



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**  
**TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA**

“EVALUACIÓN DE CUATRO DIETAS ARTIFICIALES PARA LA CRIANZA DEL  
GUSANO COGOLLERO DEL MAÍZ *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)  
BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO”

**AUTORES**

MENDOZA ZAMBRANO LUIS ALFREDO

MENENDEZ MACIAS JAIRO ANDRÉ

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. ALCIVAR HIDROVO JUAN HORACIO. Mg. Sc.

**REVISOR**

Ing. ARIOLFO LEONARDO SOLÍS BOWEN. Mg Sc.

**SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR**

**2017 - 2018**

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

### **TEMA**

“Evaluación de cuatros dietas artificiales para la crianza del gusano cogollero del maíz  
*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith,1797) bajo condiciones de laboratorio”

### **TRABAJO DE TITULACIÓN**

Sometida a consideración del Tribunal de Seguimiento y Evaluación, legalizada por el  
Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

### **INGENIERO AGRÓNOMO**

### **APROBADA POR:**

-----  
Ing. Soraya Modesta Peñarrieta Bravo Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

-----  
Dra. Dorys Terezinha Chirinos Torres. PhD.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

-----  
Dra. Jessenia Rosanna Castro Olaya. PhD.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **CERTIFICACION**

Ing. Mg. Sc. JUAN HORACIO ALCÍVAR HIDROVO, CERTIFICA:

Que la tesis de grado titulada “EVALUACION DE CUATRO DIETAS ARTIFICIALES PARA LA CRIANZA DEL GUSANO COGOLLERO DEL MAIZ *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith,1797) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO” es trabajo original de los egresados MENDOZA ZAMBRANO LUIS ALFREDO Y MENENDEZ MACIAS JAIRO ANDRÉ la cual fue realizado bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones y reglamentos establecidos en su ejecución.

Santa Ana, Agosto 2018

-----  
Ing. Juan Horacio Alcívar Hidrovo Mg. Sc.

**TUTOR DE TESIS**

## **DECLARACION**

MENDOZA ZAMBRANO LUIS ALFREDO Y MENENDEZ MACIAS JAIRO ANDRÉ, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de los autores.

---

**MENDOZA ZAMBRANO LUIS ALFREDO  
EGRESADO**

---

**MENENDEZ MACIAS JAIRO ANDRÉ  
EGRESADO**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecerle a Dios, ya que él es quien permite y nos brinda la fuerza y sabiduría para poder superar cada obstáculo que se nos presentó a lo largo de nuestra investigación.

A la Facultad de Ingeniería Agronómica por brindarnos la oportunidad de educarnos y formarnos como profesionales.

A nuestro director de tesis. Ing. Alcívar Hidrovo Juan Horacio. Mg. Sc. Por habernos brindado su dedicación, conocimientos, y experiencia, a lo largo de nuestra investigación y así poder concluir con éxito nuestra tesis.

A la Ingeniera Fátima Macías Ponce encargada del laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Agronómica, ya que, gracias a sus conocimientos en laboratorio y paciencia, nos colaboró con la preparación de las dietas artificiales.

A la Ingeniera Katherine Moreira encargada del laboratorio de ciencias agropecuaria de la Universidad Técnica de Manabí, ya que nos facilitó las herramientas necesarias para poder medir las variables de nuestra investigación y así llegar con éxito a los resultados esperados.

Al revisor de esta tesis el Ing. Solís Bowen Ariolfo Leonardo. Mg Sc. Ya que, por su calidad de revisor, su experiencia y conocimientos en el área investigativa, nos supo guiar y orientar correctamente para corregir los distintos errores y falencias que se encontraron en cada uno de los contenidos de nuestra tesis.

**Los Autores**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por ser el principal promotor de mis sueños; por haberme guiado y acompañado a lo largo de toda mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y bendecirme para llegar hasta donde he llegado.

A la Facultad de Ingeniería Agronómica por brindarme la oportunidad de educarme y formarme como un profesional.

Principalmente a mis padres; porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo en mis éxitos y mucho más en mis fracasos, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, también por brindarme sus consejos para ser de mí una mejor persona.

A mis hermanos y a mis sobrinos, porque de una u otra forma contribuyeron para poder lograr culminar con mis estudios.

A mi abuelita Ladit Bravo; ya que gracias a su apoyo; ya que fue ella, quien me facilito las herramientas para poder superar cada obstáculo que se me presentaron en mi vida universitaria.

A nuestro director de tesis, Ing. Alcívar Hidrovo Juan Horacio. Mg. Sc., por su dedicación, y quien, con sus conocimientos, y su experiencia, ha logrado en nosotros poder concluir con éxito nuestra investigación.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, tanto como persona y así también como profesional.

A todos ustedes gracias.

**Mendoza Zambrano Luis Alfredo**

## **DEDICATORIA**

Este logro alcanzado se lo dedico a Dios, el creador de todas las cosas, el que me guía y me da fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado.

A mis padres, los que siempre me han estado apoyando en cada momento de mi vida, los que me han inculcado buenos valores, lo que me han hecho hacer una persona de bien, muchas gracias a ellos, sin ellos no hubiese alcanzado este logro, de igual manera el infinito agradecimiento a mis hermanos.

Mi infinito agradecimiento al alma master, “Universidad Técnica de Manabí”, y en especial a la “Facultad de Ingeniería Agronómica”, a sus autoridades y a todo el personal laboral, que día a día trabajan por el bienestar estudiantil; a cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos teóricos y prácticos para mi formación académica.

Al Ing. Juan Horacio Alcívar Hidrovo Mg. Sc, gracias por haberme dado la confianza en trabajar en el área de Entomología, por su tiempo, dedicación, paciencia, por orientarnos durante este proceso de trabajo en esta tesis; de igual manera al Ing. Leonardo Solís Bowen, revisor de esta tesis.

**Menéndez Macías Jairo André**

## ÍNDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.</b>	<b>General.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.</b>	<b>Específicos.....</b>	<b>6</b>
<b>V.</b>	<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1.</b>	<b>Generalidades del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i>. .....</b>	<b>7</b>
<b>5.2.</b>	<b>Origen y distribución geográfica. ....</b>	<b>7</b>
<b>5.3.</b>	<b>Hospederos.....</b>	<b>8</b>
<b>5.4.</b>	<b>Clasificación Taxonómica de <i>Spodoptera frugiperda</i>. ....</b>	<b>8</b>
<b>5.5.</b>	<b>Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz.....</b>	<b>8</b>
<b>5.5.1.</b>	<b>Huevo. ....</b>	<b>9</b>
<b>5.5.2.</b>	<b>Larva.....</b>	<b>9</b>
<b>5.5.3.</b>	<b>Pupa. ....</b>	<b>12</b>
<b>5.5.4.</b>	<b>Adulto. ....</b>	<b>13</b>
<b>5.6.</b>	<b>Importancia de la crianza de insectos en el laboratorio. ....</b>	<b>14</b>
<b>5.7.</b>	<b>Dieta artificial, concepto.....</b>	<b>15</b>
<b>5.8.</b>	<b>Clasificación de las dietas artificiales.....</b>	<b>15</b>
<b>5.8.1.</b>	<b>Dieta hólida. ....</b>	<b>16</b>
<b>5.8.2.</b>	<b>Dieta merídica. ....</b>	<b>16</b>

5.8.3.	Dieta oligídica. ....	16
<b>5.9.</b>	<b>Ventajas y desventajas de las dietas artificiales. ....</b>	<b>16</b>
<b>5.10.</b>	<b>Componentes nutricionales de una dieta artificial. ....</b>	<b>16</b>
5.10.1.	Proteínas. ....	17
5.10.2.	Carbohidratos. ....	18
5.10.3.	Lípidos. ....	18
5.10.4.	Vitaminas. ....	19
5.10.5.	Minerales. ....	19
5.10.6.	Contaminantes. ....	19
5.10.7.	Preservantes. ....	19
5.10.8.	Aglutinantes (Agar). ....	20
<b>5.11.</b>	<b>Tabla de vida. ....</b>	<b>20</b>
<b>VI.</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO ....</b>	<b>22</b>
<b>6.1.</b>	<b>Ubicación del ensayo. ....</b>	<b>22</b>
<b>6.2.</b>	<b>Condiciones de laboratorio. ....</b>	<b>22</b>
<b>6.3.</b>	<b>Delineamiento experimental. ....</b>	<b>22</b>
<b>6.4.</b>	<b>Análisis funcional. ....</b>	<b>22</b>
<b>6.5.</b>	<b>Tratamientos. ....</b>	<b>23</b>
<b>6.6.</b>	<b>Manejo del ensayo. ....</b>	<b>24</b>
<b>6.7.</b>	<b>Fase preliminar. ....</b>	<b>24</b>
6.7.1.	Elaboración de las harinas. ....	24
6.7.2.	Adecuación de la estantería para la obtención del fotoperiodo artificial. ....	24

6.7.3.	Siembra del material vegetativo. ....	25
6.7.4.	Colecta de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el campo.....	25
6.7.5.	Pie de cría con alimento vegetativo dentro del laboratorio. ....	25
6.7.6.	Reproducción de adultos en cámara de apareamiento.....	26
<b>6.8.</b>	<b>Fase de laboratorio. ....</b>	<b>26</b>
6.8.1.	Preparación de las dietas artificiales. ....	26
6.8.2.	Preparación.....	27
6.8.3.	Crianza de <i>Spodoptera frugiperda</i> con dieta artificial. ....	28
6.8.4.	Manipulación de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> . ....	29
6.8.5.	Adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> en cámara de reproducción.....	29
<b>6.9.</b>	<b>Variables evaluadas. ....</b>	<b>30</b>
6.9.1.	Biología. ....	30
6.9.2.	Tabla de vida. ....	30
6.9.3.	Peso de larva.....	31
6.9.4.	Peso de pupa.....	31
6.9.5.	Dimorfismo sexual. ....	31
6.9.6.	Conteo de huevos. ....	31
6.9.7.	Conteo de larvas neonatas. ....	31
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>7.1.</b>	<b>Biología.....</b>	<b>33</b>
<b>7.2.</b>	<b>Tabla de vida. ....</b>	<b>34</b>
7.2.1.	Tasa de supervivencia. ....	34

7.2.2.	Tasa de mortalidad. ....	34
7.2.3.	Esperanza de vida. ....	35
<b>7.3.</b>	<b>Peso de larva. ....</b>	<b>35</b>
<b>7.4.</b>	<b>Peso de pupa. ....</b>	<b>36</b>
<b>7.5.</b>	<b>Periodo de pre oviposición, oviposición, post oviposición de (A) hembra. ....</b>	<b>36</b>
<b>7.6.</b>	<b>Fecundidad, viabilidad de huevos de <i>Spodoptera frugiperda</i>. ....</b>	<b>38</b>
<b>VIII.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>8.1.</b>	<b>Ciclo biológico. ....</b>	<b>40</b>
<b>8.2.</b>	<b>Tabla de vida. ....</b>	<b>41</b>
8.2.1.	Curva de Mortalidad. ....	44
8.2.2.	Esperanza de vida. ....	46
<b>8.3.</b>	<b>Peso de larva y pupa. ....</b>	<b>47</b>
<b>8.4.</b>	<b>Periodos de pre oviposición, oviposición, y post oviposición. ....</b>	<b>48</b>
<b>8.5.</b>	<b>Fecundidad y viabilidad de huevos. ....</b>	<b>48</b>
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>X.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>XI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Masa de huevo de <i>Spodoptera frugiperda</i> . .....	9
<b>Figura 2.</b> Larva recién emergida (neonata) (a); larva del primer estadio desarrollada (b). .....	10
<b>Figura 3.</b> Larva del segundo estadio.....	10
<b>Figura 4.</b> Larva del tercer estadio inicial (a); larva del tercer estadio desarrollada (b).	11
<b>Figura 5.</b> Larva del cuarto estadio. ....	11
<b>Figura 6.</b> Larva del quinto estadio.....	12
<b>Figura 7.</b> Larva del sexto estadio (a); pre pupa (b).....	12
<b>Figura 8.</b> Estado de desarrollo de pupa. “A” inicial, “B” parcialmente quitinizada, “C” quitinizada, “D” desarrollada, “E” en emergencia (a); pupa ♀ (b); pupa ♂ (c).....	13
<b>Figura 9.</b> Adulto ♀ (a); adulto ♂ (b). ....	14
<b>Figura 10.</b> Tipos de curvas de supervivencia. ....	21
<b>Figura 11.</b> Adecuación de la estantería con lámparas fluorescente (a); temporizados de luz (b). ....	24
<b>Figura 12.</b> Presencia y daños de <i>Spodoptera frugiperda</i> (a); recolección de larvas (b).25	
<b>Figura 13.</b> Apareamiento de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (a); masas de huevos (b). .....	26
<b>Figura 14.</b> Peso de los componentes de las harinas (a); mezcla (b). ....	27
<b>Figura 15.</b> Medición de la cantidad de agua establecida para la fracción C. ....	28
<b>Figura 16.</b> Mezcla de las tres fracciones. ....	28
<b>Figura 17.</b> Colocación de adultos en fundas de papel Kraft.....	29
<b>Figura 18.</b> Adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> en papel Kraft sometido al congelador (a); masas de huevos en caja Petri con código preestablecido para su posteriores conteo (b). .....	30

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Componentes y cantidades de las cuatro dietas artificiales.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Duración promedio en días de cada etapa de desarrollo de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas con dietas artificial durante dos generaciones. ....	33
<b>Cuadro 3.</b> Duración promedio en días de cada etapa de desarrollo de <i>Spodoptera frugiperda</i> criadas con dietas artificial durante dos generaciones. ....	34
<b>Cuadro 4.</b> Peso de larva de <i>Spodoptera frugiperda</i> en el tercer instar.....	35
<b>Cuadro 5.</b> Peso de pupa de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	36
<b>Cuadro 6.</b> Periodo de pre oviposición, oviposición y pos oviposición de <i>Spodoptera frugiperda</i> durante el estado adulto de la hembra. ....	37
<b>Cuadro 7.</b> Periodo de pre oviposición, oviposición y pos oviposición de <i>Spodoptera frugiperda</i> durante el estado adulto de la hembra. ....	38
<b>Cuadro 8.</b> Fecundidad, y viabilidad de huevos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , adulto hembra. ....	39
<b>Cuadro 9.</b> Fecundidad y viabilidad de huevos de <i>Spodoptera frugiperda</i> , adulto hembra. ....	39

