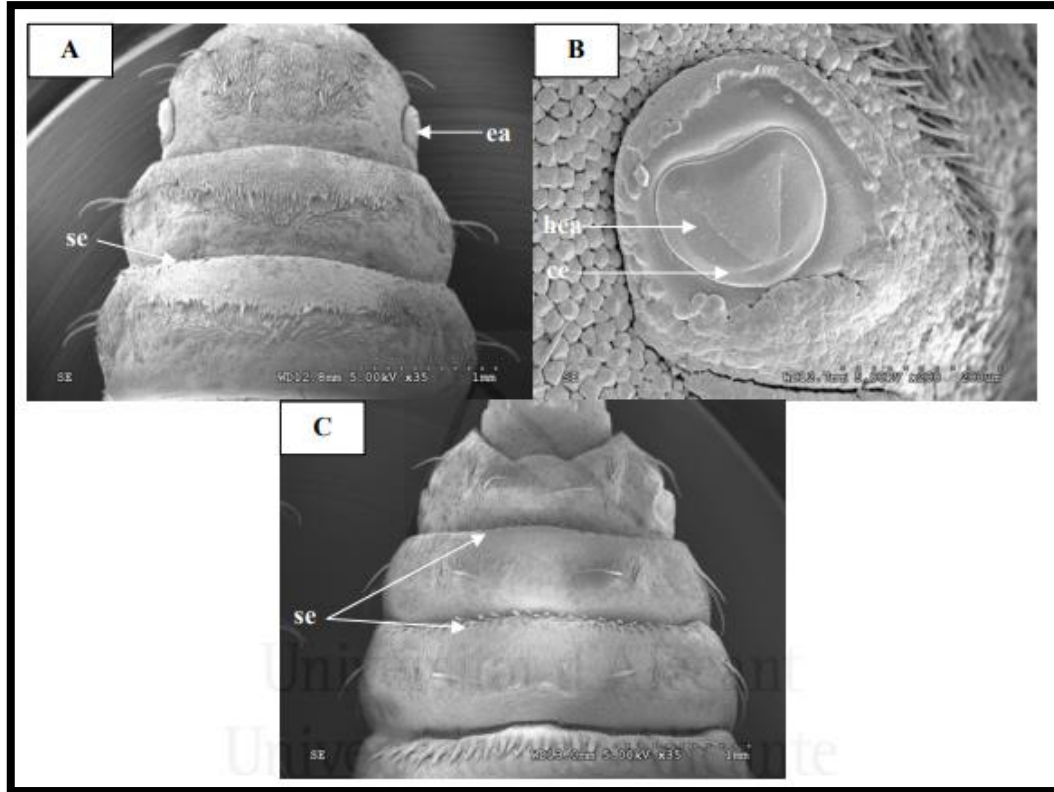
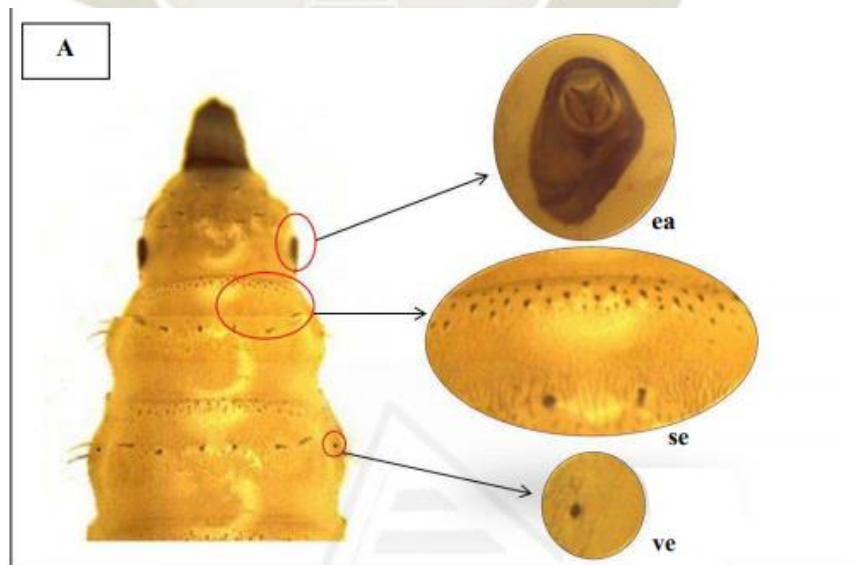


Figura 16: Morfología de los segmentos torácicos. Vista dorsal de los segmentos I, II y III (A). Espiráculo anterior (ea) (B). Vista ventral de los segmentos I, II y III (D). sensilios (se), hendiduras espiracilares (hae), cicatriz estigmática (ce). Fuente: ¹⁴.



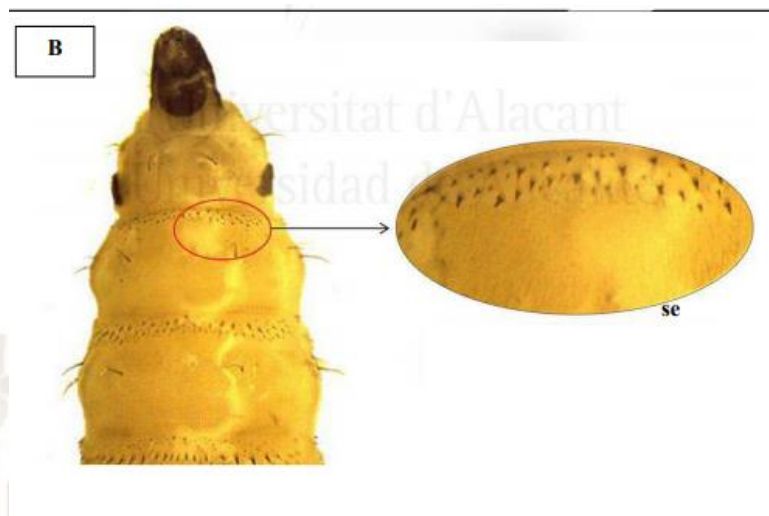


Figura 17: Vista dorsal (A) y ventral (B) de los segmentos torácicos de la larva de *Hermetia illucens*.
Detalle de los espiráculos anteriores (ea), los sensilios (se) y los vestigios espiraculares (ve). Fuente: ¹⁴.

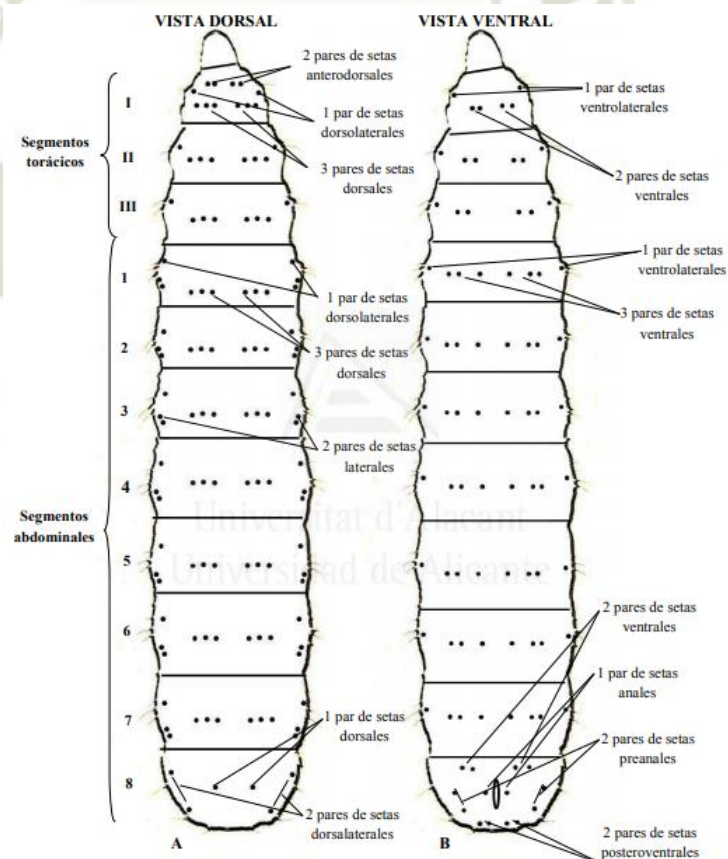


Figura 18: Quetotaxia dorsal (A) y ventral (B) de los segmentos torácicos y abdominales del cuerpo del último estadio larval de *Hermetia illucens* (modificado de Rozkosny, 1982).
Fuente: ¹⁴.

ABDOMEN:

El abdomen está formado por 8 segmentos. Dorsalmente los segmentos del 1 al 7, están formados por placas, más o menos rectangulares cubiertas por numerosas y pequeñas setas (Figura 18A). Anteriormente, en cada placa existe una hilera de sencillos (se) en forma de espinas (Figuras 18 A y 19 A). Los segmentos 1 a 7 se caracterizan por presentar a ambos lados vestigios espiculares (ve), igual que los observados en el segmento torácico III (Figura 18 A). Ventralmente, los segmentos se caracterizan por la escasa presencia de pequeñas setas y por el desarrollo de una hilera de fuertes sencillos (se) en la región anterior de cada segmento (Figura 18 B).

De los ocho segmentos abdominales, el último o segmento anal (Sa) tiene una forma redondeada (Figuras 15 C y 17 A). En su ápice existe una abertura rodeada de pequeñas setas que conduce a la cámara espicular (cae) (Figuras 19 C, D) en cuyo interior se encuentran en posición dorsal un par de espiráculos posteriores (ep). Estos espiráculos están formados por numerosas aberturas espiraculares (abe) dispuestas radialmente sobre la cicatriz ecdisidal (ce) (Figura 17 A). El ano (an) aparece como una hendidura longitudinal ventral en la mitad ventral del segmento anal y sus bordes aparecen festoneadas por espinas cónicas (es) cortas y fuertes (Figuras 16 E, F y 17 B). Por encima de la hendidura anal existe un marcado pliegue convexo (plg) (Figura 16 E).

Otra estructura abdominal interesante es el llamado parche esternal (pae), presente en la zona medio ventral del segmento 6 (Figuras 20 G, H y 19 B). Es una zona desprovista de setas tricoides, con forma alargada oval, donde se distingue la presencia de facetas cuticulares notablemente pequeñas (área cuticular de glándulas especializadas) y con una coloración diferente del resto del segmento.

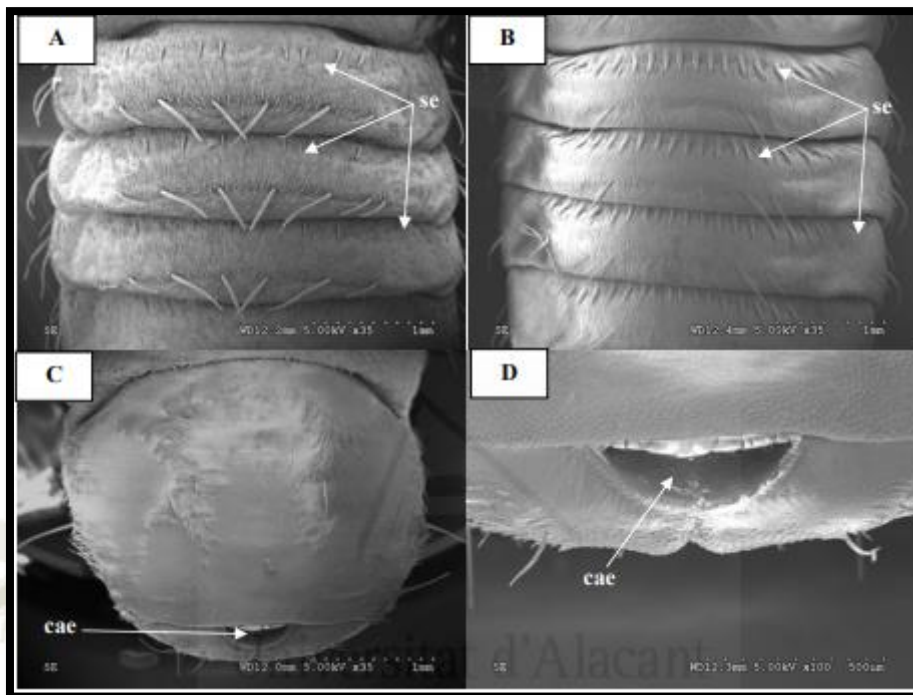


Figura 19: Morfología de los segmentos abdominales de una larva de *Hermetia illucens*. Vista dorsal (A). Vista ventral (B). Vista dorsal del segmento anal (C). Detalle de la cámara espicular (cae) (D). Sensilios (se).

Fuente: ¹⁴.

QUETOTAXIA:

Los segmentos abdominales 1 al 7 tienen setas muy similares, aunque éstas a menudo se hacen más largas y fuertes caudalmente. Hay 3 pares de setas dorsales (D) dispuestas como en los segmentos torácicos, además de 1 par dorsolateral (DL), 2 pares laterales, que diferencian estos segmentos de los abdominales (Figura 14 A). Ventralmente aparece 1 par ventrolateral (VL) y 3 pares de setas ventrales (V) (Figura 14B). El último segmento abdominal o segmento anal muestra un solo par de setas dorsales (D) más o menos desarrolladas y dos pares de setas dorsolaterales (DL) (Figura 14A); y en la región ventral 2 pares ventrales (V), 2 pares posteroventrales (Pv), 1 par de setas anales (An) y 2 pares de setas preanales (Pa), (Figura 14B) ^{35,46}.