## ÍNDICE DE GRAFICAS

<b>Grafica 1.</b> Curva de supervivencia $l_x$ de <i>Spodoptera frugiperda</i> criada con cuatro dietas artificiales “primera generación” (F1). .....	43
<b>Grafica 2.</b> Curva de supervivencia $l_x$ de <i>Spodoptera frugiperda</i> criada con cuatro dietas artificiales “segunda generación” (F2). .....	43
<b>Grafica 3.</b> Curva de mortalidad $q_x$ de <i>Spodoptera frugiperda</i> criada con cuatro dietas artificiales “primera generación” (F1). .....	45
<b>Grafica 4.</b> Curva de mortalidad $q_x$ de <i>Spodoptera frugiperda</i> criada con cuatro dietas artificiales “segunda generación” (F2). .....	45
<b>Grafica 5.</b> Esperanza de vida $E_x$ de <i>Spodoptera frugiperda</i> criada con cuatro dietas artificiales “primera generación” (F1). .....	46
<b>Grafica 6.</b> Esperanza de vida $E_x$ de <i>Spodoptera frugiperda</i> criada con cuatro dietas artificiales “segunda generación” (F2). .....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial “ICRISAT” primera generación (F1). .....	65
<b>Anexo 2.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial Shorey y Hale (1965) primera generación (F1). .....	66
<b>Anexo 3.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial Greene et al., (1976) primera generación (F1). .....	67
<b>Anexo 4.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial Osores et al., (1982) primera generación (F1). .....	68
<b>Anexo 5.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial “ICRISAT” segunda generación (F2). .....	69
<b>Anexo 6.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial Shorey y Hale (1965) segunda generación (F2). .....	70
<b>Anexo 7.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial Greene et al., (1976) segunda generación (F2). .....	71
<b>Anexo 8.</b> Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada con la dieta artificial Osores et al., (1982) segunda generación (F2). .....	72
<b>Anexo 9.</b> Fases del ensayo de crianza de <i>Spodoptera frugiperda</i> con dietas artificiales. ....	73
<b>Anexo 10.</b> Ciclo de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> con la dieta de Greene et al., (1976). ....	75
<b>Anexo 11.</b> Estados de desarrollo de <i>Spodoptera frugiperda</i> . .....	76
<b>Anexo 12.</b> Muda (exuvia; exoesqueleto; capsula cefálica) de <i>Spodoptera frugiperda</i> . ..	77
<b>Anexo 13.</b> Alimentación de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> . .....	77
<b>Anexo 14.</b> Copulación de <i>Spodoptera frugiperda</i> . .....	77

<b>Anexo 15.</b> Mortalidad de larva prematura registrada en la D.4 (Osores et al. 1982).....	78
<b>Anexo 16.</b> Deformación de pupa y adulto de <i>Spodoptera frugiperda</i> . .....	78

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación de cuatro dietas artificiales para la crianza del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith,1797) bajo condiciones controladas”, tuvo por objetivo determinar la mejor dieta, que aporte las proteínas, carbohidratos y lípidos necesarios para el desarrollo y crecimiento de la larva del gusano cogollero. El ensayo fue realizado en un periodo de cinco meses; desde septiembre del 2017, hasta enero del 2018, en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la parroquia Lodana del Cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador; a una temperatura de  $28 \pm 1$ ,  $9^{\circ}$  C; a una humedad relativa de  $65 \pm 10\%$ ; y un fotoperíodo artificial de 12:12 (Luz/Oscuridad). De acuerdo a lo establecido en la metodología se alimentaron 100 larvas neonatas, obtenidas de un pie de cría que como sustrato se utilizó una dieta natural a base de hojas de maíz; se emplearon 25 larvas para cada tratamiento usado, o dietas a base de T1. ICRISAT, T2. Shore y Hale T3. Greene et al. y T4. Osoro et al. Cada larva representó una repetición, a la que se suministró un cubo de dieta cada tres días, y se realizó una tabla de vida de tipo cohorte, para determinar, supervivencia, mortalidad y esperanza de vida de cada población. También se evaluó el ciclo biológico de esta especie y sus cambios en los diferentes estados de desarrollo. A nivel del área de ensayo se obtuvieron los mejores resultados con T3 con, una supervivencia del 100% durante las fases de larva del insecto, y por ende una mortalidad del 0.00% en sus fases de larva y pupa, hasta llegar a edades adultas; con un ciclo biológico de 28 días; un peso de larva de 0.1 gramo en tercer instar; un peso de pupa de 0.20 gramos, con una fecundidad de 1119 huevos producidos. Se llegó a determinar que en general los insectos de cada población alimentados con las dietas artificiales, llegaron a completar su ciclo biológico, con diferencias significativas.

**Palabras claves:** Dietas, supervivencia y mortalidad.

## SUMMARY

The present investigation titled four diets Evaluation to keep worm corn's cogollero (J.E. Smith, 1797) *Spodoptera frugiperda* with controlled conditions had as objective to determine the better diet that provide the proteins, carbohydrate, and lipids needed for a good developing and growing of the grub's worm cogollero. This investigation was done in a period of five months: since September of 2017, until January 2018, in Entomology Laboratory, Agronomy Engineering Faculty of Technical University of Manabi, located in Lodana paradise of Santa Ana city, Manabi- Ecuador; at a temperature of  $28 \pm 1, 9^{\circ}\text{C}$ ; with a relative humidity  $65 \pm 10\%$ ; and an artificial photoperiod of 12:12 (light/dark). According to what is settled down in the methodology, we fed 100 neonate grubs, obtained from a breeding, in which we used a natural diet based on corn's leaf; we use 25 grubs to every treatment used, or diets on T1. ICRISAT, T2. Shore y Hale T3. Greene *et al.* y T4. Osoreo *et al.* being everyone a repetition, it was supplied a diet every three days, and we did a calendar life about cohort type, to determine; how long they can live, mortality and survival of them. We also evaluated the biological cycle of this specie with all their changing in the different stages of their development. In the test area we got the best results with the diet described by Greene et al. (1976) the grubs of the insect survived 100% and the mortality was 0.00% in its stages of grub and pulp, until it was adult; with a biological cycle about 28 days, the grub's weight was 0.1 gram in third instar; and the pup's weight 0.20 gram, and the fertility was 1119 eggs. It was determinated that insects fed by the artificial diet completed their biological cycle.

**Main words:** Diets, survival and mortality

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz *Zea mays* L., es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conoce, pertenece a la familia Poaceae y es una de las gramíneas más importantes en el consumo humano, siendo la segunda en mayor producción después del trigo (Castro, 2015).

La producción mundial del maíz para el año 2016 fue de 106.721 millones de toneladas siendo los principales productores a nivel mundial, Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea y Argentina (USDA, 2017). En el Ecuador la producción del cultivo del maíz para el año 2016 fue de 3,56 toneladas por hectárea, estimándose una producción nacional de 1,091.108 miles de toneladas, en relación con otros años existe una tasa decreciente del 27,02% en la superficie cosechada y 41,71% en la producción (INEC, 2016); siendo las principales causas la reducción en el área sembrada, el incremento de presencia de plagas y enfermedades, especialmente del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* siendo esta especie la más importante, y la que causa mayor daño en el cultivo del maíz (Castro, 2016).

Para llevar a cabo estudios de laboratorio, se debe contar con ejemplares en cantidades suficientes y con buen estado sanitario, esto se logra bajo condiciones ambientales de cría controlada y con dietas artificiales que aporten adecuados niveles de proteínas, vitaminas, carbohidratos, lípidos, sales minerales; esto con el fin de asegurar la máxima fecundidad y fertilidad de la especie a estudiar (Fichetti *et al.*, 2013).

Las dietas artificiales son importantes en programas de cría masiva de insectos, esto con el objetivo de contar con insectos de forma consecutiva y sin interrupción, situación que no ocurre cuando se alimentan con órganos vegetales de la planta hospedera. La producción de insectos con dietas artificiales provee poblaciones en forma continua, facilitan los estudios de biología, obteniendo datos más precisos y pudiendo ser criados en grandes cantidades y en lugares reducidos, disminuyendo de esta manera los costos de crianza y mantenimiento (Massó, 2000).

Como se ha mencionado anteriormente *Spodoptera frugiperda* al ser la plaga principal del cultivo del maíz, los productores han enfocado el control de esta especie al uso indiscriminado de insecticidas químicos, de tal manera que el estudio de crianza con dieta artificial para esta especie es de vital importancia, y es la base de futuras investigaciones a realizar sobre estudios toxicológicos, como eficacia y resistencia a insecticidas, cría de

controladores biológicos, usos de extractos etanólicos de plantas como insecticidas naturales, etc.; en el Ecuador no se han reportado estudios sobre el uso de dieta artificiales para la crianza de insectos, por tal motivo se llevó a cabo esta investigación evaluando cuatro dietas artificiales y determinando la mejor de ellas.

¿Las distintas formulaciones de dietas artificiales para la crianza de *Spodoptera frugiperda* influirán en su crecimiento y desarrollo?

## II. ANTECEDENTES

Según Pinilla et al. (2010) el pionero en realizar una crianza de insecto fitófago en medio artificial fue Bogdanow en el año 1908, el cual realizó la cría de *Calliphora vomitoria* (Linnaeus, 1758), utilizando una dieta compuesta principalmente de extracto de carne, peptona, almidón y minerales, mientras que la primera referencia de cría de un insecto fitófago en medio artificial se le atribuye a Bottger en 1942; empleando una dieta para *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796), que consistía en caseína, azúcares, grasas, sales minerales, vitaminas, celulosa, agar y agua; y desde el año 1950 se han venido desarrollando para ser utilizada en diversas investigaciones en el campo del estudio de los insectos (Parra, 2009) citado por (Gómez et al., 2015).

Shorey y Hale (1965), establecieron una crianza para nueve especies *Trichoplusia ni* (Hübner, 1800); *Autographa californica* (Speyer, 1875); *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808); *Spodoptera ornithogalli* (Guenée, 1852); *Heliothis zea* (Boddie, 1850); *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777); *Heliothis phloxiphaga* (Grote y Robinson, 1867); *Pseudaletia unipuncta* (Haworth, 1909); *Peridroma saucia* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) en un medio artificial; donde evaluaron el desarrollo, la viabilidad y la fecundidad de las seis primeras especies, lo cual llegaron a obtener como resultados que el menor desarrollo se registró en la especie *Spodoptera exigua* con un promedio de 26 días, desde el estado de huevo a pupa; y en esta misma especie registraron el mayor porcentaje de supervivencia de larva (94%) y pupa (89%); mientras que la mayor longevidad de adultos la registraron en la especie de *Heliothis virescens* con un promedio de 12 días; así mismo en esta especie obtuvieron la mayor fecundidad, con un promedio de 816 huevos, mientras que el mayor porcentaje de viabilidad de huevo la registraron en la especie *Heliothis zea* con el 74 por ciento. En otra investigación realizada Greene; Leppla y Dickison (1976), compararon la crianza de una dieta artificial de la oruga del terciopelo *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), versus la crianza con alimento natural a base de hojas de soja, donde evaluaron porcentaje y días de empupación, porcentaje de emergencia de adulto, y número de huevos ovipositados; donde la crianza en medio artificial produjo mayor número de huevos con un promedio total de huevo de 189 y un mayor porcentaje de emergencia del adulto (95%).

Arévalo y Zenner (2009), evaluaron las dietas artificiales de “ICRISAT”; Shorey y Hale (1965); Greene *et al.* (1976) para la crianza de *Spodoptera frugiperda* en laboratorio, donde evaluaron la duración en días de los estados de huevos, larva, pupa y adulto y el ciclo biológico completo; peso de larva y pupa; y la fecundidad total; con la dieta “ICRISAT” reportaron los mejores resultados, el cual llegaron a obtener tiempo cortos en el estado de larva y en todo el ciclo biológico; el mayor peso de larva y pupa; y la mayor fecundidad durante tres generaciones consecutivas. Así mismo en otra investigación realizada por Arévalo, Zenner y Romero (2011), evaluaron el efecto de estas dietas meridicas en la toxicidad de la proteína cristalina (cry) del *Bacillus thuringiensis* (Berliner 1915) en *Spodoptera frugiperda*; *Heliothis virescens* y *Heliothis zea*. Por otro lado, Busato *et al.* (2006) realizaron un estudio similar a los antes descritos, solo que compararon dos dietas, utilizando la dieta establecida por Greene *et al.* (1976) y la modificación de la misma para la cría de *Spodoptera frugiperda*; el cual evaluaron la duración en días de cada estado de desarrollo y de todo el ciclo biológico, longevidad de adultos, y fecundidad total; obtuvieron como resultados que la dieta de Greene *et al.* (1976) modificada presento los mejores resultado, con una duración en todo el ciclo biológico de 26 días, un periodo de oviposición de adultos hembra de 7 días y una longevidad de adultos de 18 días, y con una fecundidad de 1043 huevos totales. Así mismo Luna (2013) reemplazó las fuentes de proteínas y carbohidrato de una dieta ya establecida, por materia prima obtenida de la zona, para de esta forma reducir los costos de producción del alimento y facilitar la formulación de las dietas para la cría de *Spodoptera frugiperda*.

### III. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador existen pocos estudios realizados sobre crianza de insectos, entre estos están los realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de la estación experimental Santa Catalina en el año 2011, donde multiplicaron nematodos entomopatógenos del género *Steinernema* (Filipjev, 1934) y *Heterorhabditis* (Poinar, 1976) alimentadas e inoculadas con larvas del último estadio de *Spodoptera frugiperda*. Navarrete *et al.* (2016) en esta misma entidad de investigación, desarrollaron la crianza de depredadores del género *Podisus* sp, (Herrich y Schaeffer, 1851) las cuales fueron alimentadas con larvas de *Spodoptera frugiperda*. Por otro lado, Castillo (2013), crió el controlador biológico *Telenomus remus* (Nixon, 1937) parasitoide de huevos del gusano cogollero del maíz, alimentados con huevos de *Spodoptera frugiperda*. Cabe recalcar que todos estos trabajos antes mencionados tienen la particularidad que fueron desarrollados con crías de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas con hojas de higuera y maíz, sin la utilización de dietas artificiales que faciliten el manejo, contaminación, supervivencia y cantidad suficiente de especímenes de las mismas edades para los estudios antes mencionados.

En la provincia de Manabí para el control de la plaga del maíz *Spodoptera frugiperda* los productores agrícolas optan por la utilización de productos químicos de variada toxicidad, que representan del 10 al 12 % de los costos directos del cultivo (Valarezo, 2010); a su vez los productos utilizados para el control de esta plaga causan un impacto ecológico para la entomofauna benéfica, alto riesgo de intoxicación, y en algunos casos se ha generado resistencia de insectos a productos químicos por su uso indiscriminado y dosis no adecuadas (Gómez *et al.*, 2010).

Dada las escasas investigaciones realizadas de este tipo, se hace necesario realizar trabajos de crianza de insectos con dietas artificiales en laboratorio; la necesidad de este estudio radica en contar con especímenes en cantidades importantes y en forma permanente para la realización de nuevos estudios en diversos aspectos, tales como el de desarrollar métodos de control de plagas, regulación de poblaciones de plagas a través de la propagación y liberación de insectos benéficos, evaluar resistencia de insectos a insecticidas, etc., lo que facilitará investigaciones en el área de Entomología, tal como lo menciona Gutiérrez (2012).

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. General.

Evaluar cuatro dietas artificiales para la crianza del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* y sus efectos en los diferentes estados de desarrollo, bajo condiciones de laboratorio.

### 4.2. Específicos.

- a) Determinar el efecto de cada una de las dietas artificiales en ciclo biológico del insecto.
- b) Establecer la mejor dieta artificial para la crianza del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*, mediante el desarrollo de tablas de vidas, fertilidad, longevidad y mortalidad.
- c) Determinar la dieta con menor incidencia de patógenos en relación a los componentes de antibióticos y preservantes empleados en cada una de las dietas.

## V. MARCO TEORICO

### 5.1. Generalidades del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) es considerada la plaga más importante del cultivo del maíz en muchas regiones agrícolas tropicales y sub tropicales de América latina (Villa y Catalán, 2004).

*Spodoptera frugiperda*, fue descrita como plaga en el estado de Georgia (Estados Unidos) por James Smith y John Abbot en el año 1797, bajo el nombre de *Phalaena frugiperda* (Arruda, 2009); posteriormente Guenée en 1852, describió la especie y la designó como *Laphygma machra*; y en 1867 Glorer lo describió como *Laphygma macra*, pero después se estableció que debería ser llamada *Phalaena frugiperda*; Riley en 1870, describió la especie como *Prodenia sutumnalis*; y el mismo Riley en 1882, la redescubrió bajo el nombre de *Laphygma frugiperda*; pero fue Zimmermar en 1958, que sinonimizó el género *Laphygma* con *Spodoptera frugiperda*, nombre con el que actualmente se lo conoce (Páliz y Mendoza, 1999).

El género *Spodoptera* cuenta con 30 especies en todo el mundo, de las cuales 15 especies son consideradas plagas que se alimentan de varias especies cultivadas como Soja (*Glycine max*), maíz (*Zea mays* L), arroz (*Oryza sativa*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); destacándose varias especies tales como *S. frugiperda* (J.E. Smith, 1797); *S. exigua* (Hubner, 1808); *S. cosmoioides* (Walker, 1858); *S. eridania* (Cramer, 1782); *S. praefica* (Grote, 1875); *S. ornithogalli* (Guenée, 1852) (Zenker *et al.*, 2007).

### 5.2. Origen y distribución geográfica.

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* tiene su origen en los trópicos del continente Americano y el Caribe, es una plaga tropical que se extiende desde Argentina hasta Norteamérica (Agudelo *et al.*, 2010); se ha reportado su existencia en países como Estados Unidos, México, Honduras, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Perú, Chile, Ecuador, Brasil, Venezuela y Argentina (Páliz y Mendoza, 1999).

En el Ecuador está presente en diferentes zonas maiceras de la costa como Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas (Valarezo, 2010).

### 5.3. Hospederos.

*Spodoptera frugiperda* es una especie polífaga, es decir que se alimenta de diferentes especies cultivables, siendo la más apetecidas las gramíneas, junto a su adaptación a diferentes condiciones climáticas, hace que su distribución sea amplia y por ende ocasionan numerosas pérdidas de producción (Murúa *et al.*, 2013); esta especie presenta un amplio rango de hospedante, entre las cuales se destaca las familias Poaceae y Fabaceae, siendo las especies más atacada por esta plaga el maíz (*Zea mays* L), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), arroz (*Oryza sativa*), sorgo (*Sorghum bicolor*), algodón (*Gossypium* sp), maní (*Arachis hypogaea*), soja (*Glycine max*), y pastos como el pasto pangola (*Digitaria decumbens*) y cynodon (*Cynodon* sp) (Casmuz *et al.*, 2010).

### 5.4. Clasificación Taxonómica de *Spodoptera frugiperda*.

**Reino:** Animal

**División:** Artrópoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Lepidoptera

**Familia:** Noctuidae

**Género:** *Spodoptera*

**Especie:** *Spodoptera frugiperda*



(De Almeida *et al.*, 2002)

### 5.5. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* en maíz.

El ciclo biológico del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* presenta una metamorfosis holometábola (completa), el cual pasa por los estados de huevo, larva, pupa y adulto (Delgado y Gaona, 2012); su ciclo biológico completo dura entre 30 a 70 días, siendo influenciado por las temperaturas, en condiciones de mayor temperatura el ciclo se acorta, mientras que en condiciones de temperatura baja el ciclo se alarga (Espínola, 2011).

El ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* da inicio con la eclosión de huevos, lo cual da origen a larvas neonatas, que posteriormente se trasladan a diferentes partes de las plantas o si no también hacia otras plantas vecinas, evitando la competencia por el alimento y el canibalismo (Placencio, 2015).

#### 5.5.1. Huevo.

Los huevos son de forma globosa, con estrías radiales de coloración rosa pálido y a medida que se aproxima a la eclosión se torna gris, mide 0.4 mm de diámetro y 0.3 mm de alto (Figura 1) (Capinera, 1999); están protegidos con escamas y secreciones bucales, que lo protegen contra factores ambientales y enemigos naturales, eclosionan a los 3 días (Martín, 2015).



**Figura 1.** Masa de huevo de *Spodoptera frugiperda*.

**Fuente.** Lezaun (S.F)

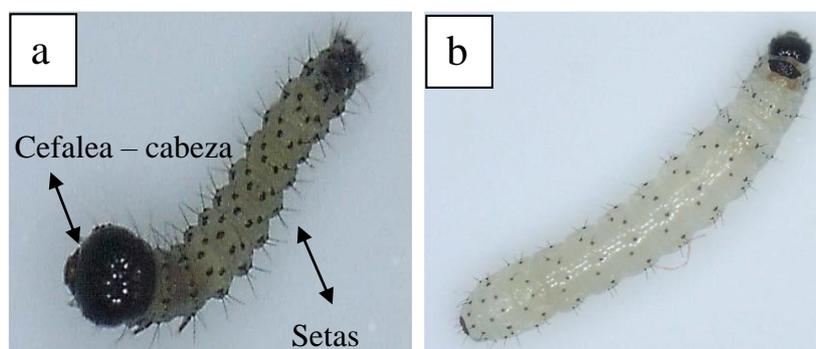
#### 5.5.2. Larva.

El estado larval consta de 6 instares o estadios larvarios, y tiene una duración de 17 a 32 días (Suarez, 2015).

Durante los dos primeros estadios las larvas roen la epidermis de las hojas, notándose manchas blanca y translúcidas en las hojas, a partir del tercer estadio consumen la lámina foliar, dejando huecos irregulares en el follaje (Sosa, s.f); después del tercer estadio emigran hacia el verticilo o cogollo de la planta, donde se alimenta de tejidos tiernos de las hojas apicales, y al desplazarse las hojas muestran una hilera regular de perforaciones, y es característico observar excrementos de las larvas en forma de aserrín, este daño es ocasionado por las larvas en el cuarto, quinto y sexto estadio, antes de que esta entre a prepupa, donde deja de alimentarse y posteriormente cae al suelo para empupar (Lezaun, s.f).

**Primer instar.** Mide 1.9 mm, recién emergida la cabeza o cefalea es más grande que el resto del cuerpo, la cabeza es de color negro con un tamaño de 0.47 mm (Villa y Catalán, 2004).

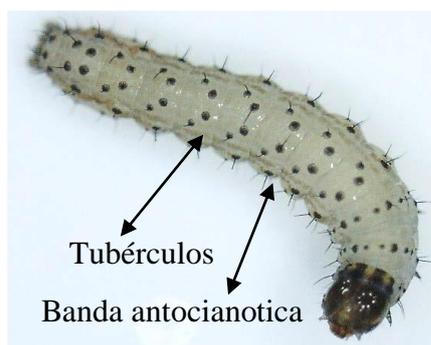
El cuerpo es de coloración blanquecina, las setas en todo su cuerpo son muy visibles (Figura 2a), y a medida que se va desarrollando su cabeza se hace más proporcional con su cuerpo, y las setas se van haciendo menos visibles (Figura 2b) (Guzmán *et al.*, 2016).



**Figura 2.** Larva recién emergida (neonata) (a); larva del primer estadio desarrollada (b).

**Fuente.** Guzmán *et al.*, 2016

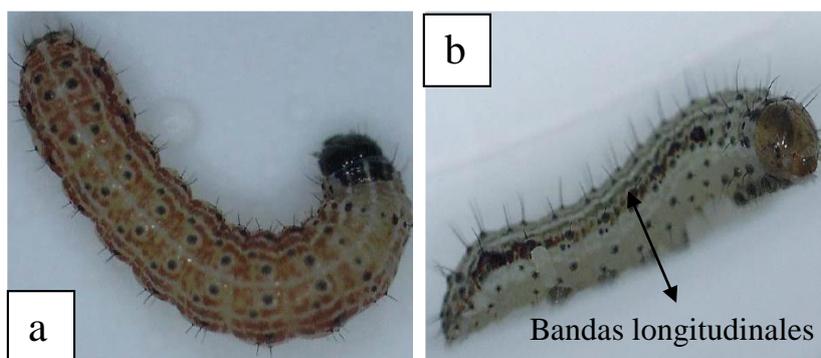
**Segundo instar.** Tiene un aspecto hialino (transparente), mide entre 3.5 a 5 mm, con la cabeza de color café oscuro y con un tamaño de 0.88 mm (Capinera, 1999); los tubérculos de donde se desprenden las setas se hacen muy notorios, con el desarrollo presentan bandas antocianóticas en el costado (Figura 3) (Guzmán *et al.*, 2016).



**Figura 3.** Larva del segundo estadio.

**Fuente.** Guzmán *et al.*, 2016

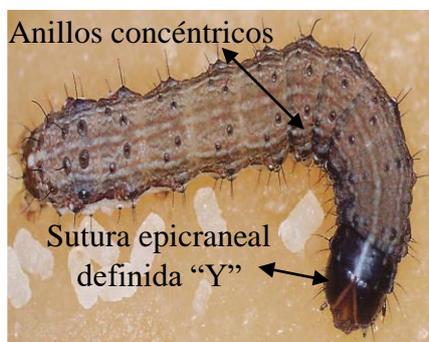
**Tercer instar.** Mide entre 6.4 a 7 mm, la cabeza o cefalea es de color negro a café claro y mide 1.37 mm (PIONER, 2014); el cuerpo alargado y robusto de coloración rojiza (Figura 4a), con el desarrollo se evidencia bandas longitudinales de coloración oscura en el costado del cuerpo (Figura 4b) (De Almeida *et al.*, 2002).



**Figura 4.** Larva del tercer estadio inicial (a); larva del tercer estadio desarrollada (b).

**Fuente.** Guzmán *et al.*, 2016

**Cuarto instar.** Tiene una coloración castaña oscura, mide entre 10 a 15 mm, con sutura epicraneal en forma de “Y” completamente definida, (Morales *et al.*, 2010); presentan líneas longitudinales claras y oscuras y anillos concéntricos en la zona torácica (Figura 5) (ICA, 2003).



**Figura 5.** Larva del cuarto estadio.

**Fuente.** CIAT, 2016

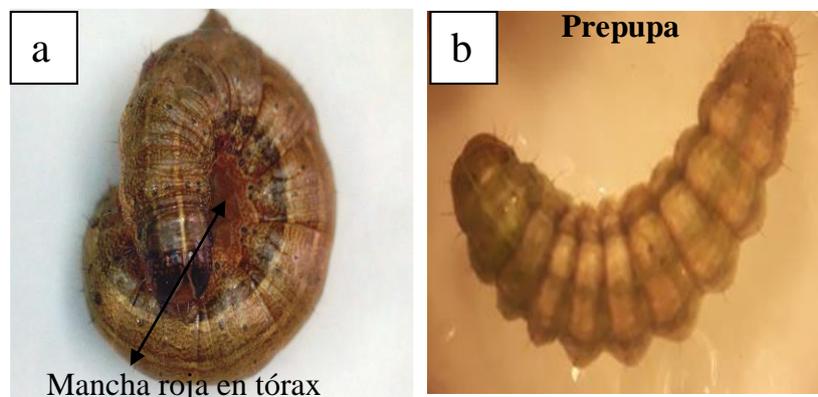
**Quinto instar.** Son robustas de coloración café oscura, llega a medir entre 17 a 20 mm (Guzmán *et al.*, 2016); en el dorso del cuerpo se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra banda hacia más debajo de color amarillo pálido, además desarrollan puntos en cada segmento abdominal, por otra parte los pináculos setigeros del octavo segmento abdominal se alinean como cuatros puntos negros que forman un cuadrado envista dorsal (Corona, 2008); la cabeza mide 2.77 mm, es de coloración negra a castaña, con patrón oscuro a los costados y con bordes claros en la sutura epicraneal “Y” (Figura 6) (Oliveira, 2015).