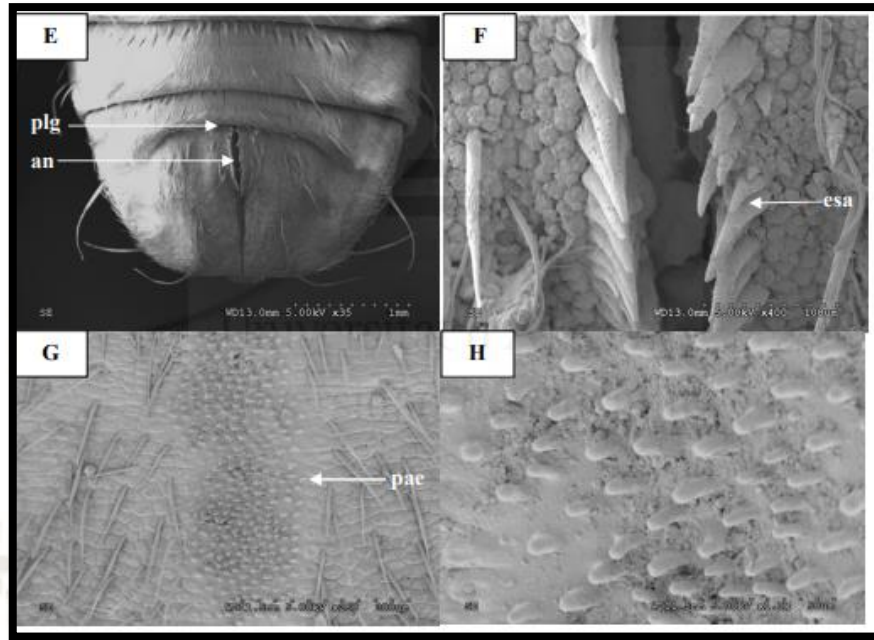
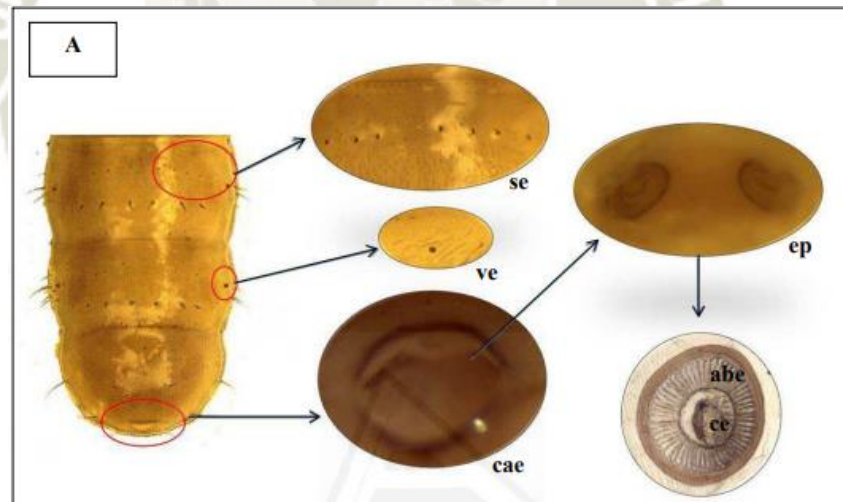


Figura 20: Continuación. Vista ventral del segmento anal (E).
Detalle del ano (an) (F). Detalle del parche esternal (pae) (GH). Pliegue (plg) y espinas
anales (esa). Fuente: ¹⁴.



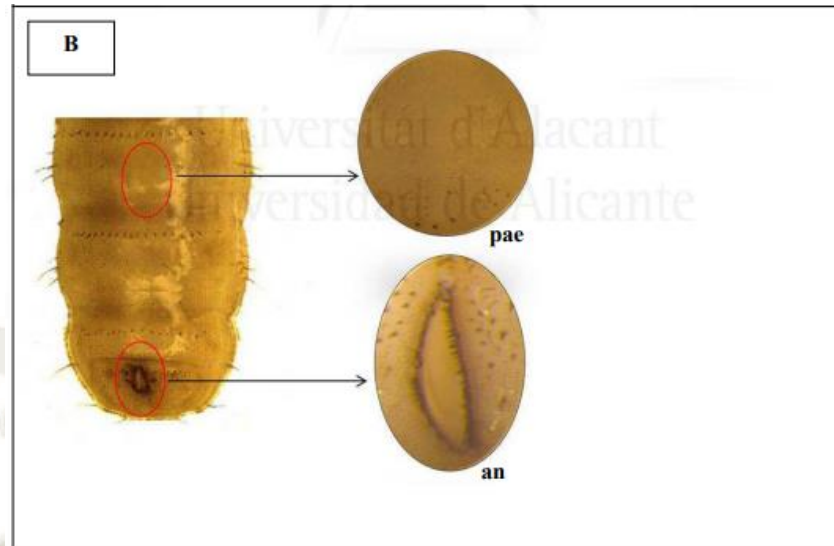


Figura 21: Vista dorsal (A) y ventral (B) de los últimos tres segmentos abdominales de la larva de *Hermetia illucens*.

Detalle de los espiráculos posteriores (ep), los sensilios (se), los vestigios espiráculos (ve), el parche esternal (pae) y ano (an). Cámara espiracular (cae), aberturas espiraculares (abe) y cicatriz ecdisial (ce). Fuente: ¹⁴.

APARATO GENITAL DE LA HEMBRA Y EL MACHO:

En la investigación realizada por Rozkosny (1983)³³ describe por primera vez la genitalia masculina es relativamente corta y presenta dos pares de lóbulos posteriores laterales, un par de cercos y un par de gonostilos muy reducidos. El complejo edeagal es muy delgado y se encuentra dilatado en su parte basal Figura 18.

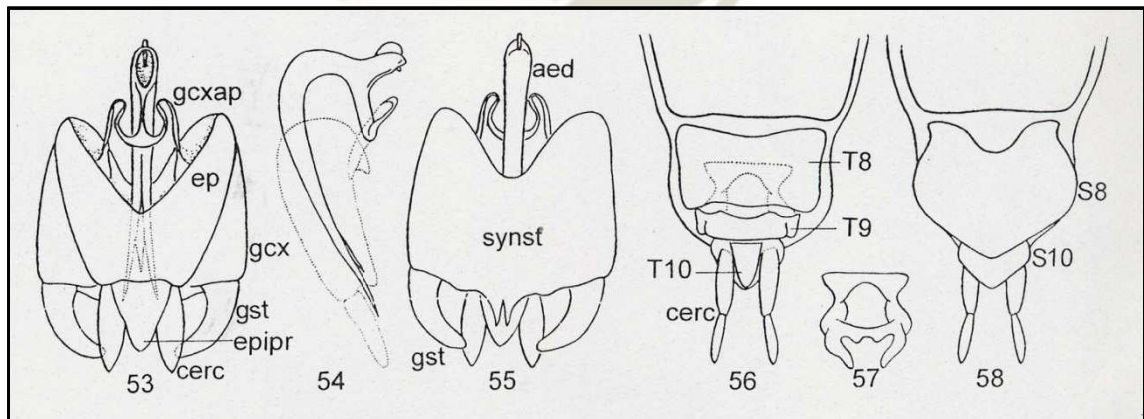


Figura 22. 53-55: Genitalia masculina de un Stratiomyidae; 53: vista dorsal; 54: vista lateral; 55: vista ventral. 56-58: Terminalia femenina de un Stratiomyidae; 56: vista dorsal; 57: furca genital; 58: vista ventral. (aed: complejo edeagal, cerc: cerco, ep: epandrium, epipr: epiprocto, gcx: gonocoxito, gcxap: apodema gonocoxal, gst: gonostylus, S: esternito, synst: synsternito, T: terguito). Fuente ³³.

La terminalia femenina se compone de un par cercos largos formados por dos segmentos; posee una larga placa subgenital en su parte distal de forma puntiaguda y una furca genital subtriangular véase en la Figura 22, Üstüner *et al.*, 2003⁴². La estructura genital representa el único carácter de dimorfismo sexual de esta especie.

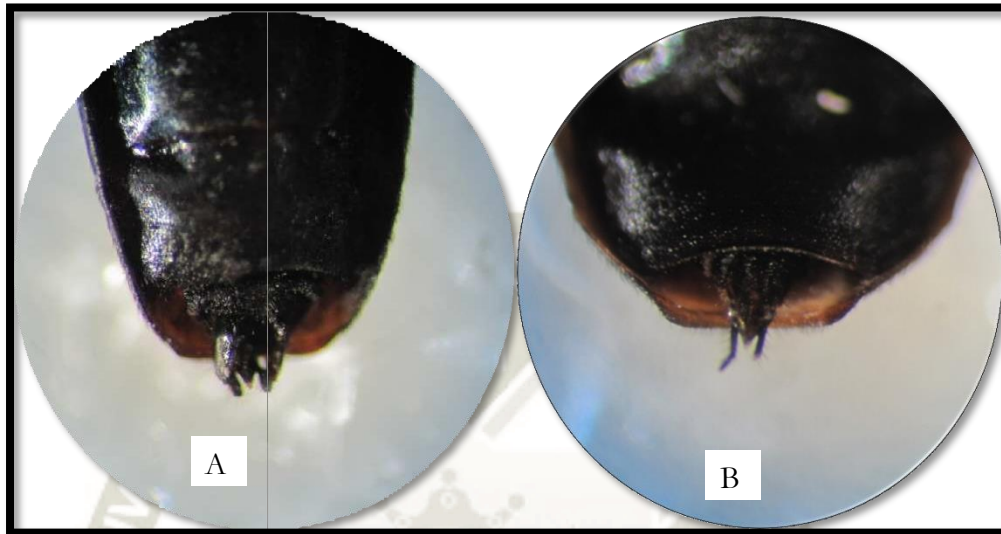


Figura 23. Vista ventral del final del abdomen en un macho (A) y hembra de *Hermetia illucens*. Fuente⁴⁶

CICLO DE VIDA:

Tras el apareamiento las hembras depositan alrededor de 600 huevos en grietas o hendiduras cerca de materia orgánica en descomposición³⁴. Cada huevo con forma de óvalo mide aproximadamente 1 mm de longitud, su coloración varía de blanco a amarillo pálido o crema, emergiendo larvas de primer estadio en aproximadamente cuatro días a 24 °C⁵. Las larvas son de crecimiento rápido y se caracterizan por seis estadios larvales (L1, L2, L3, L4, L5 y prepupa). Las larvas pueden llegar a medir hasta 3 cm de longitud, son de un color opaco y blanquecino y presentan una característica quetotaxia tanto en su parte ventral como dorsal¹⁷. Al finalizar su crecimiento, las larvas abandonan el medio de desarrollo buscando un sitio seco y protegido, a este estadio se lo denomina prepupa (sexto estadio larval). Esta etapa se caracteriza por el endurecimiento y oscurecimiento de la cutícula, así como por su gran movilidad y tras unos días se transforma en pupa caracterizada por la falta de movimiento activo¹⁷.

Los adultos emergen aproximadamente después de dos semanas tras la formación de la prepupa ⁴¹. Los adultos no necesitan alimentarse por lo que dependen de las reservas acumuladas durante la fase larvaria (Newton *et al.*, 2005). La duración de cada etapa del ciclo de vida de *Hermetia illucens* está influenciado por diversos factores abióticos y bióticos, que pueden alterar de forma significativa el desarrollo de las etapas preimaginales de esta especie ^{41,34}.

Las moscas *Hermetia* negras depositan sus huevos en lotes con un promedio de unos 900 por grupo.

Los huevos eclosionan en 4 días a 24°C y las larvas se desarrollan a través de cinco estadios en dos semanas o más. La duración del periodo larvario aumenta considerablemente con bajas temperaturas o falta de alimento. La pupa se forma dentro de la envoltura pupal formada por el tegumento de la larva del último estadio, y el estadio pupal dura 2 semanas o más ¹³.

El adulto emerge del pupario a través de una fisura en forma de T en la parte anterior. El ciclo biológico de huevo a adulto necesita 38 días a 29°C y 60 días a 20°C con este largo ciclo biológico, en el lugar de cría pueden acumularse grandes poblaciones de larvas de varios tamaños.

También determina que las larvas como se indica en la figura 24 de la mosca *Hermetia illucens* negra alcanzan 2 cm de longitud y son aplastadas dorso-ventralmente con una estructura anterior estrecha que lleva ocelos laterales y visibles antenas y maxilas ¹³.

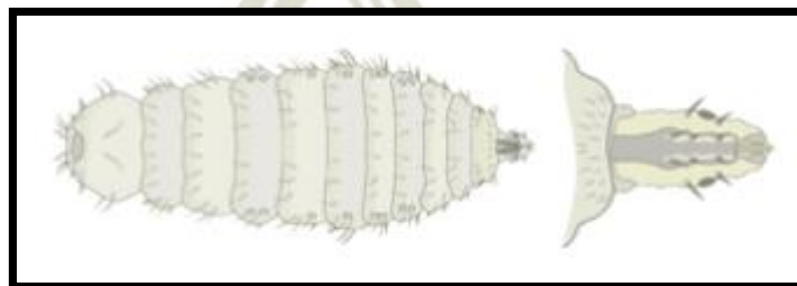


Figura 24: Larva de *Hermetia illucens*. Fuente: ¹³.

Las larvas aparecen claramente segmentadas y ligeramente fusiformes. Su color va del bronceado pálido al blanco, aunque con frecuencia parecen en color marrón más oscuro a causa de la adherencia de estiércol (sobre todo en gallineros) ¹³.

2.2. Antecedentes de la Investigación

2.2.1. Revisión de tesis universitarias

Gobbi, F. (2012). Desarrollo un trabajo de investigación en la universidad de Alicante en la cual indica como resumen lo siguiente: *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) es un díptero estratiomido (*Diptera, Stratiomyidae*) vulgarmente denominado “mosca soldado negra” (Black Soldier Fly, BSF en inglés) de origen posiblemente neotropical pero actualmente está presente en zonas cálidas de todo el mundo, debido a su transporte accidental o a su introducción deliberada con diferentes usos. La especie es susceptible de ser criada a escala masiva y los estadios larvarios pueden alimentarse de multitud de restos orgánicos de muy diverso origen. Es por ello que esta especie presenta un gran interés desde un punto de vista aplicado ya que por su versatilidad puede ser utilizada tanto para la transformación de residuos/subproductos orgánicos en biomasa útil para la alimentación animal o la obtención de biomoléculas, como bioindicador forense por su papel en investigaciones forenses y su uso para el cálculo del intervalo *postmortem*. Por todos estos motivos se necesita una información profunda sobre la morfología, biología y ecología de *Hermetia illucens* y en particular sobre los parámetros biológicos asociados a su cría artificial y producción masiva. Con el fin de obtener y analizar estos conocimientos se propuso la realización de la presente tesis doctoral, incidiendo especialmente en la situación de su cría en Europa. Los principales parámetros estudiados se abordaron en diferentes capítulos resumidos a continuación. Se analizó la morfología de los diferentes estadios larvarios y fases preimaginales, prestando especial atención a la quetotaxia, el tamaño de la capsula cefálica y la caracterización morfológica de los espiráculos anteriores y posteriores. No se observaron diferencias sustanciales en la quetotaxia ni en lo relativo a los espiráculos anteriores de las larvas de diferentes edades; sin embargo, en el tamaño de la capsula cefálica y la morfología de los espiráculos posteriores ocurrió lo contrario, detectándose características diagnósticas válidas para los diferentes estadios larvarios. También, se presentan los resultados de la caracterización bioquímica de los hidrocarburos presentes en la cutícula del exoesqueleto de los diferentes estadios larvales. En este sentido,

pudo comprobarse que a medida que aumenta la edad de las larvas, aumenta de manera progresiva la abundancia de diferentes compuestos hidrocarbonados. Este hecho puede ser utilizado en diversas vertientes del ámbito aplicado como por ejemplo la estimación de la edad en el cálculo del intervalo *postmortem* o su aplicación como factor de control de calidad en la producción masiva de *Hermetia illucens* con diversos fines industriales. A continuación, se determinaron los requerimientos térmicos o suma térmica según el modelo de grados-día de la especie para su posterior empleo en investigación aplicada. Esta técnica permite relacionar cada fase de desarrollo con una acumulación de unidades térmicas, sobre una temperatura umbral (la constante térmica). Se estudió el efecto de la temperatura y el desarrollo preimaginal de *Hermetia illucens* sobre diferentes medios de alimentación. Entre los parámetros analizados se encuentran el tiempo de desarrollo y el efecto en el crecimiento larvario (longitud y peso), a tres temperaturas constantes (25, 30 y 35 °C). Con los datos de desarrollo se calculó la temperatura mínima de desarrollo (T₀) y se elaboró un diagrama isomorfo para cada medio de desarrollo (carne de cerdo y pienso de gallina ponedora). También se analizó el efecto de tres medios de desarrollo larvario (pienso de gallina ponedora, harina cárnica multiespecie y harina cárnica mezclada con pienso de gallina ponedora) en diferentes parámetros biológicos de los imagos obtenidos como el tamaño alar (analizado mediante morfometría geométrica) y el desarrollo ovárico de las hembras de *Hermetia illucens*. Se encontraron diferencias significativas en el tamaño alar de los imagos obtenidos en su fecundidad, mortalidad, y otros parámetros estudiados. Por último, con objeto de identificar y resolver los cuellos de botella relacionados con la producción masiva de huevos de *Hermetia illucens* en condiciones de cría artificial, se determinaron los principales factores abióticos y bióticos.

Machado, L. (2017). Nos muestra que: *Hermetia illucens* posee 78 especies conocidas en el mundo, siendo 54 registradas en la región Neotropical y 22 ocurriendo en Brasil. Entre ellas, *Hermetia illucens* es una de las especies de Diptera de interés forense. En el presente estudio se buscó proporcionar informaciones bionómicas de esta especie durante el proceso de descomposición cadavérica de cerdo. Se estudió la morfología de sus inmaduros, su biomasa fue estimada a

partir de la morfometría de la larva y ajuste en diferentes modelos de regresión. El estudio fue realizado en fragmento forestal urbano en Manaus, Amazonas. Se utilizó un cerdo como cebo atractivo y sustrato para las observaciones bionómicas. Las hembras embarazadas de *Hermetia illucens* fueron recolectadas para la obtención de inmaduros a partir de sus colonias de stock. Para el estudio morfológico, se utilizó microscopía óptica y electrónica de exploración. Para la estimación de biomasa y obtención del mejor ajuste, se midieron 280 larvas, siendo utilizadas cuatro medidas morfométricas, probadas en tres modelos de regresión. Los resultados bionómicos muestran la preferencia de la hembra adulta por oviposidores en lugares protegidos. Las larvas se desarrollan en lugares húmedos, preferentemente debajo del cuero del cerdo. Las pupas completan su desarrollo en el sustrato y no se entierran. El tiempo de desarrollo de las larvas ocurrió en el intervalo de 53 a 82 días, con seis estadios larva y el de pupa. La fase de huevo duró 4-7 días; primer estadio = 1-2 días; segundo = 2-3 días; tercero = 3-7 días; cuarto = 8-13; quinto = 9-15 días; sexto = 11-15 días y la pupa = 15-20 días. Morfológicamente, los huevos son ovoides alargados, con coloración blanco-lechoso al amarillento. La *Hermetia illucens* puede ser identificada por la combinación de las siguientes características: cabeza larga, donde su anchura no es superior a la altura, quetotaxia dorsal y ventral de la cápsula cefálica, de los segmentos torácicos y abdominales, presencia de la mancha esternal en el sexto segmento y la morfología de los espiráculos anteriores y posteriores. La pupa es adética y coarctata, coloración marrón oscuro con cerdas marrón claro a doradas. Las medidas con mejor poder de predicción de la biomasa fueron la longitud total del cuerpo y la anchura del sexto segmento abdominal. El mejor ajuste entre las dimensiones corporales y la biomasa ocurrió en el modelo exponencial. Estos resultados agregan informaciones sobre la bionomía, morfología y biomasa de la especie en la región Amazónica, pudiendo ser aplicadas en áreas económica y forense.

2.2.2. Otros trabajos de investigación

En un artículo publicado por Sheppard, C. et al. (2002), indican que la mosca soldado negra, *Hermetia illucens*. (L.), es un insecto de la región tropical y templada cálida que no es una plaga y es útil para el manejo de grandes concentraciones de estiércol animal y otros biosólidos. El manejo del estiércol que se basa en la oviposición de mosca silvestre ha sido exitoso en varios estudios. Sin embargo, la confianza en este sistema natural robusto era baja y los estudios biológicos se vieron obstaculizados por la falta de una fuente confiable de huevos y larvas. Las larvas habían sido criadas fácilmente por investigadores anteriores, pero lograr el apareamiento había sido problemático. Logramos el apareamiento de manera confiable en una jaula de malla de 2 por 2 por 4 m en un invernadero de 7 por 9 por 5 m donde la luz solar y el espacio adecuado para el apareamiento aéreo estaban disponibles. El apareamiento ocurrió durante los días más cortos del invierno si el sol no estaba oculto por las nubes. Los adultos recibieron agua, pero no se requirió comida. Se dan técnicas para la recolección de huevos y la crianza de larvas. Las larvas fueron alimentadas con una mezcla húmeda de salvado de trigo, harina de maíz y harina de alfalfa. Esta cultura se ha mantenido durante 3 años. El mantenimiento de una colonia de laboratorios de la mosca del soldado negro permitirá el desarrollo de sistemas de manejo de estiércol en alojamientos de animales completamente cerrados y en regiones más frías.

En el artículo publicado en la revista de Entomología Ambiental por los autores; Junhua Ma Yanyan Lei Kashif por Rehman Ziniu Yu Jibin Zhang Wu Li Qing Li Jeffery K Tomberlin Longyu Zheng (Enero, 2018) indicaron que Los insectos comestibles se han convertido en una fuente alternativa reconocida y sostenible de proteínas y grasas de alta calidad para el consumo humano o para el ganado. En el proceso de producción de negro soldado soldado (BSF), (*Hermetia illucens*L. [Diptera: Stratiomyidae]), el pH inicial del sustrato es un parámetro crítico para garantizar el mejor valor de la biomasa de los insectos, los rasgos de la historia de la vida y el biofertilizante de calidad. Este estudio examinó el impacto de los valores de pH iniciales en la producción de larvas BSF, el tiempo de desarrollo y la longevidad en adultos. Los BSF se criaron con dieta artificial con un pH inicial de 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 y 10.0; el control se estableció en 7.0. El peso final de la larva BSF fue significativamente mayor en sustratos con un pH

inicial de 6.0 (0.21 g), control de 7.0 (0.20 g) y 10.0 (0.20 g) sin diferencia significativa entre ellos, mientras que el peso de larvas criado con un pH inicial de 2.0 y 4.0 fue el más bajo a 0,16 g (-23%). El peso prepupal fue mayor cuando las larvas se criaron en sustratos con un pH inicial de 6.0 (0.18 g), control 7.0 (0.19 g), 8.0 (0.18 g) y 10.0 (0.18 g). A diferencia de, el peso prepupal de larvas criadas en dietas con un pH inicial de 2.0 fue el más bajo con 0.15 g (-22%). El tiempo de desarrollo larvario fue de 21.19 días a pH 8.0, aproximadamente 3 días (12.5%) más corto que el de aquellos criados con dietas con un pH inicial de 6.0, control de 7.0 y 10.0. En todos los tratamientos, el pH cambió a 5.7 después de 3-4 días y 8.5 después de 16-17 días, excepto en dos grupos (2.0 y 4.0) donde el pH permaneció ligeramente ácido 5.0 y 6.5, respectivamente.

III. MATERIALES Y METODOS:

3.1. Materiales:

3.1.1. Localización del trabajo

a) Localización espacial

La presente investigación se desarrolló en el moscario del proyecto “Desarrollo de conocimiento en el empleo de dípteros (*Hermetia illucens*) para el bioprocesamiento de residuos orgánicos agrícolas” ubicado en el Centro de Producción de Bienes y Servicios (CEPROBIS) de la Universidad Católica de Santa María, Irrigación Majes.

El código Ubigeo de la Irrigación de Majes es 040520, que pertenece a 04 AREQUIPA, 405 CAYLLOMA, 040520 MAJES región geográfica Ubicado a una Altitud: 1410 msnm dentro de las coordenadas Latitud: 16°21'31" Sur y Longitud: 72°11'27" Oeste, con una superficie de 1625.8 Km² (45).

El clima en la irrigación de Majes es un clima desértico. No hay virtualmente ninguna lluvia durante todo el año en Alto de Majes. Este clima es considerado BWh por ser árido cálido con temperatura anual por encima de los 18°C, según la clasificación climática de Köppen-Geiger. En Alto de Majes, la temperatura media anual es de 19.1 °C. Hay alrededor de precipitaciones de 5 mm. La precipitación varía 2 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. La variación en la temperatura anual está alrededor de 3.0 ° C. Con un promedio de 20.4 ° C, febrero es el mes más cálido. A 17.4 ° C en promedio, junio es el mes más frío del año. El mes más seco es abril. Hay 0 mm de precipitación en abril. En enero, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 2 mm. Teniendo un promedio de 9,29 horas luz al año ver Anexo. ¹¹

b) Localización temporal

El trabajo se desarrolló en el moscario perteneciente al vicerrectorado de investigación de la Universidad Católica de Santa María ubicado en Fundo la Católica, Majes, Caylloma - Arequipa, embarcado dentro de la ejecución del proyecto “Desarrollo de conocimiento en el empleo de dípteros (*Hermetia*

illucens) para el bioprocesamiento de residuos orgánicos agrícolas” con código 17149-2016. Dentro de los meses de junio del 2018 a junio del 2019. Durante el periodo de estudio se desarrollaron actividades de campo como monitoreo del ciclo biológico, tabulación, análisis de datos y elaboración del borrador.

3.1.2. Material biológico:

- Colonia de *Hermetia illucens* (huevos, larvas, pre-pupas, pupas y adultos).

3.1.3. Material de laboratorio:

- Lupa
- Placas Petri
- Esteroscopio binocular
- Jaula de crianza
- Termómetros
- Hidrómetros
- Cámara digital
- Estante con divisiones
- Agua filtrada potable
- Pinzas de disección
- Balanza de precisión
- Guantes estériles
- Barbijos

3.1.4. Material de campo:

- Mandil blanco
- Botas

3.1.5. Equipo y maquinaria:

- Frascos de recolección
- Bandejas de crianza pequeñas (tapers)
- Bandejas de crianza grandes (tapers)
- Alimento para los especímenes
- Tamizador

- Calefactores
- Cámara digital
- Vernier
- Ventiladores

3.1.6. Otros materiales:

- Fichas de evaluación
- Material de escritorio (lapiceros, corrector, plumones, cuadernos, hojas bond)
- Lap top e impresora
- Cajas de cartón corrugadas
- Cinta masking tape
- Cinta de embalaje
- Silicona líquida
- Tela organza blanca
- Tull blanco
- Cucharitas descartables
- Pinceles # 2
- Aspersores de agua
- Atrayente (alimento húmedo)
- Trapeadores
- Mangueras de agua
- Desinfectantes
- Papel toalla
- Esponjas scotch brite
- Jaula de crianza (pequeña)

3.3. Métodos:

3.3.1. Muestreo:

- Universo

Colonia de *Hermetia illucens*; desde la ovoposición hasta el estadio de adultos, fue considerada una unidad experimental, obteniéndose 40 observaciones, repeticiones o unidades experimentales, criadas en el moscario.