**Figura 6.** Larva del quinto estadio.

**Fuente.** Bertone, 2014

**Sexto instar.** Tiene una apariencia robústica, con tonalidad brillante y manchas rojizas en el primer segmento del tórax (Figura 7a), mide 34.2 mm, en esta fase se da la pre – pupa la cual la larva deja de alimentarse, pierde coloración y pigmentación y toma un aspecto rugoso (Figura 7b) (Guzmán *et al.*, 2016).



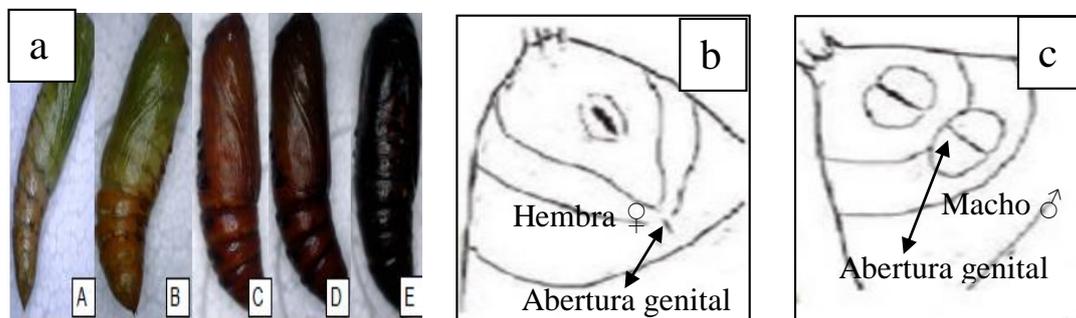
**Figura 7.** Larva del sexto estadio (a); pre pupa (b).

**Fuente.** Bertone, 2014

### 5.5.3. Pupa.

La etapa de pupa (crisálida) ocurre en el suelo a una profundidad de 2 a 8, y tiene una duración de 9 a 13 días, el cual emergen el adulto (García *et al.*, 2012); es de tipo obteca, mide entre 14 a 18 mm de longitud y 4 a 5 mm de ancho (ICA, 2003); tiene estado de desarrollo en los cuales se aprecia el cambio de color, a principio se nota una coloración entre blanca a verde pálida, posteriormente con el desarrollo se evidencia una coloración caoba, y antes de la emergencia se torna más oscura (Figura 8a) (Guzmán *et al.*, 2016).

En este estado se diferencia el sexo por estructuras morfológicas presentes en los últimos segmentos, lo cual en la hembra en el octavo segmento se observa ligeras líneas curvadas que corresponde a la abertura genital, además en la parte central presenta una hendidura (Figura 8b), mientras que el macho presenta dos elevaciones en forma redondas en el noveno segmento, que corresponde a los testículos (Figura 8c) (Bahena y Cortez, s.f).



**Figura 8.** Estado de desarrollo de pupa. “A” inicial, “B” parcialmente quitinizada, “C” quitinizada, “D” desarrollada, “E” en emergencia (a); pupa ♀ (b); pupa ♂ (c).

**Fuente.** Guzmán *et al.*, 2016

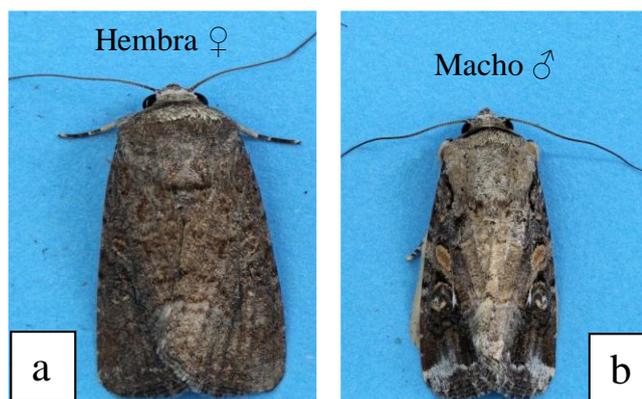
#### 5.5.4. Adulto.

El adulto es una mariposa “polilla” de actividad nocturna, con una longevidad de vida de 10 a 14 días (García *et al.*, 2012); las hembras ovipositan en el envés y haz de las hojas, durante su periodo reproductivo llegan a ovipositar 1000 a 1400 huevos, agrupados en masas que promedian 100 a 300 huevos en cada ovipostura (Casmuz *et al.*, 2010).

Presenta dimorfismo sexual, lo que se puede diferenciar del macho y de la hembra; la hembra tiene una expansión alar entre 25 a 40 mm, es de mayor tamaño que el macho y más oscura, de color pardo o gris oscuro, presenta una mancha elíptica en el margen costal, delimitado por una línea clara y no presenta manchas violáceas (Figura 9a) (Chango, 2012).

El macho tiene una expansión alar entre 32 a 35 mm, con una longitud corporal de 20 a 30 mm, con alas anteriores pardo y/o grisáceas, y con algunas pequeñas manchas violáceas con diferentes tonalidades, en la región apical contiene una mancha blanquecina muy notoria, orbicular con pequeñas manchas diagonales, y una bifurcación poco visible que se extiende a través de la vena costal bajo la mancha reniforme, las alas posteriores

no presentan tintes, ni venación coloreada, siendo más bien blanquecina (Figura 9b) (Placencio, 2015).



**Figura 9.** Adulto ♀ (a); adulto ♂ (b).

**Fuente.** Guzmán *et al.*, 2016

### **5.6. Importancia de la crianza de insectos en el laboratorio.**

Con la crianza de insectos se pretende conseguir un gran número de ejemplares de una determinada especie para su posterior experimentación o explotación (Gómez *et al.*, 2015); estas crianzas se desarrollan bajo condiciones controladas; obteniendo altas poblaciones de individuos, de tamaño uniforme, y mortalidad limitada (Yagüe, 2017).

En el área de la Entomología facilita las investigaciones relacionadas a temas, tales como el estudio de biología, morfología, fisiología y ecología de insectos de importancia económica, ya sea por su papel perjudicial para el hombre en las diferentes especies cultivables o en programas de control biológico que facilitan la obtención de altas poblaciones de insectos benéficos, sean estos depredadores o parasitoides (Zulene, 2017).

Otro de los campos de gran importancia es el toxicológico, al permitir evaluar la efectividad y cualidades toxicas de los insecticidas, tantos químicos como botánicos (Hernández, 1994); la resistencia de insectos a los insecticidas, resistencias de plantas a insectos como es el caso de cultivos de maíz transgénicos (BT) *Bacillus thuringensis*, entre otros estudios de morfología, ecología y fisiología de los insectos (Gómez *et al.*, 2009).

Un factor importante en la crianza es la dieta suministrada a los insectos, la cual suele ser natural o artificial. La dieta natural es por medio de la alimentación de órganos vegetativos de la planta como tallos, hojas, frutos, de los cuales naturalmente son hospederos de los insectos, y la cual se les proporciona cantidades necesarias para su

óptimo desarrollo y reproducción. La dieta artificial es un alimento el cual contiene diferentes componentes nutritivos para el insecto, como proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales; y las sustancias antimicrobianas, como antibióticos y formaldehído para prevenir la presencia de algún agente contaminante en la dieta (Yagüe, 2017); también influyen sobre los parámetros de ciclo de vida del insecto como su desarrollo, tamaño y peso, proporción de sexo, supervivencia, fecundidad y fertilidad en adulto (Reguilón *et al.*, 2013).

Una de las alternativas con que se cuenta al momento de establecer un método de crianza para una determinada especie de insecto es por medio de dietas artificiales, lo cual facilita su producción (Bavaresco *et al.*, 2004).

Actualmente en América Latina, Brasil lidera la producción de insectos, tanto fitófagos como controladores biológicos, criados en medio natural o artificial, este país reporta muchos estudios de diferentes especies criados en dieta artificial, que han sido publicado en diferentes medios científicos (Cerna *et al.*, 2014).

### **5.7. Dieta artificial, concepto.**

La dieta artificial es un alimento el cual ha sido formulado, sintetizado, procesado y manufacturado por el hombre en tentativa de sustituir el alimento natural por otro más conveniente, desde el punto de vista técnico y económico, en el cual un insecto en cautiverio puede desarrollarse total o parcialmente (Infante *et al.*, 1994); además se trata de cubrir con las necesidades nutricionales de los insectos y que sea capaz de atenuar los riesgos de contaminación por patógenos (Reguilón *et al.*, 2013).

Con una dieta correctamente formulada, que contiene sustancias químicas y proporciones nutricionales balanceadas, proporciona a los insectos un óptimo desarrollo, y a su vez es que se encuentre libre de patógeno o microorganismos contaminantes (Gómez *et al.*, 2015).

### **5.8. Clasificación de las dietas artificiales.**

Acatitla *et al.* (2004) mencionan que Dougherty en 1959, fue el que clasificó las dietas artificiales para crianza de insectos y la clasificó en holídicas, merídicas y oligídicas.

### **5.8.1. Dieta holídica.**

Es aquella cuyos componentes están compuestos de químicos puros, y es usada en estudios de nutrición de insectos, en los cuales se requieren conocer exactamente la fórmula química de cada uno de los ingredientes que los componen (Pinilla *et al.*, 2010).

### **5.8.2. Dieta merídica.**

Es una dieta compuesta de por lo menos de una sustancia de estructura química desconocida. Proteínas, germen de trigo, levadura, harinas de gramíneas y leguminosas, etc (Martos, 1999); la mayoría de dietas usadas para la cría de los insectos están incluidas en este grupo, también se la conoce como purificada, y está destinada para criar insectos del orden Lepidoptera, díptera y coleoptera (Gómez *et al.*, 2015).

### **5.8.3. Dieta oligídica.**

Es aquella con muy pocos componentes con estructura química y contiene componentes orgánicos no purificados, principalmente compuesto de materia orgánica cruda, esta dieta es usada para la crianza de especies coleopteros (Cerna *et al.*, 2014).

## **5.9. Ventajas y desventajas de las dietas artificiales.**

Las dietas artificiales presentan unas series de ventajas, permiten uniformidad nutricional y biológica, son preparadas conforme al hábito alimenticio y aparato bucal del insecto, posibilita el mantenimiento de poblaciones de insectos en forma continua, reduce el espacio de trabajo con plantas huésped, produce una alta población de insecto y los patógenos pueden ser controlados eficientemente (Ramírez y Gómez, 2010).

Las desventajas están relacionadas a las altas condiciones higiénicas que se requieren para evitar problemas de contaminación; y laboratorios con una adecuada infraestructura, con materiales y equipos en óptimas condiciones para poder trabajar adecuadamente (Lagos, 2009).

## **5.10. Componentes nutricionales de una dieta artificial.**

Los componentes comúnmente adicionados a los formularios dietarios comprenden fuentes de nitrógeno como las proteínas y carbohidratos, cuyas fuentes se hayan en frijoles, soja, garbanzo, germen de trigo, y caseína, etc (Cerna *et al.*, 2014).

Las vitaminas son esenciales en las dietas artificiales, y para el normal desarrollo de los insectos se requieren de pequeñas cantidades, las vitaminas B y C son requeridas por los insectos, y estas se las haya en el suplemento vitamínico “centrum”, en levadura, y el ácido ascórbico, el cual es fuente de vitamina C; además centrum” vitamínico contiene minerales esenciales, como el magnesio, hierro, zinc (Portilla, 1999).

Otros componentes adicionales en las dietas son las sustancias antimicrobianas, y conservadores de alimentos, entre los cuales están los antibióticos; como la tetraciclina y aureomicina, el metil – parabenceno, ácido sórbico, y el formaldehído. El último componente que se le incorpora a la dieta son los aglutinantes o gelificantes como el agar y el carragenato (Boquín, 2002).

### **5.10.1. Proteínas.**

Las proteínas se definen como cadenas de aminoácidos y están compuestas por macromoléculas que contienen átomos de carbono (C); hidrógeno (H); oxígeno (O); y nitrógeno (N); además suelen tener pequeñas cantidades de fósforo (P); y azufre (S) (Hill et al. 2006, 107). Las moléculas de proteínas se construyen en una forma ordenada y están formadas por aminoácidos (Bustillo,1979).

Es el grupo más importante de nutrientes que estimulan la alimentación de los insectos fitófagos, son siempre necesarios en la dieta del insecto, y para lograr un desarrollo óptimo se requiere de concentraciones relativamente alta. (Toledo, 1999).

El valor nutritivo de las proteínas depende de la proporción de los aminoácidos, de tal manera que un insecto requiere de una proporción dada de aminoácidos en su dieta para poder construir sus proteínas, si esta proporción no es adecuada y algunos de los aminoácidos es deficiente el insecto no podrá utilizar el resto (Bustillo, 1979).

Existen algunos aminoácidos que el insecto puede sintetizar, y otros que tiene que encontrarse en su dieta. En las dietas, los insectos requieren de diez aminoácidos para producir sus proteínas, y estos aminoácidos son la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, y valina. Estos aminoácidos se le denominan esenciales, ya que el insecto no lo puede sintetizar, razón por la cual deben ser incluido en la dieta (Villacorta, 1971).

### **5.10.2. Carbohidratos.**

Los carbohidratos son moléculas compuestas de carbono (C); hidrógeno (H); y oxígeno (O) (Bustillo, 1979); y son fuentes de energía, y pueden ser almacenados por el insecto en forma de grasa como reservas energéticas, siendo aportados generalmente por la sacarosa, la cual constituye el alimento más importante en la dieta de los insectos fitófagos. (Toledo, 1999).

Todos los insectos requieren carbohidratos en sus dietas; los requerimientos de carbohidratos en larvas se satisfacen administrando polisacáridos (almidones y glucógenos); oligosacáridos (maltosa, sucrosa y rafinosa); y monosacáridos (glucosa, fructosa y galactosa). Los carbohidratos prolongan la vida de los insectos, y es importante en la reproducción de las hembras (Reinecke, 1985).