- Tamaño de muestra

Convenientemente se utilizaron 40 unidades experimentales divididas en 2 períodos completos de estudio del ciclo biológico.

- Procedimiento de muestreo

De forma aleatoria se utilizaron las unidades experimentales para la obtención de las medidas biométricas y morfológicas de las diferentes etapas evolutivas del díptero.

3.3.2. Métodos de evaluación:

a) Metodología:

Se han desarrollado fichas de Procedimientos de Operaciones Estándar (POE), los mismos que describen los métodos utilizados en la presente investigación y los podemos ver en anexo N° 05.

b) Recopilación de la información:

- En campo

Se evaluó el ciclo biológico, las características morfológicas y biométricas de la mosca *Hermetia illucens* en el moscario experimental.

- En laboratorio

Con el uso de instrumentos de medición (vernier y balanza analítica) y estereoscopio binocular se determinaron las medidas biométricas y las características morfológicas de *Hermetia illucens*, con las cuales se procedió

al llenado de las respectivas fichas para la obtención de las matrices de datos y resultados.

- En biblioteca
Para la contribución de resultados, discusión y conclusiones se realizó la revisión bibliográfica correspondiente mediante el portal WEB de la Biblioteca de la Universidad Católica de Santa María.
- En otros ambientes generadores de la información científica
Comunicaciones con especialistas del área, asesores, y consultores, así como revisión de páginas web y otros ambientes generadores de información científica.

3.3.3. Variables de respuesta:

Tabla 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TIPO	VARIABLE	INDICADOR	SUBINDICADOR
a) INDEPENDIENTE	Ciclo de <i>Hermetia illucens</i>	<i>Hermetia illucens</i>	<i>Hermetia illucens</i>
b) DEPENDIENTE	Ciclo de huevo	Tiempo de evolución	Color, tamaño y morfología
	Ciclo larvario	Tiempo de evolución L1, L2, L3, L4, L5.	Color, tamaño y morfología
	Ciclo de Prepupa	Tiempo de desarrollo	Color, morfología y morbilidad
	Ciclo de pupa	Tiempo de desarrollo	
	Ciclo de adultos		Reproducción
		Ovoposición	% de huevos
		Motilidad	

3.3.4. Manejo estadístico de los datos

- Se usó t-student para identificar la diferencia de los huevos.
- Se usó varianza para determinar si había variación en los tamaños de las larvas.
- Posteriormente se realizó la prueba de post-hoc de Games-Howell para evidenciar los tamaños en los periodos.
- Para las variables cualitativas no paramétricas del estudio se utilizó estadística frecuencial.
- Se evaluó mediante pruebas de significancia a un nivel de $\alpha=0,05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1. Estudio de la capacidad de postura y duración de la etapa de ovoposición:

Para la evaluación la postura se utilizó una jaula moscario pequeña en la cual se introdujeron cuarenta pupas para emerger, en la misma se colocó un ovopositor con el atrayente. Se observó que el tiempo de emergencia entre 36 a 38 días después de la siembra de larva I, las moscas adultas tendrán que aparearse e iniciaran la postura. Los resultados obtenidos en el periodo de emergencia coinciden con lo reportado con Usca, V. (2009)⁴⁷

Podemos indicar que a medio día, con condiciones de humedad y temperatura apropiadas son las horas de mayor actividad reproductiva para los dípteros. Esta temperatura ideal está en el rango de 26 - 30 °C y 56 - 60% HR, las observaciones coinciden con lo reportado por Usca, V⁴⁷; que indica que la *Hermetia illucens* se reproduce a temperaturas de 24 °C y humedad de 74.92 %. La duración del ciclo de la especie *Hermetia illucens* dura 38 a unos 29.3 °C de temperatura en invernadero según Tingle et al.³⁹



Figura 25: Huevos de *Hermetia illucens*.

La ovoposición en la *Hermetia illucens* se caracteriza por ser única (una sola vez) y utilizar una sola celda de postura, por ello determinados que del total de adultos utilizados para

iniciar el estudio morfológico y biométrico 9 moscas eran machos y 11 moscas resultaron ser hembras.



Figura 26: Postura de huevos.

Tabla 3: Capacidad de postura de huevos con 20 moscas adultas

Tiempo de ovoposición	Celda	Número de huevos
07/01/19 al 17/01/19	1	401
	2	612
	3	389
	4	450
	5	445
	6	256
	7	384
	8	455
	9	840
	10	625
	11	269
TOTAL		5126

Se observó (Tabla N° 03) una postura de 5 126 huevos que equivalen a una media de 466.00 ± 169.43 huevos por hembra un valor mínimo de 256 huevos y un máximo de 840 huevos, lo observado coincide con reportes realizado en otro trabajo de investigación de Usca, V.⁴⁷

Esta postura fue el inicio del trabajo de investigación a partir de la cual se obtuvieron las características morfo biométricas del huevo de la *Hermetia illucens*.

Para esta evaluación de la capacidad de postura de las moscas *Hermetia illucens* se realizó el control de 20 huevos en dos periodos denominados, reportando tamaño (mm) y color para cada uno.

En la Tabla 4, que se obtuvo en base al anexo 2.2; 2.3, se puede observar que el promedio de los huevos del periodo 1 fue de 0.882 ± 0.0145 y 0.8805 ± 0.0074 para el periodo 2; con un coeficiente de variación de 3.5% y 1.79% respectivamente.

Tabla 4 Análisis estadístico para tamaño de huevos de *Hermetia illucens*

	Periodo 1	Periodo 2
Recuento	20	20
Promedio	0.882 ± 0.0145	0.8805 ± 0.0074
Varianza	0.0009	0.0002
Desviación Estándar	0.0309	0.0157
CV%	3.50%	1.79%
Mínimo	0.82	0.84
Máximo	0.95	0.9
Rango	0.13	0.06
Sesgo Estandarizado	0.2940	-1.4855
Curtosis estandarizada	0.0853	0.7554
Valor t		0.1935
Valor-p		0.8475

Realizada la prueba t-student para identificar si existió alguna diferencia entre el tamaño de huevos para ambos periodos observamos que no existe diferencias estadística ($p = 0.8475$ donde $p > 0.05$) para el tamaño de los huevos con un 95% de confianza. Con respecto a l color el 100% de los huevos en ambos periodos mostró color blanco.

4.2. Duración de la etapa larval y descripción de las características morfológicas principales:

Diariamente se recoge el ovopositor de las jaulas del moscaría las mismas que se depositan en el frasco de incubación y se las controla en T° y HR°, manteniendo 24 °C y 80 % como temperaturas y humedad relativa respectivamente.

Un vez observada la eclosión y nacimiento de la Larva L1 de *Hermetia illucens*, se procedió a sembrar las mismas en un taper de siembra con su sustrato respectivo (ver POE 2).



Figura 27: Medida de larva primaria.

Tabla 5 Comparaciones múltiples para tamaño de larvas de *Hermetia illucens* mismo día diferente periodo:

Periodo	D1	D3	D6	D9
Primero	0.81±0.04a	2.67±0.18b	4.63±0.27c	6.72±0.19d
Segundo	0.65±0.03a	3.44±0.09b	13.88±0.49c	16.51±0.37d
Días	D12	D15	D18	D21
Primero	8.93±0.09e	10.68±0.19f	13.28±0.26g	17.23±0.61h
Segundo	18.38±0.48e	18.81±0.54e	19.4±0.53ef	20.38±0.74f

Posterior a la siembra cada tres días 20 larvas escogidas aleatoriamente fueron evaluadas en tamaño y color las que quedan registradas en los anexos 3.1; 3.2 los promedio y las desviaciones estándar se muestran en la tabla 5, cabe indicar que la especie es muy frágil y la manipulación constante los hace morir muy rápido sin culminar su ciclo (esto se observó en una corrida experimental).



Figura 28: Medida de larva IV.

Tabla 6 Comparaciones múltiples para tamaño de larvas de *Hermetia illucens* según Games-Howell *

Días	Primer periodo	Segundo periodo
D1	0.81±0.04a	0.65±0.03a
D3	2.67±0.18b	3.44±0.09b
D6	4.63±0.27c	13.88±0.49c
D9	6.72±0.19d	16.51±0.37d
D12	8.93±0.09e	18.38±0.48e
D15	10.68±0.19f	18.81±0.54e
D18	13.28±0.26g	19.4±.53ef
D21	17.23±0.61h	20.38±0.74f

*Las comparaciones se realizan de manera vertical

Para identificar si existió diferencias en el tamaño de las larvas según el periodo se comparó para cada día el primer periodo versus el segundo periodo, identificando que para todos los casos existió una diferencia estadísticamente significativa al 95% de confianza para los tamaños reportados al mismo día en el periodo 1 y en el periodo 2. Las diferencias se muestran en la Tabla 6.

Duración de la etapa larval y descripción de las características morfológicas principales:

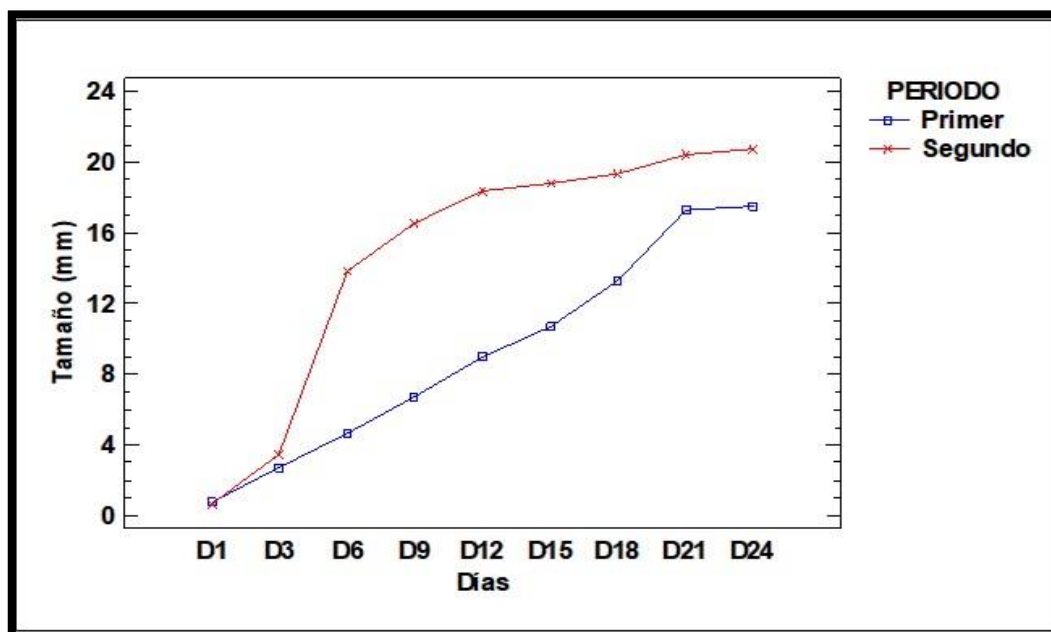


Figura 29: Tamaño de larvas de *Hermetia illucens* según el periodo de evaluación

Para la evaluación de la etapa larval se realizó la medición de tamaño (mm) al día 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 y 24 en dos periodos climáticos denominados como primer periodo y segundo periodo.

En la Figura 25 se puede observar en línea azul el primer periodo climático, en el cual el incremento en el tamaño de larvas fue progresivo, a diferencia del segundo periodo mostrado en color rojo, en el cual se observa que del día 3 al día 6 existe un incremento rápido en el tamaño de las larvas.

Para poder confirmar estadísticamente diferencias significativas entre los tamaños observados a través de los días para cada periodo se realizó un análisis de varianza con corrección de Welch debido a que los datos presentaban heterocedasticidad, es decir varianzas diferentes. Para cada periodo se obtuvo un valor-p de 0.000 ($p < 0.05$) lo cual indicó que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tamaños de larvas registrados a través del tiempo; las tablas se muestran en Anexo 3.

4.3. Morfología y duración de la etapa pupal, nacimiento de adultos:

Para identificar si se dieron variaciones en el tamaño de las moscas adultas se evaluaron 20 moscas tomando sus medidas en dos periodos obteniendo como mínimo P1 13.8900, P2 14.3700 y un máximo de P1 16.9000, P2 17.7000 y dándonos cuenta que la variante es mínima al momento de promediar ambos periodos P1 15.4600 y P2 15.8610; encontrando que no existe diferencia significativas entre los periodos.

Tabla 7: Largo del cuerpo de *Hermetia illucens*

	LARGO DEL CUERPO-1	LARGO DEL CUERPO-2
UNIDADES EXPERIMENTALES	20	20
NRO. DE FALTAS	0	0
MÍNIMO	13.8900	14.3700
MÁXIMO	16.9000	17.7000
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.8957	0.9127
C.V.	5.7936	5.7547
MEDIA	15.4600	15.8610

Concluyendo que al no haber diferencia significativa la colonia está en un desarrollo óptimo, demostrándonos así que aún no presentamos problemas congénitos, a pesar de estar reproduciéndose entre familia.



Figura 30: largo de cuerpo de *Hermetia illucens*.

En este otro proceso se tomó medidas del ancho de las cabezas de *Hermetia illucens* al azar, para ver si se encontraba variación significativa entre estas, se dividió en dos periodos, siendo el mínimo de P1 3.7500 y P2 3.1100 un máximo de P1 4.4600 y P2 4.8300 y al promedio de P1 4.1925 y P2 4.1260, encontrando que no existe diferencia significativa entre las moscas.

Tabla 8: Ancho de cabeza de *Hermetia illucens*:

ANCHO DE CABEZA-1 ANCHO DE CABEZA-2

UNIDADES EXPERIMENTALES	20	20
NRO. DE FALTAS	0	0
MÍNIMO	3.7500	3.1100
MÁXIMO	4.4600	4.8300
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.2466	0.4830
C.V.	5.8813	11.7070
MEDIA	4.1925	4.1260

Se infiere que tanto hembras como machos adultos tienen la medida de cabeza sin variante por ser de diferente sexo.

Se consideró la medida del ancho de tórax de la mosca adulta al azar, para ver si se encontraba variación significativa entre estas, se dividió en dos periodos de 20 moscas cada uno, siendo el mínimo de P1 3.6000 y P2 3.6500 un máximo de P1 4.4000 y P2 4.8900 y al promedio de P1 4.0545 y P2 4.1220, encontrando que no existe diferencia significativa en este proceso.



Figura 31: medida del ancho de la cabeza.

Tabla 9: Ancho de tórax de *Hermetia illucens*:

ANCHO DE TORAX-1 ANCHO DE TORAX-2

UNIDADES EXPERIMENTALES	20	20
NRO. DE FALTAS	0	0
MÍNIMO	3.6000	3.6500
MÁXIMO	4.4000	4.8900
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.2423	0.3044
C.V.	5.9772	7.3843
MEDIA	4.0545	4.1220



Figura 32: ancho de tórax.

Tabla 10: Ancho de abdomen de *Hermetia illucens*:

ANCHO DEL ABDOMEN-1 ANCHO DEL ABDOMEN-2

UNIDADES EXPERIMENTALES	20	20
NRO. DE FALTAS	0	0
MÍNIMO	3.4000	3.4000
MÁXIMO	4.2800	4.2800
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0.2593	0.2593
C.V.	6.7683	6.7683
MEDIA	3.8305	3.8305



Figura 33: ancho de abdomen.

Comprobando que el ciclo biológico completo de *Hermetia illucens* tiene una duración de ± 38 en condiciones controladas en la Irrigación de Majes.

4.4. Estudio del dimorfismo sexual de la mosca *Hermetia illucens*.

Para el dimorfismo sexual de la mosca *Hermetia illucens* según Üstüner *et al.*, (2003)⁴², describe que la única manera de medir esta es la estructura genital. Véase en la Figura 23.

Se realizó la medición del largo de alas en machos y hembras (Tabla 11), reportando un tamaño de 10.179 ± 0.23 para machos y 10.45 ± 0.21 para hembras, así mismo el coeficiente de variación (CV%) para machos y hembras fue de 4.88% y 4.29% respectivamente. Se realizó una prueba t-student identificando que no existió diferencia estadísticamente significativa (valor-p=0.0740) entre los tamaños de alas de moscas macho y hembras a un 95% de confianza, comprobando así lo dicho por Üstüner *et al.*, (2003)⁴².

Tabla 11: Análisis estadístico para largo de alas de *Hermetia illucens*

	Macho	Hembra
Recuento	20	20
Promedio	10.179±0.23	10.45±0.21
Varianza	0.2477	0.2019
Desviación Estándar	0.4977	0.4494
CV%	4.88%	4.29%
Mínimo	9.36	9.45
Máximo	10.9	10.96
Rango	1.54	1.51
Sesgo Estandarizado	-0.1506	-1.2274
Curtosis estandarizada	-1.15159	-0.3029
Valor t		-1.8372
Valor-p		0.0740

Así mismo, el ancho de las alas fue reportado (Tabla 12), se identificó que el ancho promedio de las alas de moscas de *Hermetia illucens* macho fue de 4.63 ± 0.13 y de 4.61 ± 0.09 para hembras. La prueba t student realizada arrojó un valor-p de 0.8073 indicando que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el ancho de alas de moscas machos y hembras a un 95% de confianza, tal y como se muestra en la Tabla 12.



Figura 34: Alas de *Hermetia illucens*

Tabla 12: Análisis estadístico para ancho de alas de *Hermetia illucens*.

	Macho	Hembra
Recuento	19	20
Promedio	4.63±0.13	4.61±0.09
Varianza	0.0720	0.0348
Desviación Estándar	0.2683	0.1867
CV%	5.79%	4.05%
Mínimo	4.1	4.3
Máximo	5.21	4.95
Rango	1.11	0.65
Sesgo Estandarizado	0.1310	0.3691
Curtosis estandarizada	0.1504	-0.8152
Valor t		0.2456
Valor-p		0.8073

V. CONCLUSIONES:

Primera: En condiciones controladas de la Irrigación de Majes, la especie se adaptó con satisfacción al medio, obteniendo como resultado ciclos productivos en menos tiempo que en otras condiciones climáticas el mismo que se llevó a cabo en ± 38 días.

Segunda: Después de la ovoposición los huevos eclosionaron a partir del día 5 siendo larva primaria o L1 por 3 días, al cuarto día ya eran L2, al sexto día L3, al noveno día L4, al treceavo día ya eran L5, al quinceavo día ya empezaron a pre-pupa y al día 21 ya todas fueron pupas hasta aquí transcurrieron 28 días; una vez que todos emergieron en un periodo de min. de 3 y máx. de 7 días, cumplen lo antes mencionado de que su ciclo biológico lo desarrollan en ± 38 días.

Tercera: La primera colonia controlada de 40 moscas nos dio como resultado un total de 5 126 huevos, que equivalen a una media de 466.00 ± 169.43 huevos por hembra.

Cuarta: El largo de alas fue de 10.179 ± 0.23 para machos y 10.45 ± 0.21 para hembras, así mismo el coeficiente de variación (CV%) para machos y hembras fue de 4.88% y 4.29% respectivamente. No existió diferencia estadísticamente significativa ($p=0.0740$) entre los tamaños de alas de moscas macho y hembras. El ancho de las alas en el macho fue de 4.63 ± 0.13 y de 4.61 ± 0.09 para hembras, no existe diferencia estadísticamente ($p=0.8073$) entre el ancho de alas de moscas machos y hembras.

Quinta: Se comprobó que el dimorfismo sexual no se puede evaluar de otra forma que no sea observando su aparato genital.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un estudio con microscopia electrónica de barrido para continuar investigando características morfológicas externas e internas de *Hermetia illucens*.
2. Recomendamos hacer un estudio de diferentes condiciones climáticas controladas para optimizar un punto de producción de larvas que hagan que el ciclo biológico controlado sea más eficiente.
3. Se recomienda el estudio de *Hermetia illucens* en Arequipa, con diferentes residuos orgánicos agropecuarios para evaluar la eficiencia en el bioprocesamiento de la mosca soldado negra.



VII. Bibliografía

1. Linnaeus C1. Regnatri la naturaleza del sistema por la naturaleza. Holmiae. 1758; 10(1): p. 1 - 824.
2. Brancato, Adler. Human furuncular Myiasis caused by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). In: J. Med. Entomol; 1995. p. 745-746.
3. Barros-Corderiro et al. Intra-puparial development of black soldier-fly, *Hermetia illucens*. Journal of Insect Science. 2014 January 1; Volume 14 (Issue 1).
4. Byrd, J.H.; Butler, J.F. Effects of temperature on *Cochliomyia macellaria*. Journal of Medical Entomology. 1996 noviembre: p. 901-905.
5. Bondari, K., and D. C. Sheppard. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). Aquacult. Res. 1987 julio; 18(3): p. 209-220.
6. Booth y Shepard. Oviposition of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): Eggs, Masses, Timing and Site Characteristics. Environmental Entomology. 1984 April 01; 13(2): p. 421-423.
7. Byrd y Castner 2002 CAea2FGyRO2. Morphology of the Antenna of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): An Ultrastructural Investigation. Journal of Medical Entomology. 2017 Julio; 54(4).
8. Calderón-Arguedas et al. O,BMJ,SME,2MepHi(SeupgdCRPl6(411. Míase entérica por *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) en una paciente geriátrica de Costa Rica. Parasitol. latinoam. 60 (3-4), 162-164. 2005; 60(3 - 4): p. 162 - 164.
9. Carvalho et al. 2C1. Biología de *Hermetia illucens*. Rev. Sco. Entomol. Argent.. ;(1): p. 23 - 27.

10. Copello A1. Biología de *Hermetia illucens*. Revista de la sociedad Entomológica Argentina. ; 1(2): p. 22 - 26.
11. Diener et al. al. NMS,GFR,ZC,TK,2. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. Waste and Biomass Valorization.; 2011.
12. es.climate-data.org [internet]. America del Sur, Perú, Arequipa, Alto Majes.. [Online].; 2018 [cited 2018 Marzo 05. Available from: [Disponible en: https://es.climate-data.org/location/25919/](https://es.climate-data.org/location/25919/).
13. Furmand PYD,CPE,1. *Hermetia illucens* (Linnaeus) as a factor in the natural control of *Musca domestica* (Linnaeus). J. of Econ. Entomol. 52 (5), 917-921.. : p. 917 - 921.
14. flycontrol.novartis.com. [Online].; 2007 [cited 2017 octubre 12. Available from: <http://www.flycontrol.novartis.com>.
15. Gobbi FP2. Biología reproductiva y caracterización morfológica de los estadios larvarios de *Hermetia illucens* (díptera stratiomyidae). Bases para su producción masiva en Europa. Universidad de Alicante. 2012 diciembre.
16. google.com.pe/maps. [Online].; 2018 [cited 2018 marzo 21. Available from: <https://www.google.com.pe/maps/place/Universidad+Cat%C3%B3lica+De+Santa+Mar%C3%ADa+Sede+Majes/@-16.3334752,-72.2086869,412m/dat>.
17. 2001 GGYDHH. Enciclopedia de insectos Anatomía: cabeza, tórax, abdomen y genitales : Academic Press; 2009.
18. Hall y Gerhardt 2F(IMGDL(MaVEAPSDC11. Medical and Veterinary Entomology.. Academic Press. San Diego, California.. ; p. 127 - 161.
19. Hall 1993 GRR,2F(IMG,DLAPMaveSDp1. Flies (Diptera), in: Mullen, G., Durden, L. Academic Press.. Medical and veterinary entomology.. ; p. 127 - 161.

20. James MT1RBV, SHEWELL GE, TESKEY HJ, VOCKEROTH JR&W. Manual of Nearctic Diptera. Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada. 497–511. Revista internacional de Entomología. ;: p. 497 - 511.
21. Kim et al. W,BS,PH,PK,LS,CY,HS,KY,2. The larval age and mouth morphology of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Int. J. Indust. Entomol.. 2010; 21: p. 185 - 187.
22. Kim et al. JG,CYC,CJY,KWT,JGS,PKH,HSJ,2. Ecology of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 2008; 47: p. 337 - 343.
23. Kovac D1. Descriptions of bamboo-inhabiting larvae and puparia of oriental soldier flies *Ptecticus brunettii* and *P. flavife moratus* (Diptera: Stratiomyidae: Sarginae) with observations on their biology. European Journal of Entomology. 1998; 95: p. 65 - 86.
24. Lambkin CL, Sinclair BJ, Pape T, Courtney GW, Skevington JH, Meier R, et al. The phylogenetic relationships among infraorders and superfamilies of Diptera based on morphological evidence. Systematic Entomology. 2013; 38: p. 164 - 179.
25. Machado Barros L. BIONOMÍA Y MORFOLOGÍA DE LAS ETAPAS IMATUROS DE *Hermetia illucens* (LINNAEUS, 1758) (DIPTERA: STRATIOMYIDAE) DE INTERÉS FORENSE EN MANAUS, AMAZONAS, BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA – INPA PROGRAMA DE POST- GRADUACIÓN EN ENTOMOLOGIA. 2017 Mayo.
26. M. MB. The occurrence in New Zealand and the life-history of the soldier fly *Hermetia illucens* (L.). In ; 1961; New Zeal. J. Sci. 4. p. 55-65.
27. McFadden. Soldier fly larvae in America north of Mexico. Proceedings of the United States National Museum. 1967;; p. 12:1-72.

28. Oliveira-Costa. Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios. Millennium, Campinas. 2011.
29. Oliveira F DKLROJ. Assessment of Diptera: Stratiomyidae, genus Hermetia illucens (L., 1758) using electron microscopy. J. Entomol. Zool. Stud. 3(5): 2015;; p. 147-152.
30. Oliveira F DKSR. External Mophology of Hermetia illucens Stratiomyidae: Diptera (L. 1758) based on electron Microscopy. Annu. Res. Rev. Biol. 9(5). 2016;; p. 1-10.
31. Pujol-Luz PLY. The Black Soldier-fly, Hermetia illucens (Diptera, Stratiomyidae), Used to Estimate the Postmortem Interval in a Case in Amapá State, Brazil.. 2014.
32. Pujol-Luz JR FPURACR. The black soldier-fly, Hermetia illucens (Díptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapá state, Brazil. J. Forensic Sci. J. Forensic Sci. 2008; 53: p. 476 - 478.
33. Rozkony. Rev. Bra. Entomol. 2012 May; 56.
34. Sheppard DC. House fly and lesser fly control utilizing the black soldier fly in manure management systems for caged laying hens. Environ. Entomol.. 1983; 12: p. 1439 - 1442.
35. Sheppard DC,NGL,TSA. A value added manure management system using the Black Soldier Fly.. Bioresour. Technol. 1994; 50: p. 275 - 279.
36. Sánchez MJ,VE,MSA,PBC. The potencial of various insect species for use as food for fish. Aquaculture. 2014;; p. 422 - 423, 193 - 201.
37. SMITH KG. A manual of forensic entomology. University Printing House, London.. Luna Azul. 2006 diciembre;(23).
38. Teskey HJ. Diptera. In: Stehr, F. W. (Kendall Hunt Publishing Company. Immature insect. 1991; 2: p. 690 - 706.