### **5.10.3. Lípidos.**

Los lípidos son moléculas orgánicas compuestas por carbono (C); hidrógeno (H); y oxígeno (O), además pueden contener fósforo (P); nitrógeno (N); y azufre (S) (Hill et al. 2006); son importantes en la alimentación de los insectos fitófagos, muchos insectos requieren ácidos grasos en sus dietas, y los requerimientos de lípidos son en estados inmaduro (Bustillo, 1979).

Los requerimientos de lípidos se dividen en dos grupos, ácidos grasos y esteroides, los ácidos grasos son requeridos en muchos insectos del orden lepidóptero y ortópteros, mientras que ciertos esteroides como colesterol son esenciales en la mayoría de los insectos, los ácidos grasos pueden ser sintetizado fácilmente por los insectos a partir de proteínas y carbohidratos, y por procesos de síntesis mediante la modificación de las grasas de los alimentos (Bustillo, 1979).

Los ácidos grasos del grupo insaturado como el ácido poliinsaturado (ácido linoleico, linolénico, oleico) es importante en muchos de los insectos, y en especial en el orden lepidóptero, ya que promueve el crecimiento normal de larvas, una emergencia normal de adultos, y formación de alas y membranas celulares en especies de lepidópteros (Villacorta, 1971); la deficiencia de estos ácidos poliinsaturados produce un síndrome característico en las alas de lepidópteros, como la falla de expandirse, la pérdida de escamas, dificultades en la emergencia de los adultos (ver Anexo 16) (De la Cruz, 2005).

#### **5.10.4. Vitaminas.**

Las vitaminas son componentes de las coenzimas y son sustancias necesarias para la dieta de los insectos en pequeñas cantidades, ya que no son capaces de sintetizarlos, la vitamina B y C es utilizada como una coenzima en el metabolismo del insecto (Toledo, 1999); se dividen en dos grupos, liposolubles e hidrosoluble. El grupo de las vitaminas liposoluble comprende las vitaminas A, D, E, y K, y no son requeridas por los insectos, mientras que las vitaminas hidrosolubles comprenden las vitaminas B y son nutrientes esenciales en todos los animales invertebrados (Hill *et al.*, 2006).

Bustillo (1979) menciona que las vitaminas requeridas por la mayoría de los insectos son la tiamina (B1); riboflavina (B2); ácido nicotínico (B3); ácido pantoténico (B5); piridoxina (B6); ácido fólico (B9); biotina (H); inositol (B8); y la vitamina C presente en el ácido ascórbico.

#### **5.10.5. Minerales.**

Los requerimientos de los elementos minerales en los insectos están dados generalmente en alguna mezcla de sal comercial disponible en la dieta. Los insectos requieren cantidades apropiadas de potasio (K); y magnesio (Mg); otros minerales que también son requeridos por los insectos, son el hierro (Fe); zinc (Zn) y manganeso (Mn); mientras que el calcio (Ca); sodio (Na) y fósforo (P), lo requieren muy poco (Toledo, 1999).

#### **5.10.6. Contaminantes.**

Las dietas son un sustrato nutritivo y propicio para la propagación de microorganismos que la contaminan, las infecciones por hongos pueden contribuir a la formación de una capa superficial impenetrable en los medios alimenticios, entre estos microorganismos presente en las dietas se encuentra *Beauveria* (Bassi, 1835); *Aspergillus* (Micheli, 1729); *Penicillium* (Friedrich, 1809) (Boquin, 2002).

#### **5.10.7. Preservantes.**

Los preservantes químicos se engloban dentro de un grupo de sustancias denominadas aditivos alimentarios, que son sustancias que se añaden en las dietas para prevenir agentes anticontaminantes ya sean estos hongos y/o bacterias. Dentro de los preservantes para las dietas artificiales de los insectos, se consideran los antibióticos como primordiales; tales

como la tetraciclina, metil-parabenceno, ácido sórbico, ácido benzoico y el formaldehído; que deben ser utilizados con sumo cuidado, ya que el exceso de estas sustancias, afectan el desarrollo y el tamaño de los insectos, e incrementan la mortalidad de las larvas (Boquin, 2002).

#### **5.10.8. Aglutinantes (Agar).**

El agar es la sustancia aglutinante, encargada de la retención del agua, y proporciona la dureza necesaria que permite al insecto alimentarse adecuadamente, la concentración utilizada es de 1.5% (García y Haro, 1986).

#### **5.11. Tabla de vida.**

La tabla de vida es un catálogo, sumario o inventario que describe la supervivencia y la tasa de mortalidad de los individuos de una población (Vera *et al.*, 2002); constituye un componente importante para estimar los valores vitales de una población de insectos, y es utilizada para estudiar la dinámica poblacional de una especie en particular (Baños *et al.*, 2013).

Resumen de forma simple los cambios de una población dentro de una generación, de tal manera que esta información se pueda analizar rápidamente, además proporciona una descripción compresiva de la sobrevivencia, desarrollo y la reproducción de una población; adicionalmente indica los estados en que una población es más susceptible y relevar los factores de mortalidad más determinantes, suministrando elementos muy útiles en el entendimiento de la dinámica de población (Duarte y Zenner, 2009).

Existen tres tipos de tablas de vida que son la de cohorte (generacional u horizontal), la estática (estacionaria o vertical de tiempo específico), y la de tiempo viable; de las antes mencionadas la más usada para estimar el tiempo de vida de los insectos es la de tipo cohorte (Vera *et al.*, 2002).

Las columnas y los estadísticos más conocidos de una tabla de vida se detallan más adelante; de lo que se trata es de tomar un cierto número (n) de individuos recién nacidos (cohorte) e ir observando su supervivencia durante cada unidad de tiempo preestablecida por el investigador (hora, días, semanas, meses) hasta la muerte del último individuo.

La tabla de vida se la realizo basándose en las formulas descritas por Krebs (1978).

Lo estadístico de una tabla de vida son los siguientes:

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo.

$n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo  $x$  a  $x+1$ .

$d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo  $x$  a  $x+1$ .

$q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo  $x$  a  $x+1$ .

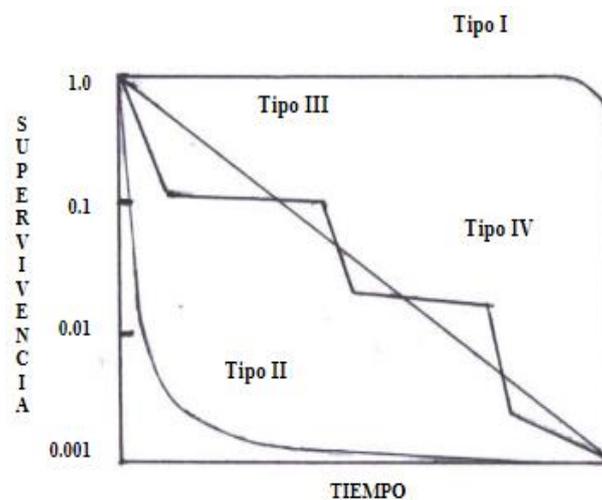
$l_x$ : Número promedio de individuos vivos durante el intervalo  $x$  a  $x+1$ .

(Vera *et al.*, 2002).

La tabla de vida sirve como base para representar las curvas de supervivencia de una población, y representan en escala logarítmica del número de individuos supervivientes en las distintas clases de edad identificable en una población. (Anadon, s.f, 1)

Existen cuatro tipos de curvas de supervivencia (I, II, III, IV).

El tipo I representa una población con pérdidas muy pequeñas a edad temprana y altas perdida en edad avanzada, el tipo II indica alta mortalidad de jóvenes, el tipo III implica una tasa constante de mortalidad, independientemente de la edad de individuos, el tipo IV es muy característico de algunos insectos que atacan frutos y granos almacenados (Figura 10) (Rabinovich, 1978).



**Figura 10.** Tipos de curvas de supervivencia.

**Fuente.** (Vera *et al.*, 2002).

## VI. DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1. Ubicación del ensayo.

La presente investigación se llevó a cabo entre los meses de septiembre del 2017, hasta enero del 2018, en el laboratorio de entomología de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, localizada en la Parroquia Lodana perteneciente al Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, ubicada geográficamente a 01° 10'14.834" de latitud sur y 80°23' 27.666 de longitud oeste con una altitud de 60 msnm ("Mapa Google – Coordenadas GPS, Google Maps", 2017).

### 6.2. Condiciones de laboratorio.

Temperatura:  $28 \pm 1,9$  ° c

Humedad Relativa:  $65 \pm 10$  %

Fotoperiodo artificial: 12:12 (Luz/Oscuridad).

### 6.3. Delineamiento experimental.

Diseño experimental: Diseño completamente al azar (DCA)

Número de tratamientos: 4

Número de repeticiones: 25

Número total de repeticiones: 100

### 6.4. Análisis funcional.

Las variables se les realizó un análisis de varianza de tipo (ANOVA), "ANalysis Of VAriance, según terminología inglesa" aplicando el método de Tukey; y un nivel de significancia del ( $P \leq 0.05$ ); se trabajó con el programa estadístico (SAS) Statistical Analysis System.

## 6.5. Tratamientos.

Para este estudio se utilizaron cuatro tratamientos que corresponde a cada una de las dietas “merídica”; que fueron establecidas por Sharma (s.f). Del Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas “ICRISAT” (T1). Shorey y Hale (1965) (T2). Greene; Lepla y Dickerson, (1976) (T3). Osoro; Willink y Costilla, (1982) (T4). Los componentes y la dosificación se los detallan en el (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Componentes y cantidades de las cuatro dietas artificiales.

Tratamientos	T 1	T 2	T 3	T 4
Ingredientes	(ICRISAT)	Shorey y hale (1965)	Greene <i>et al.</i> , (1976)	Osoro <i>et al.</i> , (1982)
<b>FRACCIÓN A</b>				
Agua	112 ml	200 ml	200 ml	470 ml
Harina de frejol blanco.	--	--	29,2 g	150 g
Harina de frejol rojo.	--	100 g	--	--
Harina de garbanzo.	75 g	--	--	--
Harina de soja.	--	--	11,75 g	--
Germen de trigo.	--	--	23,5 g	35 g
Levadura.	12 g	15 g	14,75 g	30 g
Caseína.	--	--	8,9 g	--
<b>FRACCIÓN B</b>				
Metil – parabenceno.	1,25 g	1 g	1,07 g	2 g
Ácido ascórbico.	1,17 g	1,5 g	1,4 g	6,75 g
Ácido sórbico.	0,75 g	0,5 g	0,7 g	2
Multivitaminico (Centrum)	1,25 g	--	2,55 g	--
Tetraciclina.	0,04g	--	0,025 g	--
<b>FRACCIÓN C</b>				
Formaldehido 37%	--	1 ml	--	2 ml
Agar	4,37 g	6 g	5,45 g	40 g
Agua	200 ml	125 ml	202 ml	480 ml

## 6.6. Manejo del ensayo.

Para este estudio se realizó dos fases que comprendieron en una fase preliminar y una en laboratorio.

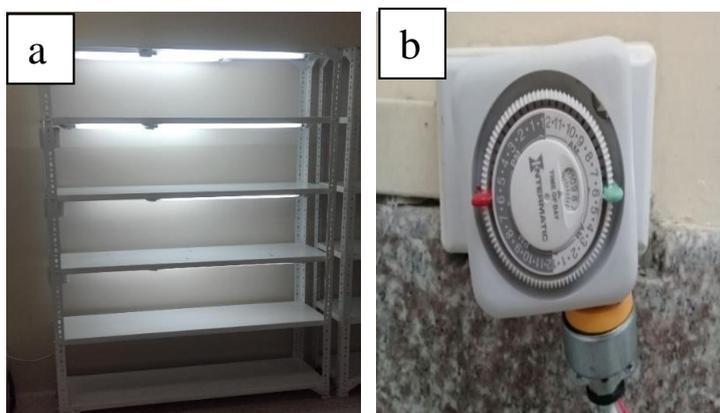
## 6.7. Fase preliminar.

### 6.7.1. Elaboración de las harinas.

La elaboración de las harinas se la realizó en el laboratorio de entomología; utilizando como ingredientes el frejol blanco, frejol rojo (*Phaseolus vulgaris*); Garbanzo (*Cicer arietinum*) y soja (*Glycine max*) adaptado de la metodología utilizada por Ortiz (2005), el cual consistió en dejar remojando los granos con agua hervida a una temperatura de 100°C; durante 24 horas, cambiándole de agua cada 8 horas, una vez transcurrido el tiempo de remojo, los granos se sometieron a un proceso de secado solar durante 24 horas, y luego de eso se procedió a moler los granos en un molino casero; después se tamizó con algunas repeticiones para obtener unas partículas homogéneas muy finas. Al final las harinas se almacenaron en frascos de vidrio.

### 6.7.2. Adecuación de la estantería para la obtención del fotoperiodo artificial.

Para obtención del fotoperiodo artificial dentro del laboratorio; se procedió a modificar una de las estanterías metálicas con la que cuenta el Laboratorio de Entomología, colocando lámparas fluorescentes con su respectivo interruptor, en cada uno de sus pisos para la obtención de una iluminación uniforme (Figura 11a), y con la ayuda de un temporizador de luz debidamente sincronizado, ubicado en la fuente de energía se aseguró la obtención de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad (Figura 11b).



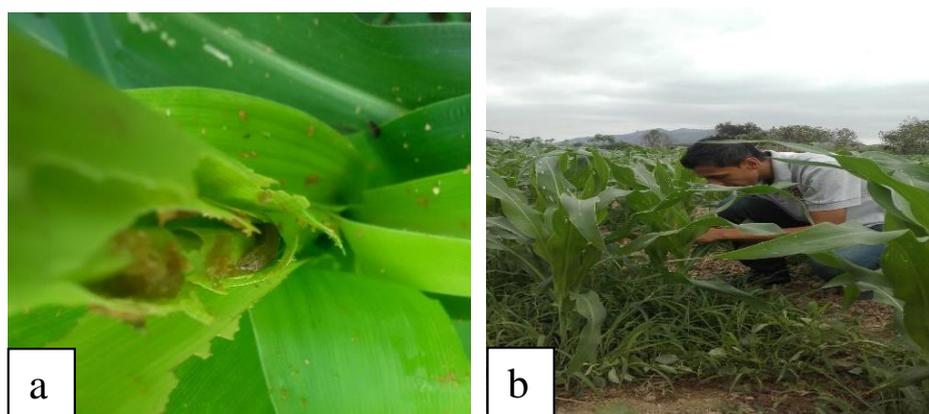
**Figura 11.** Adecuación de la estantería con lámparas fluorescente (a); temporizados de luz (b).