39. Tingle FC, Mitchell ER. The soldier fly, *Hermetia illucens*, in poultry houses in north central Florida. *Journal of the Georgia Entomological Society*. 1975;(10): p. 179 - 183.
40. Triplehorn CA, Johnson.. *Estudo dos insetos. Borrór and Delong's introduction to the study of insects*. Cengage Learning. 2011; 7: p. 809.
41. Tomberlin JK,SDC,JJAJ. Selected life-history traits of Black Soldier Flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *Entomol. Sci*. 2002; 37(4): p. 345-352.
42. Üstuner THA,RR. The first record of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Stratiomyidae) from the Near East. *Stud. Dipterol*. 2003;(10): p. 181-185.
43. Woodley NE. Family Stratiomyidae, In: Gerlach, J. (Pen soft Publishers) *The Diptera of the Seychelles islands*. Sofia and Moscow. 2009;; p. 100-106.
44. Woodley NE. Family Stratiomyidae. *Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions*. Bishop Museum Special Publication. 1989;(86): p. 301-320.
45. viasatelital.com. [Online]. [cited 2018 Marzo 05. Available from: <http://viasatelital.com/peru/?tag=altitud&paged=2>.
46. (**) AN(ySVP. HERMETIA ILLUCENS (L.) ACLIMATADA EN ESPAÑA Y SU INTERÉS ECONÓMICO. In (**) AN(ySVP. HERMETIA ILLUCENS (L.) ACLIMATADA EN ESPAÑA Y SU INTERÉS ECONÓMICO. Madrid; 1991. p. 241 -243.
47. Usca Caillagua VP. google academico. [Online]. [cited 2018 diciembre 22. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1392>.
48. www.google.com. [Online]. [cited 2019 Enero 26. Available from: www.google.com/search?q=antenas+de++hermetia+illucens&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiY8726p6bjAhUrtlkKHV9ZDJ4Q_AUIEC

[gB&biw=1358&bih=644#imgdii=XsNJ_9LirfdpKM:&imgrc=wP9rr2At1jIcTM](https://www.google.com/search?q=antenas+de++hermetia+illucens&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiY8726p6bjAhUrtlkKHV9ZDJ4Q_AUIECgB&biw=1358&bih=644#imgdii=XsNJ_9LirfdpKM:&imgrc=wP9rr2At1jIcTM).

49. [Online]. [cited 2019 diciembre 16. Available from: https://www.google.com/search?q=antenas+de++hermetia+illucens&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiY8726p6bjAhUrtlkKHV9ZDJ4Q_AUIECgB&biw=1358&bih=644#imgdii=XsNJ_9LirfdpKM:&imgrc=wP9rr2At1jIcTM.
50. NEWTON GL, SHEPPARD DC, WATSON DW, BURTLE G&DR(. [Online].; 2005 [cited 2018 octubre 12. Available from: <http://www.p2pays.org/ref/37/36122.pdf>.
51. www.google.com. [Online]. [cited 2018 setiembre 14. Available from: https://www.google.com/search?q=antenas+de++hermetia+illucens&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiY8726p6bjAhUrtlkKHV9ZDJ4Q_AUIECgB&biw=1358&bih=644#imgrc=wP9rr2At1jIcTM.

VIII. ANEXOS:

8.1. MAPA DE UBICACIÓN SATELITAL

Anexo 1: MAPA UBICACIONAL Y FICHAS DE LEVANTAMIENTO



Mapa satelital de la Universidad Católica de Santa María - Majes
Fuente: ¹⁵.

8.2. FICHAS DE LEVANTAMIENTO DE DATOS

CONTROL DE HUEVOS

NÚMERO	T	C	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

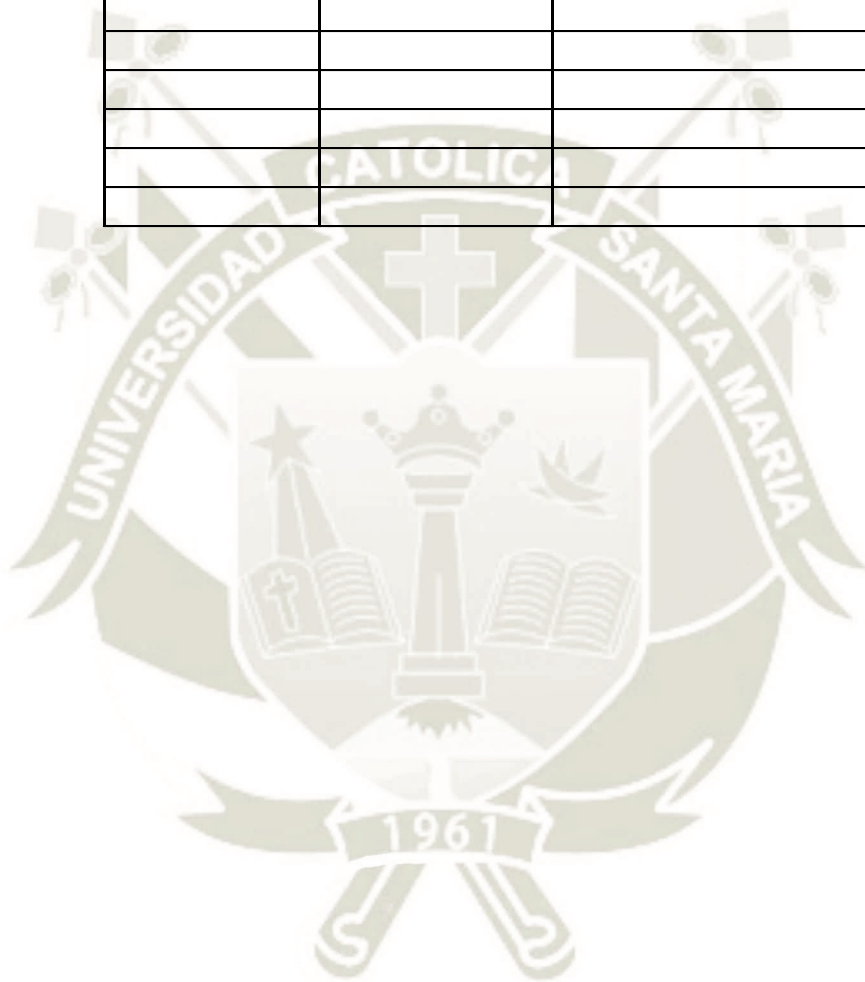
LEYENDA

T	TAMAÑO
C	COLOR DEL HUEVO

**CAPACIDAD DE POSTURA DE HUEVOS CON 40 ADULTOS ENTRE
HEMBRAS Y MACHOS**

DEL _____ HASTA _____

# DE HUEVOS	% DE ECLOSION	OBSERVACIONES



MEDIDAS DE LAS ALAS (mm)

MACHO		
NÚMERO	LARGO	ANCHO
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

HEMBRA		
NÚMERO	LARGO	ANCHO
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

CONTROL DE ESTADIOS LARVARIOS HASTA PUPAS (mm)

PROCEDENCIA:
DÍA DE SIEMBRA:

			1			3			6			9			12			15			PREPUPA			PUPA					
			DIA I			DIA II			DIA III			DIA IV			DIA V			DIA VI			DIA VII			DIA VIII					
NUMERO	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T		
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													

H--> Hora de la toma
C--> Color de la larva
T--> Tamaño de larva

	ETAPA LARVAL
	ETAPA PUPA

Anexo 2: MATRIZ DE RESULTADOS

CONTROL DE HUEVOS PRIMEROS 20 (en mm)

NÚMERO	T	C	OBSERVACIONES
1	0.88 mm	blanco	
2	0.86	blanco	
3	0.9	blanco	
4	0.87	blanco	
5	0.91	blanco	
6	0.85	blanco	
7	0.86	blanco	
8	0.84	blanco	
9	0.78	blanco	
10	0.91	blanco	
11	0.87	blanco	
12	0.89	blanco	
13	0.92	blanco	
14	0.91	blanco	
15	0.95	blanco	
16	0.88	blanco	
17	0.86	blanco	
18	0.91	blanco	
19	0.88	blanco	
20	0.87	blanco	

LEYENDA

T	TAMAÑO
C	COLOR DEL HUEVO

CONTROL DE HUEVOS SEGUNDOS 20 (en mm)

NÚMERO	T	C	OBSERVACIONES
1	0.90 mm	blanco	
2	0.89	blanco	
3	0.88	blanco	
4	0.88	blanco	
5	0.87	blanco	
6	0.88	blanco	
7	0.9	blanco	
8	0.89	blanco	
9	0.84	blanco	
10	0.88	blanco	
11	0.89	blanco	
12	0.88	blanco	
13	0.9	blanco	
14	0.87	blanco	
15	0.86	blanco	
16	0.87	blanco	
17	0.89	blanco	
18	0.9	blanco	
19	0.86	blanco	
20	0.88	blanco	

LEYENDA

T	TAMAÑO
C	COLOR DEL HUEVO

**CAPACIDAD DE POSTURA DE HUEVOS CON 40 ADULTOS ENTRE
HEMBRAS Y MACHOS**

DEL 07/01/19 HASTA 13/01/19

# DE HUEVOS	% DE ECLOSION	OBSERVACIONES
401	100%	
1001	100%	
445	100%	
256	100%	
384	100%	
539	100%	

DEL 14/01/19 HASTA 17/01/19

# DE HUEVOS	% DE ECLOSION	OBSERVACIONES
894	90%	

MEDIDAS DE LAS ALAS (mm)

MACHO		
NÚMERO	LARGO	ANCHO
1	10.9	5.21
2	10.63	4.64
3	10.54	4.45
4	9.36	4.39
5	10.88	4.76
6	9.88	4.1
7	10.36	4.42
8	9.9	4.25
9	10.69	4.99
10	10.39	4.92
11	9.65	4.78
12	9.87	4.63
13	9.66	4.57
14	9.59	4.78
15	10.4	4.66
16	10.29	4.37
17	9.89	4.54
18	9.45	4.81
19	10.87	4.74
20	10.38	4.59

HEMBRA		
NÚMERO	LARGO	ANCHO
1	10.41	4.75
2	10.08	4.65
3	9.45	4.38
4	10.2	4.45
5	10.34	4.57
6	10.95	4.92
7	10.02	4.46
8	10.01	4.3
9	10.31	4.49
10	10.93	4.83
11	10.79	4.76
12	10.89	4.47
13	10.77	4.68
14	10.94	4.95
15	9.67	4.63
16	10.38	4.57
17	10.43	4.38
18	10.82	4.51
19	10.74	4.7
20	10.96	4.83

CONTROL DE ESTADIOS LARVIARIOS HASTA PUPAS PRIMEROS 20 (en mm)

PROCEDENCIA: Unidad R1 / 13 - 08 - 18

DÍA DE SIEMBRA: 17 - 08 - 18

NUMERO	PREPUPA																		PUPA								
	1			3			6			9			12			15			18			21			24		
	DIA I - 17/08/18			DIA II - 20/08/18			DIA III - 23/08/18			DIA IV - 26/08/18			DIA V - 29/08/18			DIA VI - 01/09/18			DIA VII - 04/09/18			DIA VIII - 07/09/18					
	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T
1	12:08 m.	Blanco	0.93 mm	01:30 p.m.	Blanco	2.68 mm	11:15 a.m.	Hueso	4.86 mm	10:05 a.m.	Marron claro	6.51	12:15 m.	Marron claro	8.97 mm	11:01 a.m.	Marron oscuro	10.31 mm	10:15 a.m.	Marron oscuro	12.33 mm	12:07 p.m.	Negro	18	12:50 p.m.	Negro	17.6
2	"	Blanco	0.83	"	Blanco	2.8	"	Hueso	5.14	"	Marron claro	6.34	"	Marron claro	8.7	"	Marron oscuro	10.76	"	Marron oscuro	13.52	"	Negro	17.14	"	Negro	18.1
3	"	Blanco	0.71	"	Blanco	2.42	"	Hueso	5.1	"	Marron claro	7.1	"	Marron claro	8.8	"	Marron oscuro	10.95	"	Marron oscuro	13	"	Negro	18.23	"	Negro	18.5
4	"	Blanco	0.89	"	Blanco	2.4	"	Hueso	4.3	"	Marron claro	6.78	"	Marron claro	8.82	"	Marron oscuro	11.5	"	Marron oscuro	13.5	"	Negro	14.54	"	Negro	16.4
5	"	Blanco	0.91	"	Blanco	2.96	"	Hueso	4.15	"	Marron claro	6.76	"	Marron claro	9.18	"	Marron oscuro	10.94	"	Marron oscuro	13.26	"	Negro	16.08	"	Negro	16
6	"	Blanco	0.82	"	Blanco	2.77	"	Hueso	3.31	"	Marron claro	7.31	"	Marron claro	9.23	"	Marron oscuro	10.5	"	Marron oscuro	12.58	"	Negro	18.8	"	Negro	17.2
7	"	Blanco	0.72	"	Blanco	2.38	"	Hueso	4.42	"	Marron claro	6.14	"	Marron claro	8.79	"	Marron oscuro	10.54	"	Marron oscuro	13.68	"	Negro	18.69	"	Negro	18.5
8	"	Blanco	0.68	"	Blanco	2.36	"	Hueso	4.17	"	Marron claro	7.17	"	Marron claro	8.87	"	Marron oscuro	10.17	"	Marron oscuro	13.8	"	Negro	18.11	"	Negro	17.4
9	"	Blanco	0.79	"	Blanco	2.62	"	Hueso	5.54	"	Marron claro	6.54	"	Marron claro	8.84	"	Marron oscuro	11.05	"	Marron oscuro	14.04	"	Negro	17.9	"	Negro	18.6
10	"	Blanco	0.86	"	Blanco	3.05	"	Hueso	5.31	"	Marron claro	6.42	"	Marron claro	8.77	"	Marron oscuro	11.15	"	Marron oscuro	14.19	"	Negro	15.05	"	Negro	15.6
11	"	Blanco	0.9	"	Blanco	1.87	"	Hueso	4.76	"	Marron claro	6.54	"	Marron claro	9.17	"	Marron oscuro	10.86	"	Marron oscuro	12.36	"	Negro	18.38	"	Negro	15.6
12	"	Blanco	0.67	"	Blanco	2.94	"	Hueso	4.95	"	Marron claro	5.93	"	Marron claro	8.86	"	Marron oscuro	10.14	"	Marron oscuro	12.77	"	Negro	17.17	"	Negro	18
13	"	Blanco	0.77	"	Blanco	2.71	"	Hueso	3.94	"	Marron claro	6.78	"	Marron claro	8.79	"	Marron oscuro	10.1	"	Marron oscuro	12.96	"	Negro	16.32	"	Negro	16.7
14	"	Blanco	0.84	"	Blanco	2.25	"	Hueso	4.5	"	Marron claro	7.19	"	Marron claro	8.93	"	Marron oscuro	10.3	"	Marron oscuro	12.8	"	Negro	17.32	"	Negro	17.8
15	"	Blanco	0.87	"	Blanco	2.58	"	Hueso	4.78	"	Marron claro	7.05	"	Marron claro	8.83	"	Marron oscuro	10.31	"	Marron oscuro	13.01	"	Negro	17.84	"	Negro	18.5
16	"	Blanco	0.79	"	Blanco	3	"	Hueso	5.05	"	Marron claro	6.97	"	Marron claro	8.71	"	Marron oscuro	11.08	"	Marron oscuro	12.98	"	Negro	16.18	"	Negro	17.4
17	"	Blanco	0.82	"	Blanco	3.26	"	Hueso	4.1	"	Marron claro	6.84	"	Marron claro	9.31	"	Marron oscuro	11.04	"	Marron oscuro	13.77	"	Negro	18.65	"	Negro	18.6
18	"	Blanco	0.8	"	Blanco	3.5	"	Hueso	4.4	"	Marron claro	6.1	"	Marron claro	8.79	"	Marron oscuro	10.44	"	Marron oscuro	13.8	"	Negro	14.69	"	Negro	17.3
19	"	Blanco	0.7	"	Blanco	2.52	"	Hueso	4.34	"	Marron claro	7.24	"	Marron claro	8.68	"	Marron oscuro	10.87	"	Marron oscuro	13.58	"	Negro	17.6	"	Negro	17.9
20	01:20 p.m.	Blanco	0.97	02:50 p.m.	Blanco	2.31	12:45 p.m.	Hueso	5.51	11:15 a.m.	Marron claro	6.76	01:55 p.m.	Marron claro	9.1	12:30 p.m.	Marron oscuro	10.52	11:45 a.m.	Marron oscuro	13.71	01:40 p.m.	Negro	17.3	01:55 p.m.	Negro	18.1

H--> Hora de la toma

C--> Color de la larva

T--> Tamaño de larva



CONTROL DE ESTADIOS LARVIARIOS HASTA PUPAS SEGUNDOS 20 (en mm)

PROCEDENCIA: Unidad U1/27 - 11 - 18

DÍA DE SIEMBRA: 29 - 11 - 18

NUMERO	1			3			6			9			12			15			18			21		
	DIA I - 29/11/18			DIA II - 02/12/18			DIA III - 05/12/18			DIA IV - 08/12/18			DIA V - 11/12/18			DIA VI - 14/12/18			DIA VII - 17/12/18			DIA VIII - 20/12/18		
	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T	H	C	T
1	12:38 p.m.	Blanco	0.72 mm	01:05 p.m.	Blanco	3.22 mm	01:12 p.m.	Hueso	12.32 mm	01:28 p.m.	Marron claro	16.93 mm	12:14 p.m.	Marron claro	18.07 mm	01:25 p.m.	Marron oscuro	19.64 mm		Marron oscuro	20.70 mm		Negro	18.27 mm
2	"	Blanco	0.71	"	Blanco	3.1	"	Hueso	14.37	"	Marron claro	17.07	"	Marron claro	20.75	"	Marron oscuro	18.91		Marron oscuro	18.83		Negro	19.35
3	"	Blanco	0.59	"	Blanco	3.14	"	Hueso	14.82	"	Marron claro	17.16	"	Marron claro	19.83	"	Marron oscuro	17.72		Marron oscuro	20.51		Negro	17.78
4	"	Blanco	0.64	"	Blanco	3.36	"	Hueso	14.91	"	Marron claro	16.31	"	Marron claro	19.21	"	Marron oscuro	16.67		Marron oscuro	20.4		Negro	18.46
5	"	Blanco	0.52	"	Blanco	3.38	"	Hueso	14.91	"	Marron claro	15.45	"	Marron claro	23.03	"	Marron oscuro	18.14		Marron oscuro	20.85		Negro	19.89
6	"	Blanco	0.6	"	Blanco	3.37	"	Hueso	12.69	"	Marron claro	16.63	"	Marron claro	19.5	"	Marron oscuro	19.74		Marron oscuro	19.83		Negro	17.76
7	"	Blanco	0.63	"	Blanco	3.66	"	Hueso	14.86	"	Marron claro	16.09	"	Marron claro	18.51	"	Marron oscuro	18.12		Marron oscuro	19.08		Negro	18.96
8	"	Blanco	0.7	"	Blanco	3.65	"	Hueso	12.97	"	Marron claro	16.68	"	Marron claro	19.49	"	Marron oscuro	19.87		Marron oscuro	17.16		Negro	17.26
9	"	Blanco	0.53	"	Blanco	3.42	"	Hueso	13.22	"	Marron claro	18.15	"	Marron claro	19.48	"	Marron oscuro	20.39		Marron oscuro	19.92		Negro	17.92
10	"	Blanco	0.65	"	Blanco	3.01	"	Hueso	15.46	"	Marron claro	16.73	"	Marron claro	20.01	"	Marron oscuro	17.6		Marron oscuro	18.51		Negro	18.51
11	"	Blanco	0.73	"	Blanco	3.39	"	Hueso	12.47	"	Marron claro	16.44	"	Marron claro	19.5	"	Marron oscuro	19.3		Marron oscuro	19.21		Negro	18.43
12	"	Blanco	0.75	"	Blanco	3.57	"	Hueso	13.36	"	Marron claro	15.45	"	Marron claro	21.8	"	Marron oscuro	17.12		Marron oscuro	19.21		Negro	18.85
13	"	Blanco	0.66	"	Blanco	3.57	"	Hueso	15.31	"	Marron claro	16.85	"	Marron claro	19.86	"	Marron oscuro	20.3		Marron oscuro	18.35		Negro	19.73
14	"	Blanco	0.68	"	Blanco	3.5	"	Hueso	14.23	"	Marron claro	14.87	"	Marron claro	23.8	"	Marron oscuro	19.52		Marron oscuro	20.21		Negro	16.9
15	"	Blanco	0.59	"	Blanco	3.46	"	Hueso	13.85	"	Marron claro	16.55	"	Marron claro	19.89	"	Marron oscuro	17.41		Marron oscuro	21.14		Negro	16.16
16	"	Blanco	0.6	"	Blanco	3.51	"	Hueso	13.09	"	Marron claro	16.75	"	Marron claro	19.87	"	Marron oscuro	19.96		Marron oscuro	18.11		Negro	18.74
17	"	Blanco	0.72	"	Blanco	3.55	"	Hueso	13.08	"	Marron claro	15.87	"	Marron claro	20.38	"	Marron oscuro	18.66		Marron oscuro	18.61		Negro	18.62
18	"	Blanco	0.67	"	Blanco	3.65	"	Hueso	12.38	"	Marron claro	16.53	"	Marron claro	22.44	"	Marron oscuro	19.46		Marron oscuro	18.48		Negro	18.3
19	"	Blanco	0.69	"	Blanco	3.65	"	Hueso	14.88	"	Marron claro	15.9	"	Marron claro	18.7	"	Marron oscuro	19.91		Marron oscuro	17.99		Negro	20.41
20	02:48 p.m.	Blanco	0.68	03:25 p.m.	Blanco	3.6	02:40 p.m.	Hueso	14.43	03:18 p.m.	Marron claro	17.84	01:37 p.m.	Marron claro	22.44	03:06 p.m.	Marron oscuro	17.73		Marron oscuro	20.85		Negro	17.39

H--> Hora de la toma

C--> Color de la larva

T--> Tamaño de larva

Anexo 3: RESULTADOS ESTADÍSTICOS

OTRA ESTADÍSTICA REALIZADA:

Realizando el ANDEVA se observó que para poder confirmar estadísticamente diferencias significativas entre los tamaños de las larvas observados a través de los días para cada periodo se realizó un análisis de varianza con corrección de Welch debido a que los datos presentaban heterocedasticidad, es decir varianzas diferentes. Para cada periodo se obtuvo un valor-p de 0.000 ($p < 0.05$) lo cual indicó que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tamaños de larvas registrados a través del tiempo.

Tabla 13 Análisis de varianza para el tamaño de larvas de *Hermetia illucens* en el primer periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	4287.982	7	612.569	1845.517	0.000
Intra grupos	50.452	152	0.332		
Total (Corr.)	4338.435	159			
Test de Welch				7088.0641	0.000

1. Distribución para F asintótica

Tabla 14 Análisis de varianza para el tamaño de larvas de *Hermetia illucens* en el segundo periodo

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8162.9002	7	1166.129	1169.929	0.000
Intra grupos	151.506	152	0.997		
Total (Corr.)	8314.409	159			
Test de Welch				4394.1581	0.000

1. Distribución para F asintótica

Anexo 4: SECUENCIA FOTOGRAFICA

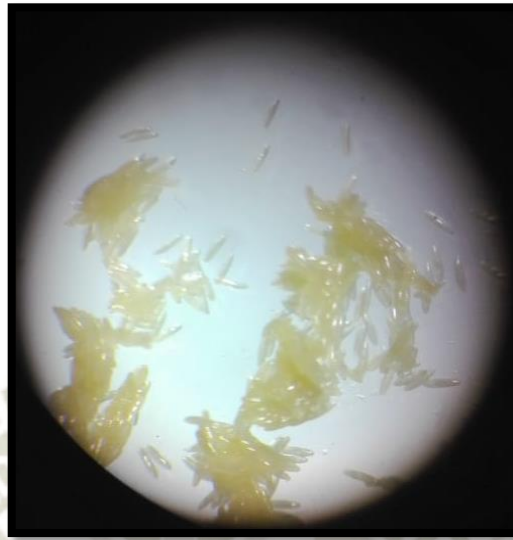


Ilustración 1. Huevos recolectados solo de un casillero.



Ilustración 2. Postura en un casillero.



Ilustración 3. Toma de medida de larva I.



Ilustración 4. Toma de medida de larva II.



Ilustración 5. Toma de medida larva III.

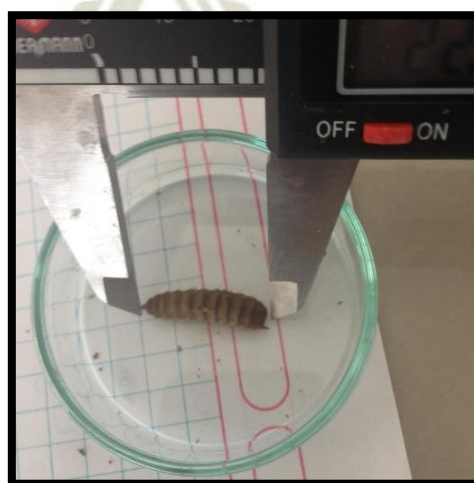


Ilustración 6. Toma de medida de larva IV.

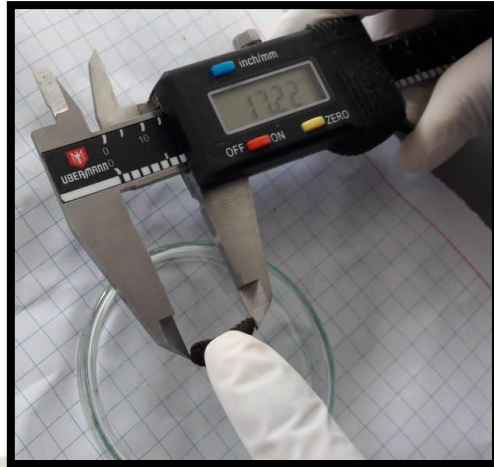


Ilustración 7. Toma de medida larva V.