### 6.7.3. Siembra del material vegetativo.

Paralelamente al proyecto de crianza en el laboratorio se procedió a la siembra del maíz, esta labor se la realizó dentro del invernadero perteneciente al área de Entomología de la Facultad de Ingeniería Agronómica, para lo cual se tomaron 50 semillas de maíz amarillo y se plantaron dos semillas por hoyo en vasos plásticos desechables de 16 oz, con un sustrato elaborado con arena de río y suelo limoso en porción 1:1, a estas plantas se les dio su respectivo manejo agronómico, que consistió en suministrarle agua y fertilizantes, para obtener plantas sanas y vigorosas; éstas sirvieron como fuente de alimento para las larvas colectadas en campo, de ellas se tomaron 2 a 3 hojas según el vigor de su follaje.

### 6.7.4. Colecta de larvas de *Spodoptera frugiperda* en el campo.

La recolección de larvas de *Spodoptera frugiperda* se la realizó en un cultivar de maíz, en el sitio Las Balsas, perteneciente al cantón de Santa Ana de la provincia de Manabí, se recolectó un total de 25 larvas, en aquellas plantas que presentaban daños de defoliación en el cogollo (Figura 12a), las larvas recolectadas se colocaron en un recipiente plástico, donde se colocó pedazos de hojas de maíz para la alimentación de las larvas colectadas (Figura 12b).



**Figura 12.** Presencia y daños de *Spodoptera frugiperda* (a); recolección de larvas (b).

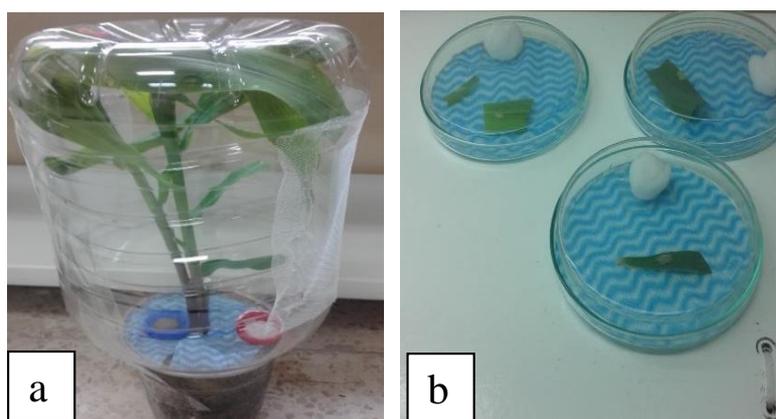
### 6.7.5. Pie de cría con alimento vegetativo dentro del laboratorio.

Las larvas colectadas en campo, fueron criadas individualmente en vasos desechable de 4 oz (cámaras de desarrollo larval), dentro de ellas se colocó pedazos de hojas de maíz, y una pequeña mota de algodón humedecido con agua destilada, diariamente cambiando el alimento y se realizó limpieza, retirando los excrementos con un papel toalla, esta labor se ejecutó hasta que las larvas llegaron a estado pupa (crisálida), en este

estado se determinó el dimorfismo sexual, observando las pupas en el estereoscopio, siguiendo las características mencionadas por Guzmán *et al.* (2016).

#### **6.7.6. Reproducción de adultos en cámara de apareamiento.**

Una vez emergidos los adultos se colocaron cinco parejas en relación al sexo (1♀/1♂) en envases pet de 5 litros (cámaras de reproducción), dentro de las cámaras se colocó una pequeña planta de maíz para que la hembra ovipositará las masas de huevos en las hojas (Figura 13a), para la alimentación de los adultos se colocó una pequeña mota de algodón humedecida con una solución de miel de abeja natural más agua destilada (vol. 1/1), después de 48 horas se revisó la cámara de apareamiento y se extrajo las masas de huevos, ubicándolas en una caja Petri (Figura 13b).



**Figura 13.** Apareamiento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (a); masas de huevos (b).

### **6.8. Fase de laboratorio.**

#### **6.8.1. Preparación de las dietas artificiales.**

La preparación de las dietas artificiales se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía, con la colaboración de la Ingeniería Fátima Macías Ponce. Para la elaboración de las mismas, se siguió el protocolo establecido por Infante (2014), la cual consistió en separar los componentes en tres fracciones:

#### **Fracción A.**

Incluyen los componentes; tales como Las Harinas; Levadura; Germen de Trigo, y la Caseína.

## Fracción B.

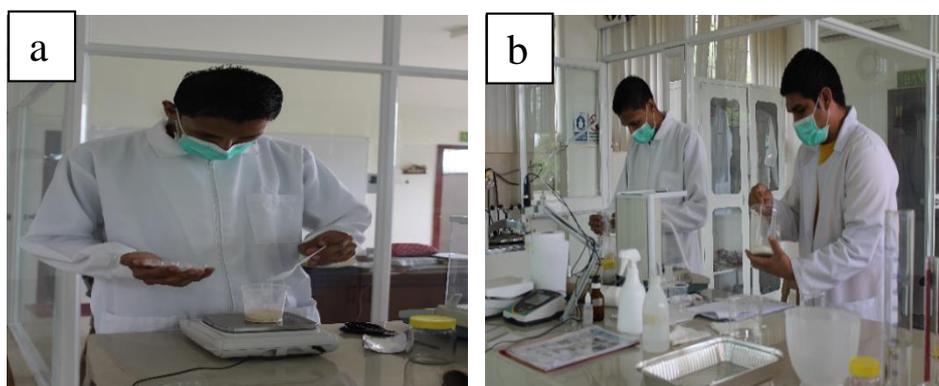
Tetraciclina; Metil parabenceno; Ácido ascórbico; Ácido sórbico; y multivitamínico “Centum”.

## Fracción C.

Corresponde al Agar, y el Formaldehido 37%.

### 6.8.2. Preparación.

**Primer paso.** Se procedió a pesar individualmente los diferentes componentes de la fracción “A” en una balanza analítica (Figura 14a), y en un vaso de precipitación de 500 ml se realizó la mezcla con una bagueta de aluminio; luego se procedió de la misma forma con la fracción “B”, pero con una balanza de precisión, y se mezcló en un vaso de precipitación de 200 ml (Figura 14b).



**Figura 14.** Peso de los componentes de las harinas (a); mezcla (b).

**Segundo paso.** Con una probeta de 500 ml se midió la cantidad de agua establecida para la primera fracción, luego se agregó una parte de agua a la fracción “A”, y se la mezcló con una cuchara de plástico, a la fracción “B” se le agregó una pequeña cantidad de agua, y se mezcló con una bagueta de vidrio.

**Tercer paso.** En este paso correspondiente a la fracción “C”, se procedió a pesar el agar, y se midió la cantidad de agua establecida (Figura 15), y en un vaso de precipitación de 500 ml se realizó la respectiva mezcla de agar con agua, para luego llevarlo al microonda por un lapso de tiempo de un minuto y medio.



**Figura 15.** Medición de la cantidad de agua establecida para la fracción C.

**Cuarto paso.** En un vaso de precipitación de 500 ml se unió las dos primeras fracciones, se la mezcló y luego poco a poco se le fue agregando la última fracción (Figura 16), y al mismo tiempo con una cuchara de metal se la fue mezclando para evitar que se formen grumos; luego se incorporó la cantidad establecida de formol (formaldehído) a la mezcla, y por último se la ubicó en un repostero de aluminio, se tapó con un plástico film transparente, y se la dejó en la nevera durante 24 horas.



**Figura 16.** Mezcla de las tres fracciones.

### **6.8.3. Crianza de *Spodoptera frugiperda* con dieta artificial.**

A partir de la primera generación (F1), procedentes de las larvas recolectadas en campo, se llevó a cabo el ensayo, que consistió en colocar veinticinco larvas en el primer estadio individualmente en vasos desechable de 4 oz (cámaras de desarrollo larval), por cada uno de los tratamientos, teniendo un total de cien larvas correspondiente a todo el ensayo, las cámaras de desarrollo larval fueron marcadas con un código preestablecido para identificar los tratamientos o dietas y el número de repeticiones correspondiente a cada tratamiento, dentro de las cámaras de desarrollo larval se colocó un pedazo aproximado de 5 a 6 gramos de dieta artificial del cual las larvas se alimentaron, también

se les colocó una pequeña mota de algodón humedecido con agua destilada, para evitar la deshidratación.

Las dietas se suministraron tres veces por semana, hasta que las larvas completaran su etapa de pupa (crisálida).

#### **6.8.4. Manipulación de adultos de *Spodoptera frugiperda*.**

Una vez eclosionados los adultos, dentro de las cámaras de desarrollo larval, se les colocó una pequeña mota de algodón humedecido con una solución de miel de abeja más agua destilada (vol. 1/1) para su alimentación, como los adultos de *Spodoptera frugiperda* son voladores activos, se los sometieron a 90 segundos dentro del congelador de la nevera del Laboratorio de Entomología, para facilitar su manipulación.

#### **6.8.5. Adultos de *Spodoptera frugiperda* en cámara de reproducción.**

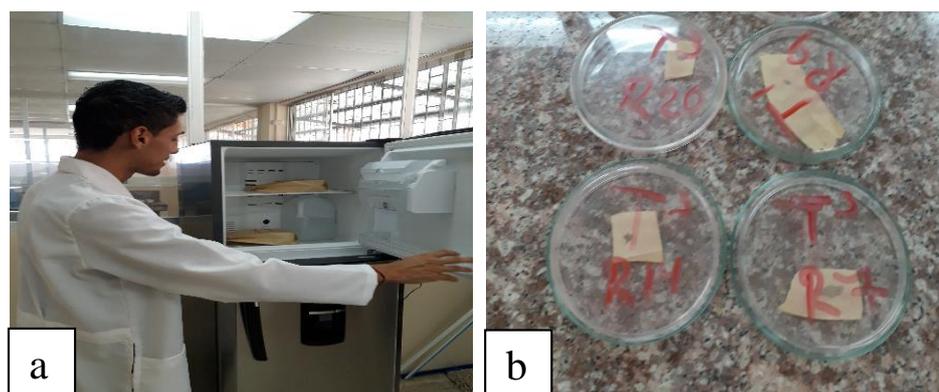
Se colocaron dentro de fundas de papel kraft (cámara de reproducción) dos adultos de *Spodoptera frugiperda* en porción de (1♀/1♂), también se colocó una pequeña mota de algodón humedecido con una solución de miel de abeja más agua destilada (vol. 1/1) para su alimentación. (Figura 17).



**Figura 17.** Colocación de adultos en fundas de papel Kraft

Las fundas de papel kraft (cámara de reproducción) fueron marcadas con un código preestablecido para identificar los tratamientos y el número de repeticiones, posteriormente fueron revisadas después de 48 horas, para determinar las posturas, luego de este tiempo las parejas se revisaban diariamente hasta la muerte de los adultos. Para su revisión y manipulación se los sometieron a 90 segundos dentro del congelador (Figura 18a). Las masas de huevos que se obtuvieron dentro de las fundas de papel kraft se cortaron y se colocaron dentro de una caja petri, donde se le escribió el número de los

tratamientos y el código que correspondía a la hembra, para luego realizar el posterior conteo (Figura 18b).



**Figura 18.** Adultos de *Spodoptera frugiperda* en papel Kraft sometido al congelador (a); masas de huevos en caja Petri con código preestablecido para su posteriores conteo (b).

## 6.9. Variables evaluadas.

### 6.9.1. Biología.

Las larvas se observaron directamente en el estereoscopio (100 larvas) cada 24 horas, siguiendo el protocolo establecido por Guzmán *et al.* (2016), se determinó el cambio de instar, y se corroboró con el conteo de exuvias.

### 6.9.2. Tabla de vida.

**Número de sobrevivientes por intervalo de días ( $n_x$ ):** Se realizó la observación y conteo de individuos vivos diariamente y se corrobora con la siguiente formula:  $n_x = l_x \times n_0$

**Probabilidad de supervivencia al inicio del intervalo x:**  $l_x = n_x \div n_0$

**Número de individuos muertos durante el intervalo x a x+1:** Se realizó las observaciones y conteo de individuos vivos durante cada intervalo de tiempo y se corrobora con la siguiente formula:  $d_x = n_x - n_{x+1}$

**Tasa de mortalidad durante el intervalo x a x+1:** se tomaron las 25 larvas de cada tratamiento como el 100% de individuos vivos, se realizó cálculos simples para establecer el porcentaje o tasa de individuos muertos en cada intervalo de tiempo; esto se realizó para cada uno de los tratamiento y se corrobora con la siguiente formula:  $q_x = d_x \div n_x$

**Sumatoria desde  $n_x$  a  $n_0$  :** Se hizo una sumatoria de los individuos vivos del día 1, más los individuos vivos del día 2, etc., hasta llegar al último día del ciclo biológico y se corroboró con la siguiente fórmula:  $T_x = \sum L_x$

**Esperanza media de vida para los individuos vivos al inicio de cada intervalo:** Se realizó una sumatoria de individuos vivos desde el día  $x$  hasta  $n_x$ , dividido entre los individuos existentes en el día  $n_x$  y se corroboró con la siguiente fórmula:  $e_x = T_x \div n_x$

### **6.9.3. Peso de larva.**

Una vez que las larvas llegaron al tercer estadio, fueron pesadas en una balanza de precisión.

### **6.9.4. Peso de pupa.**

El peso de la pupa se determinó igual que el peso de la larva; 24 horas después de haber empupado.

### **6.9.5. Dimorfismo sexual.**

Para determinar el dimorfismo sexual se realizaron las observaciones en el estereoscopio y siguiendo el protocolo establecido por Guzmán *et al.*, (2016), la cual se marcaban en las cámaras de desarrollo de adultos, a los machos con el signo ( $\sigma^{\wedge}$ ) y las hembras con el signo ( $\sigma^{\vee}$ ).

### **6.9.6. Conteo de huevos.**

Con la ayuda del estereoscopio, y un pincel, se contó la cantidad de huevos contenidos en cada masa, estos huevos eran colocados en vasos desechable de 4 oz (cámaras de desarrollo larval) hasta que eclosionaran, esto sucedía después de 24 horas de la oviposición, el conteo se realizó diariamente.

### **6.9.7. Conteo de larvas neonatas.**

Una vez que las larvas neonatas eclosionaban eran contadas individualmente, mediante la observación en el estereoscopio, esto se lo realizó cada 24 horas, durante 72 horas que fue el tiempo máximo para que eclosionen todos los huevos.

Los huevos que no eclosionaban durante ese lapso de tiempo eran desechados.

Para la segunda generación (F2), se seleccionó un total de cien larvas neonatas, veinticinco descendientes de cada tratamiento. Estas fueron colocadas dentro de cámaras de desarrollo larval, con su respectiva dieta artificial. Posteriormente se continuo con el proceso de la primera generación (F1).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Biología.

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), con el método de Tukey y con un nivel de significancia del 0,05 se determinó la biología de *Spodoptera frugiperda* en dos generaciones con las dietas artificiales establecidas.

Los resultados obtenidos en la primera generación (Cuadro 2), expresan una diferencia altamente significativa entre las dietas en la mayoría de los instares de todo el ciclo biológico, siendo la D.1, quien completó su metamorfosis en menor tiempo con un promedio de 27.44 días, a comparación de la D.4, que presentó el mayor tiempo en todo el ciclo biológico con un promedio de 31.98 días, estos resultados expresados en el cuadro N°2.

**Cuadro 2.** Duración promedio en días de cada etapa de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* criadas con dietas artificial durante dos generaciones.

Primera generación F1										
Dietas	Ins. 1	Ins. 2	Ins. 3	Ins. 4	Ins. 5	Ins. 6	Pre.	Pup.	Adu.	Total
“ICRISAT”	1.36 b	2.32 a	1.64 a	3.28 b	1.68 b	1.84 b	1.08 a b	8.04 a	7.75 a	27.44 a
Shorey	1.92 a	1.60 b	1.68 a	3.64 a b	2.16 a	1.84 b	1.44 a	7.68 a	6.77 a	27.92 a
Greene	1.88 a	1.76 a b	2.16 a	3.08 b	1.80 a b	1.92 b	1.00 b	8.04 a	7.31 a	28.08 a
Osores	2.00 a	1.46 b	2.26 a	4.40 a	1.26 c	3.13 a	1.20 a b	8.93 a	7.38 a	31.98 b
<b>F-Valor</b>	11.16 **	7.16 **	2.85 *	5.85 **	10.48 **	19.83 **	4.32 **	0.93 n/s	0.51 n/s	12.20 **
<b>Pr &gt; F</b>	<.0001	0.0002	0.0419	0.0011	<.0001	<.0001	0.0069	0.4287	0.6790	<.0001

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; n/s no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982). **Ins. 1:** Primer instar. **Ins. 2:** Segundo instar. **Ins. 3:** tercer instar. **Ins. 4:** cuarto instar. **Ins. 5:** quinto instar. **Ins. 6:** sexto instar; **Pre:** pre pupa. **Pup:** pupa. **Adu:** Adultos. **Total:** toda la metamorfosis.

La segunda generación (cuadro 3), el análisis de varianza mostró una diferencia significativa entre las dietas, en la mayoría de los instares del estado larval; mientras que, en el total de días del ciclo biológico del insecto, mostró una diferencia altamente significativa en comparación de la primera generación; la D.3, obtuvo el promedio más bajo con 28.96 días, convirtiéndose en la dieta que completó su ciclo biológico en menor tiempo en esta generación en comparación de las demás dietas. Y además al igual que en la primera generación la D.4, obtuvo el promedio más alto con 32.04 días.

**Cuadro 3.** Duración promedio en días de cada etapa de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* criadas con dietas artificial durante dos generaciones.

Segunda generación F2										
Dietas	Ins. 1	Ins. 2	Ins. 3	Ins. 4	Ins. 5	Ins. 6	Pre.	Pup.	Adu.	Total
“ICRISAT”	2.20 a	2.43 a	1.90 a	3.16 a	2.75 a	2.04 c	1.10 a b	7.33 a	6.68 a	29.59 a
Shorey	2.16 a	1.81 a b	1.80 a	2.95 a b	1.73 b	4.89 a	1.00 b	7.00 a	5.80 a	29.14 a
Greene	1.68 b	1.52 b	2.28 a	2.08 b	2.44 b	3.47 b	1.12 a b	7.37 a	7.00 a	28.96 c
Osores	2.04 a b	2.42 a b	2.66 a	2.94 a b	2.60 b	2.60 b c	1.50 a	7.83 a	7.81 a	32.04 b
<b>F-Valor</b>	4.05 **	3.33 *	2.75 *	3.55 *	4.01 *	16.22 **	3.28 *	0.86 *	0.98 *	3.60 **
<b>Pr &gt; F</b>	0.0093	0.0233	0.0478	0.0180	0.0103	<.0001	0.0256	0.4636	0.4056	<.0001

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; n/s no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982). **Ins. 1:** Primer instar. **Ins. 2:** Segundo instar. **Ins. 3:** tercer instar. **Ins. 4:** cuarto instar. **Ins. 5:** quinto instar. **Ins. 6:** sexto instar; **Pre:** pre pupa. **Pup:** pupa. **Adu:** Adultos. **Total:** toda la metamorfosis.

## 7.2. Tabla de vida.

Las tablas de vida expresan la dinámica de las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* criadas en dos generaciones con dietas artificiales tipo merídicas, las cuales se detallan en los (Anexos 1 al 8), en las que se utilizaron los siguientes parámetros.

### 7.2.1. Tasa de supervivencia.

En este parámetro de la tabla de vida expresa el porcentaje de vida que tiene la población de *Spodoptera frugiperda* al inicio de cada edad o día. Pudiendo notar que la D.3, presentó un porcentaje del 100% de supervivencia durante las fases de larva del insecto hasta llegar a edades avanzadas, tanto en la primera como en la segunda generación, mientras que la D.4 presentó el porcentaje más bajo de supervivencia desde el inicio de la población en las dos generaciones, esto se debió a la muerte temprana de algunos de sus individuos al inicio de las poblaciones.

### 7.2.2. Tasa de mortalidad.

En este parámetro se observó que la D.4, presentó un porcentaje elevado de mortalidad desde el inicio de la población en las dos generaciones, esto se debió a la muerte prematura de algunos de sus individuos; a comparación de las otras tres dietas, donde no se registró mortalidad al inicio de las poblaciones; posteriormente se acrecentó la muerte de los individuos alcanzando su punto máximo al llegar a edades adultas del insecto, y la muerte total de esa generación.

### 7.2.3. Esperanza de vida.

La D.3, presentó la mayor esperanza de vida al inicio de las poblaciones, en ambas generaciones, con 28,66 y 27,98 días respectivamente, a comparación de la D.4, la cual presentó la esperanza de vida más baja al inicio de la población en la primera generación con 19,86 días, y la D.2 con 22,66 días al inicio de la población, en la segunda generación.

Cabe recalcar que la D.4, luego de superar la muerte temprana de algunos de sus individuos al inicio de las poblaciones tanto en la primera y en la segunda generación presentó un alto índice de la esperanza de vida de 27.43 y 25.55 días hasta llegar al estado de adultos.

### 7.3. Peso de larva.

El peso de larva de las dos generaciones (Cuadro 4), se expresan los promedios del tercer instar, mediante el análisis de varianza (ANOVA) con el método de Tukey y con un nivel de significancia del 0,05 los resultados mostraron una diferencia altamente significativa siendo la D.1, la que presentó el promedio más alto de peso con 0.07 gramos, a diferencia de la D.4, que presentó un promedio de 0.02 gramos en la primera generación. La segunda generación expresó una diferencia altamente significativa, siendo la D.3, la que presentó el promedio más alto en peso con un 0.1 gramos, a comparación de la D.4, que al igual que en la primera generación presentó un peso bajo de 0.04 gramos.

**Cuadro 4.** Peso de larva de *Spodoptera frugiperda* en el tercer instar.

Primera generación F1		Segunda generación F2
Dietas	Peso Larva (g)	Peso Larva (g)
“ICRISAT”	0.07 a	0.08 a
Shorey	0.04 b	0.07 a b
Greene	0.06 a b	0.1 a
Osores	0.02 c	0.04 b
<b>F-Valor</b>	16.80 **	5.04 **
<b>Pr &gt; F</b>	<.0001	0.0030

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; n/s no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.*(1982).

#### 7.4. Peso de pupa.

El peso de *Spodoptera frugiperda* en las dos generaciones presentó una diferencia significativa, siendo D.1, la que presentó el promedio más alto en peso de pupa con 0. 21 gramos, a comparación de la D.4, y la D.2; que presentaron un promedio de 0. 18 gramos en la primera generación, mientras que en la segunda generación también existió diferencia altamente significativa, siendo la D.3, la que presentó el promedio más alto de peso de pupa de 0. 20 gramos, a comparación de la D.2, que presentó el peso más bajo con un promedio de 0. 15 gramos.

**Cuadro 5.** Peso de pupa de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1979).

Primera generación F1		Segunda generación F2
Dietas	Peso Pupa (g)	Peso Pupa (g)
“ICRISAT”	0. 21 a	0. 19 a
Shorey	0. 18 b	0. 15 b
Greene	0. 19 a b	0. 20 a
Osores	0. 18 b	0. 18 a
<b>F-Valor</b>	3. 70 *	21.06 **
<b>Pr &gt; F</b>	0.0150	<.0001

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; **n/s** no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982).

#### 7.5. Periodo de pre oviposición, oviposición, post oviposición de adultos hembra.

En el (Cuadro 6 y 7) se observan los días de periodo de pre oviposición, oviposición, post oviposición, de adultos hembras de *Spodoptera frugiperda* durante dos generaciones, mediante el análisis de varianza (ANOVA) con el método de Tukey y con un nivel de significancia del 0,05. Los resultados obtenidos en los días de pre oviposición en la primera generación presentó una diferencia altamente significativa, donde la D.1, presentó el promedio más bajo con 4.35 días a comparación de la D.4, que presentó un promedio de 7.00 días para alcanzar su madurez sexual y así poder ovipositar.

En la oviposición de los adultos de *Spodoptera frugiperda* en la primera generación, existe una diferencia significativa, siendo la D.1, la que presentó el promedio más alto con 3.35 días, a comparación de las D.2; D.3 Y D.4, que presentaron un promedio de 2.55; 2.83 y 2.80 días respectivamente.

En el periodo de post oviposición, hubo una diferencia altamente significativa, siendo la D.3, la cual presentó el promedio más alto con 4.58 días, a comparación de la D.4, la que presentó el promedio más bajo con 2.20 días; después de ovipositar la última masa de huevo y su posterior muerte.

**Cuadro 6.** Periodo de pre oviposición, oviposición y pos oviposición de *Spodoptera frugiperda* durante el estado adulto de la hembra.

<b>Primera generación F1</b>			
<b>Dietas</b>	<b>Pre-oviposición</b>	<b>Oviposición</b>	<b>Post-oviposición</b>
<b>“ICRISAT”</b>	4.35 <b>a</b>	3.35 <b>a</b>	4.28 <b>a b</b>
<b>Shorey</b>	5.88 <b>a</b>	2.55 <b>b</b>	3.55 <b>b</b>
<b>Greene</b>	4.58 <b>a</b>	2.83 <b>b</b>	4.58 <b>a</b>
<b>Osores</b>	7.00 <b>b</b>	2.80 <b>b</b>	2.20 <b>c</b>
<b>F-Valor</b>	13.19 **	2.80 *	8.71 **
<b>Pr &gt; F</b>	0.00327	0.0394	0.00557

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; **n/s** no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982).

### **Segunda generación F2.**

En los días de pre oviposición en la segunda generación, según el análisis estadístico presentó una diferencia altamente significativa siendo la D.3, que presentó el promedio más bajo con 5.66 días, a comparación de la D.1, que presentó un promedio alto con 7.09 días.

En el periodo de oviposición se presentó una diferencia altamente significativa, donde la D.3, y D.4, presentaron el promedio más alto con un 3.00 y 2.90 días respectivamente, a comparación de las D.1 y D.2, que obtuvieron un promedio del periodo de oviposición que duró 1.45 y 1.20 días correspondientemente.

En el periodo de post oviposición según el análisis estadístico no presentó diferencia significativa, y las D.1 y D.3, obtuvieron un promedio de 3.45 y 3.33 días respectivamente.

**Cuadro 7.** Periodo de pre oviposición, oviposición y pos oviposición de *Spodoptera frugiperda* durante el estado adulto de la hembra.

<b>Segunda generación F2</b>			
<b>Dietas</b>	<b>Pre-oviposición</b>	<b>Oviposición</b>	<b>Post-oviposición</b>
<b>“ICRISAT”</b>	7.09 <b>b</b>	1.45 <b>b</b>	3.45 <b>a</b>
<b>Shorey</b>	7.80 <b>b</b>	1.20 <b>b</b>	3.00 <b>a</b>
<b>Greene</b>	5.66 <b>a</b>	3.00 <b>a</b>	3.33 <b>a</b>
<b>Osores</b>	6.10 <b>a</b>	2.90 <b>a</b>	3.00 <b>a</b>
<b>F-Valor</b>	12.68 **	10.49 **	0.69 <b>N/S</b>
<b>Pr &gt; F</b>	0.0077	<.0001	0.3043

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; **n/s** no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982).