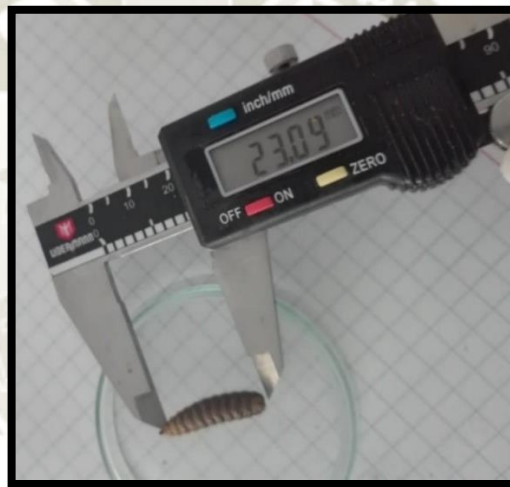


Ilustración 8. Toma de medida pre-pupa.



Ilustración 9. Toma de medida pupa.



Ilustración 10. Puesta de las pupas en el moscario de experimentación



Ilustración 11. Postura de huevos de una hembra adulta.



Ilustración 12: Apareamiento de *Hermetia illucens*.



VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

**Anexo 5: PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (P O E)**

**PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA
DE HUEVOS**

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UC SM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri ✓ Recipiente para colocar ovopositores 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Balanza de precision ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Recipiente para siembra ✓ Alimento (sustrato)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O

RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y

PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban numerados.

PROTOSCOLOS POE Nro. 001

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	<input type="checkbox"/>
TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (HUEVO)		
1	Se colocó un ovopositor en el moscario que se cosecho al día siguiente.	
2	Se procedio a pesar el ovopositor en la balanza de precisión.	
3	Se rotulo con la fecha de inicio, letra que le correspondía y hora en que se retiró el ovopositor del moscario.	
4	Se colocó en el frasco correspondiente el cartón ovopositor.	
5	Se llevó a la sala de incubación a una $T^{\circ} \pm 28^{\circ}C$ y a una $HR \pm 80\%$	
6	Al cabo de 3 días, se observaron las larvas que emergieron del huevo.	
7	Estas fueron contadas y medidas con ayuda del Vernier, lupa, placas petri y pinzas de disección fina.	
8	Una vez medidas, se preparó el alimento y se sembró en un taper 20 larvas I y en otro taper otras 20 larvas I.	
9	Se rotularon los tapers con la fecha y letra que les correspondía.	
10	Se llevaron a la sala de incubación a una $T^{\circ} \pm 28^{\circ}C$ y una $HR \pm 80\%$	
11	Tanto la T° como la HR° tenían que ser controladas cada 2 horas ya que cualquier alteración nos podía perjudicar en el estudio del ciclo biológico del díptero.	





PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE LARVAS I

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UC SM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) <input checked="" type="checkbox"/> 2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri ✓ Recipiente para siembra (pequeño) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O

RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

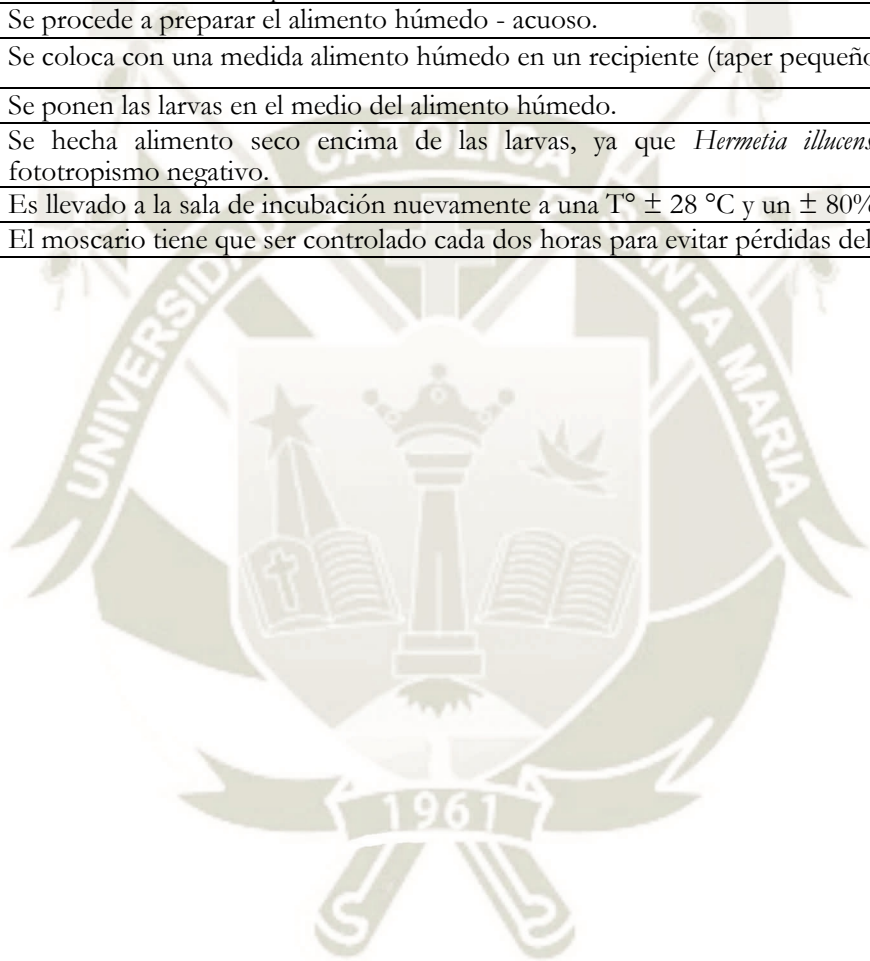
HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y

PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOSCOLOS POE Nro. 002

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	☐
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (LARVA I)	
1	Una vez cosechado el ovopositor las larvas I o primarias medidas con ayuda del vernier, placas petri, lupa y pinzas.	
2	Se observaron las larvas I en el esteroscopio binocular para detectar mal formaciones que alteren el estudio del díptero.	
3	Se procede a preparar el alimento húmedo - acuoso.	
4	Se coloca con una medida alimento húmedo en un recipiente (taper pequeño)	
5	Se ponen las larvas en el medio del alimento húmedo.	
6	Se hecha alimento seco encima de las larvas, ya que <i>Hermetia illucens</i> trabaja por fototropismo negativo.	
7	Es llevado a la sala de incubación nuevamente a una $T^{\circ} \pm 28^{\circ} C$ y un $\pm 80\% HR$.	
8	El moscario tiene que ser controlado cada dos horas para evitar pérdidas del díptero.	





PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE LARVAS II

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri ✓ Recipiente para siembra (pequeño) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O

RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOSCOLOS POE Nro. 003

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	<input type="checkbox"/>
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (LARVA II)	
1	Tres días después del sembrado de las larvas I y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo, ya que son una especie muy sensible al cambios ambientales.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección, se saca una por una las larvas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	Al momento de medirlas se observa que ya pasaron a larva II cambiando coloración y tamaño.	
4	Una vez medida la larva II se coloca en una placa petri para posteriormente llevar a cabo el conteo de las larvas medidas.	
5	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y la coloración.	
6	Nuevamente fueron colocadas en el taper pequeño y llevadas a la sala de incubación a una T° ± 28 °C y un ± 80% HR, hasta su próxima medición.	





PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE LARVAS III

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri ✓ Recipiente para siembra (pequeño) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato) ✓ Recipiente para siembra (grande)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOSCOLOS POE Nro. 004

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	☐
TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (LARVA III)		
1	Tres días después de la última medida de larvas II y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección se saca una por una las larvas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	A la medida y visualización de las larvas notamos que pasaron a larva III.	
4	Una vez medida la larva se coloca en una placa petri para posteriormente llevar a cabo el conteo de las larvas medidas.	
5	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y la coloración.	
6	Al notar que ya pasaron a larva III, se prepara alimento para sembrar a las larvas al recipiente grande (bandeja grande), se rotula con la fecha y la letra que le corresponda.	
7	Nuevamente fueron llevadas a la sala de incubación a una T° ± 28 °C y un ± 80% HR, hasta su próxima medición.	





VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE LARVAS III

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato) ✓ Recipiente para siembra (grande)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOSCOLOS POE Nro. 005

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	<input type="checkbox"/>
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (LARVA III)	
1	Tres días después de la última medida de larvas III y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección se saca una por una las larvas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	A la medida y visualización de las larvas observamos que continúan en larva III.	
4	Una vez medida la larva III se coloca en una placa petri para posteriormente llevar a cabo el conteo de las larvas medidas.	
5	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y la coloración.	
6	Nuevamente fueron llevadas a la sala de incubación a una T° ± 28 °C y un ± 80% HR, hasta su próxima medición.	





VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE LARVAS IV

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato) ✓ Recipiente para siembra (grande)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOSCOLOS POE Nro. 006

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	☐
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (LARVA IV)	
1	Tres días después de la última medida de larvas III y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección se saca una por una las larvas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	A la medida y visualización de las larvas observamos que pasaron a larva IV.	
4	Una vez medida la larva IV se coloca en una placa petri para posteriormente llevar a cabo el conteo de las larvas medidas.	
5	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y su coloración. Pasando a ser un color más opaco.	
6	Nuevamente fueron llevadas a la sala de incubación a una T° ± 28 °C y un ± 80% HR, hasta su próxima medición.	





VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE LARVAS V

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato) ✓ Recipiente para siembra (grande)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOCOLOS POE Nro. 007

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	<input type="checkbox"/>
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (LARVA V)	
1	Tres días después de la última medida de larvas IV y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección se saca una por una las larvas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	A la medida y visualización de las larvas observamos que pasaron a larva V.	
4	Una vez medida la larva V se coloca en una placa petri para posteriormente llevar a cabo el conteo de las larvas medidas.	
	Hasta aquí han transcurrido 15 días desde su siembra, es importante resaltar esto puesto que pasaran al estado de pre- pupa.	
5	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y su coloración. Pasando a ser un color más marrón opaco.	
6	Nuevamente fueron llevadas a la sala de incubación a una T° ± 28 °C y un ± 80% HR, hasta su próxima medición.	





VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE PRE-PUPA

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) <input checked="" type="checkbox"/> 2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato) ✓ Recipiente para siembra (grande)
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOCOLOS POE Nro. 008

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	<input type="checkbox"/>
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (PRE-PUPA)	
1	Tres días después de la última medida de larvas V y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección se saca una por una las larvas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	A la medida y visualización de las larvas observamos que pasaron al estadio de pre-pupa que tiene una duración de 3 a 5 días.	
4	Una vez medida la pre-pupa se coloca en una placa petri para posteriormente llevar a cabo el conteo de estas.	
5	Hasta aquí han transcurrido 18 días desde su siembra.	
6	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y su coloración. Pasando a ser un color más marrón opaco a marrón oscuro.	
7	Aquí ya pierden la movilidad y empiezan a endurecer las capsulas cefálicas.	
8	Nuevamente fueron llevadas a la sala de incubación a una T° ± 28 °C y un ± 80% HR, hasta su próxima medición.	





VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTANDAR (POE)

PROCEDIEMTOS PARA LLEVAR A CABO LA MEDIDA DE PUPA

Fecha de Elaboración: Enero/2019

Fecha Última Revisión: Julio/2019

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

Lugar donde se realizará: Moscario experimental de la UCSM de la Irrigación Majes	
Número de personas que participaron: <input type="checkbox"/> 1 (Una) X2 (Dos) <input type="checkbox"/> 3 (Tres) <input type="checkbox"/> 4 (Cuatro)	
Nivel de experiencia: Avanzado	
Equipos y accesorios utilizados:	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua potable ✓ Vernier ✓ Lupas ✓ Pinzas de disección ✓ Platas petri ✓ Fichas de levantamiento de datos ✓ Esteroscopio binocular 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cámara de fotos ✓ Alimento (sustrato) ✓ Recipiente para siembra (grande) ✓ Moscario ✓ Bandejas para pupas
Personal: Encargada del moscario y ejecutora de tesis.	
Otros equipos requeridos:	

PRODUCTO TERMINADO O

RESULTADO ESPERADO

Obtención de datos (medidas) para el estudio morfológico y biométrico del ciclo biológico de *Hermetia illucens*, bajo condiciones controladas de la irrigación de Majes.

ALCANCE DE ESTE POE

Es necesario obtener las medidas del ciclo del díptero para su estudio óptimo, bajo condiciones controladas del moscario en la irrigación Majes.

HABILIDADES ESPECÍFICAS, ENTRENAMIENTO, CERTIFICACIONES Y PERMISO REQUERIDO

Para realizar este estudio es necesario estar capacitado para no dañar al díptero en su manipulación ya que se encontraban enumerados para el análisis del experimento.

PROTOSCOLOS POE Nro. 009

Nro.	Pasos y procedimientos comprendidos en esta tarea o proceso	<input type="checkbox"/>
	TOMA DE MEDIDAS DEL DIPTERO (PUPA)	
1	Tres días después de la última medida de pre-pupas y habiendo controlado su T° y HR, se procede a sacarlos de la sala de incubación por un corto periodo.	
2	Con ayuda de las pinzas de disección se saca una por una las pre-pupas y se toma su medida del largo con ayuda del vernier.	
3	A la medida y visualización de las pre-pupas observamos que pasaron al estadio pupas que tiene una duración de 5 a 7 días aproximadamente.	
4	Hasta aquí han transcurrido 21 días desde su siembra.	
5	Se observaron en el esteroscopio binocular para ver si presentaban algún tipo de daño a la manipulación y su coloración. Pasando a ser un color marrón oscuro a negras.	
6	Aquí ya pierden la movilidad completamente.	
7	Son llevadas ya sin alimento al moscario con T° ± 28 °C y un ± 80 % HR, para esperar que emerjan a la etapa adulta y evaluar la ovoposición.	