### **7.6. Fecundidad, viabilidad de huevos de *Spodoptera frugiperda*.**

Según el análisis estadístico existió diferencia altamente significativa, siendo la D.3, la que presentó la mayor cantidad de huevos, con un promedio de 1119.25 huevos en la primera generación, mientras que la menor cantidad de huevo la obtuvo la dieta de D.4, con un promedio de 632.00 huevos.

La viabilidad de los huevos producidos por hembras adultos de *Spodoptera frugiperda* presentó una diferencia altamente significativa, donde D.1, obtuvo un promedio de 481.35 larvas neonatas, a comparación de la D.4, la cual presentó un promedio de 247.33 larvas neonatas.

El porcentaje de viabilidad de los huevos producidos por los adultos hembras, el mayor porcentaje fue la D.1, con un 64.04% a comparación de la D.3, que, aunque obtuvo el promedio más alto en la producción de huevos, fue la dieta que presentó el porcentaje de viabilidad más bajo con 31.94%.

**Cuadro 8.** Fecundidad, y viabilidad de huevos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1979) adulto hembra.

<b>Primera generación F1</b>			
<b>Dietas</b>	<b>Huevos totales</b>	<b>Larvas Neonatas</b>	<b>viabilidad</b>
<b>“ICRISAT”</b>	751.60 <b>b</b>	481.35 <b>a</b>	64.04%
<b>Shorey</b>	720.66 <b>b</b>	432.00 <b>a</b>	59.94%
<b>Greene</b>	1119.25 <b>a</b>	357.50 <b>b</b>	31.94%
<b>Osores</b>	632.00 <b>c</b>	247.33 <b>c</b>	39.13%
<b>F-Valor</b>	13.50 **	12.27 **	
<b>Pr &gt; F</b>	<.0001	<.0001	

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; **n/s** no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982).

### Segunda generación F2.

Existió una diferencia altamente significativa donde la D.3, presentó la mayor cantidad de huevos, con un promedio de 624.13, mientras que la menor cantidad de huevos la obtuvo la D.2, con un promedio de 228.50 huevos.

La viabilidad de los huevos presentó una diferencia altamente significativa, donde la D.3, obtuvo un promedio de 258.13 larvas neonatas, a comparación de la D.2, la cual presentó un promedio de 76.10 larvas neonatas.

En porcentaje de viabilidad de los huevos existió diferencia significativa, donde la mayor viabilidad fue la D.4, con un 41.94% a comparación de la D.2, con un porcentaje de viabilidad del 33.30%.

**Cuadro 9.** Fecundidad y viabilidad de huevos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1979) adulto hembra.

<b>Segunda generación F2</b>			
<b>Dietas</b>	<b>Huevos totales</b>	<b>Larvas Neonatas</b>	<b>Viabilidad</b>
<b>“ICRISAT”</b>	259.72 <b>a</b>	100.09 <b>b</b>	38.53%
<b>Shorey</b>	228.50 <b>a</b>	76.10 <b>c</b>	33.30%
<b>Greene</b>	624.13 <b>c</b>	258.13 <b>a</b>	41.35%
<b>Osores</b>	515.90 <b>b</b>	216.40 <b>a</b>	41.94%
<b>F-Valor</b>	15.10 **	16.42 **	
<b>Pr &gt; F</b>	<.0001	<.0001	

\* Diferencia significativa; \*\* Diferencia altamente significativa; **n/s** no significativo; Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes.

**D.1:** ICRISAT. **D.2:** Shorey y hale (1965). **D.3:** Greene *et al.* (1976). **D.4:** Osores *et al.* (1982).

## VIII. DISCUSIÓN

### 8.1. Ciclo biológico.

Los resultados obtenidos en este estudio han demostrado, promedio de desarrollo corto en cada una de las etapas biológicas y en todo el ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* en dos generaciones criadas con dietas artificiales, de las cuales, la D.1 y D.3 reportaron los menores promedios de días de desarrollo en su ciclo biológico, tanto en la primera como en la segunda generación, respectivamente.

Este crecimiento adecuado se debió a las diferentes formulaciones que conformaban la D.1 y la D.3, tales como la harina de garbanzo y levadura en la D.1 y la harina de soja, junto con el germen de trigo y la harina de frejol blanco en la D.3, aportaron proteínas, carbohidratos y lípidos esenciales para el crecimiento y desarrollo del insecto en cada una de las etapas biológicas; todo lo contrario, sucedió con la D.4 en las dos generaciones, en la cual los individuos alimentados con esta dieta presentaron un mayor tiempo de desarrollo para culminar toda su metamorfosis, esto pudo deberse a los bajos contenidos nutricionales que presenta esta dieta; resultados que coincide a los de Bavaresco *et al.* (2004), en crianza de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) con tres dietas artificiales, el cual obtuvieron un desarrollo rápido con una dieta a base de harina de frejol blanco, levadura, harina de soja, leche en polvo y germen de trigo, mientras que con una dieta a base de frejol bayo y levadura obtuvieron un desarrollo largo en todo el ciclo biológico, demostrando la influencia de los alimentos sobre la duración biológica de *S. cosmioides*.

Se presume que otro factor que influyó en el crecimiento rápido de *Spodoptera frugiperda* fue la temperatura, según Delgado *et al.* (1995) mencionan que el crecimiento acelerado de una especie se da cuando hay una mayor temperatura, así mismo Villanueva (2004) hace referencia a que un incremento de temperatura, aumenta la tasa metabólica de los insectos. En un estudio realizado por Clavijo *et al.* (1991) evaluaron la influencia de la temperatura sobre el desarrollo de *S. frugiperda* criadas en cinco cámaras climáticas con una dieta artificial a base de frejol blanco y levadura de cerveza, donde se obtuvo diferentes duraciones de tiempo en toda la etapa biológica en relación a cada temperatura, en temperatura de 18°C el ciclo biológico fue de 76 días; 19°C 74 días; 24°C 42 días; 25°C 40 días; 29°C 31 días y 30°C 29 días.

Este estudio demuestra que el rápido crecimiento de esta especie si se vio influenciado por la temperatura, ya que se presentó promedios relativamente cortos, entre los 27 a 28

días, y 32 días siendo el mayor promedio en la D.4, a una temperatura promedio de 28°C; resultados que difieren a los que obtuvieron Arévalo *et al.* (2009) en crianza de *Spodoptera frugiperda* con las dietas artificiales de “ICRISAT”, Shorey y Hale (1865) Greene *et al.* (1976) a una temperatura de 24 °C, reportaron un tiempo de desarrollo largo en todo el ciclo biológico, y llegaron a obtener promedios de 42 a 45 días en toda la etapa biológica, así mismo Murua *et al.* (2003) en crianza de *S. frugiperda* con la dieta artificial de Osoreo *et al.* (1982) a una temperatura de 25°C obtuvieron un promedio de 48 días en todo el ciclo biológico.

Busato *et al.* (2004) estudiaron el consumo alimentario de *Spodoptera frugiperda* con la dieta artificial de Greene *et al.* (1976) bajo condiciones controladas de temperatura de 25°C y 28°C, y observaron acortamiento de la fase larvaria con la temperatura de 28°C, resultando en la mayor tasa de crecimiento.

Chacón *et al.* (2008), mencionan que el desarrollo óptimo de *Spodoptera frugiperda* criada con dieta artificial bajo condiciones controlada está correlacionada con el tipo de alimentación que reciben los insectos durante su desarrollo biológico, y la temperatura promedio la cual se desarrolla la crianza, por lo tanto, el ciclo biológico de esta especie se acorta cuando la temperatura promedio oscila entre los 27° y 29°C, y se alarga cuando esta disminuye a 22°C.

## **8.2. Tabla de vida.**

Con la finalidad de conocer la dinámica de la población del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en dos generaciones, criadas con dietas artificiales, se elaboró para cada dieta artificial una tabla de vida, llevando registro de los individuos muertos al inicio de cada día o edad, hasta el final de la muerte en estado adulto del último insecto. De la cual vamos a utilizar cierto parámetro; como son la tasa o curva de supervivencia; la tasa o curva de mortalidad y la esperanza de vida (Vera *et al.*, 2002). Los cuales nos van a ayudar para llegar a los resultados esperados.

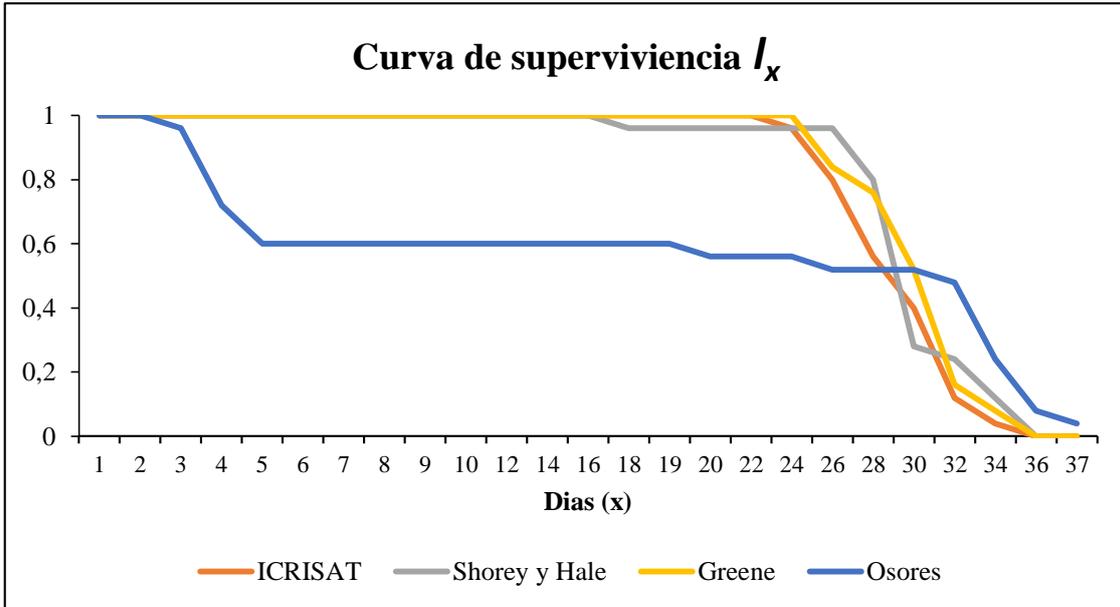
En la curva de supervivencia de las dos generaciones (grafica 1 y 2) se observa que la D.3 obtuvo la supervivencia más alta desde el inicio de las poblaciones en las dos generaciones con el 100% de supervivencia tanto en el estado larval, como en el estado de pre pupa y pupa, y la cual descendió con la muerte de los individuos ya en estado adulto. Esta presenta una curva tipo I, que hace referencia a que la población tuvo una probabilidad constante y cercana al 100% de sobrevivir durante todos los estados de desarrollo, ocurriendo una muerte masiva hacia la edad final (Rabinovich, 1978).

Esto se debió al alto valor nutricional presente en esta dieta. Ya que esta contiene dos clases de harinas, que aportan con un alto contenido de proteína y carbohidratos, además, esta dieta es la única que contiene un componente importante que es la caseína, el cual contiene en mayor cantidad los diez aminoácidos esenciales que son requeridos por el insecto para una buena nutrición, tales como la arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, treonina, leucina, triptófano y valina, mencionado por Villacorta (1971).

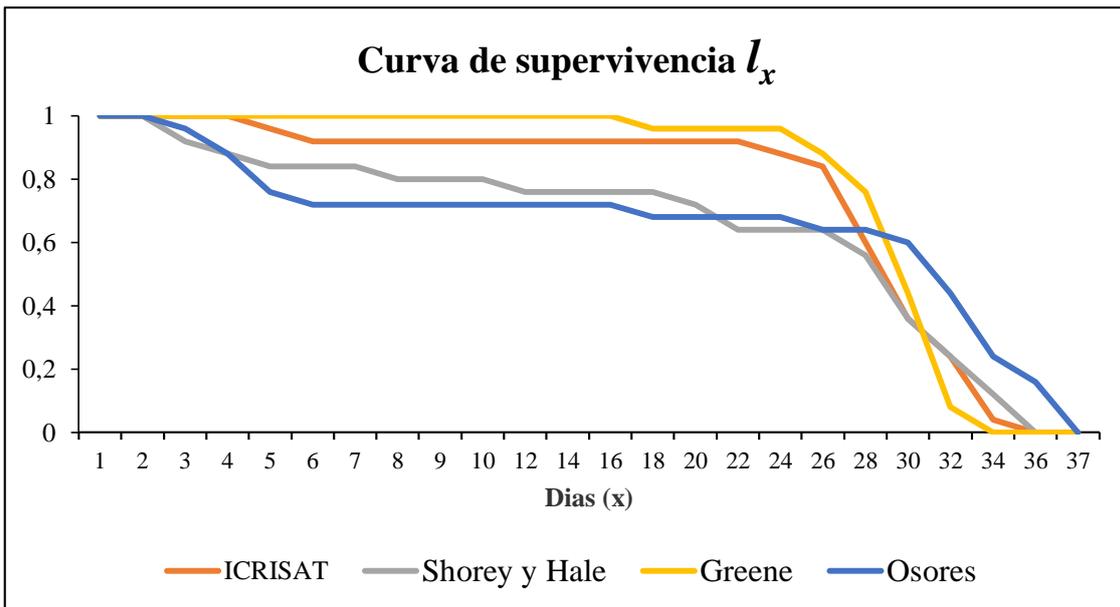
La D.4, presentó el porcentaje más bajo de supervivencia desde el inicio de la población en las dos generaciones, lo que atribuye la muerte temprana de algunos de sus individuos al inicio de las poblaciones, se atribuye a una curva de supervivencia tipo II, el cual indica una alta mortalidad de jóvenes (Vera *et al.*, 2002).

Los resultados obtenidos en la curva de supervivencia son similares a los obtenidos por Morales *et al.* (2010) en crianza de *Spodoptera frugiperda* con dietas artificiales tipo merídicas, donde se demostró que el mayor porcentaje de supervivencia de esta especie se obtuvo con una dieta a base de componentes nutritivos, como la alfalfa, germen de trigo, y frejol blanco, mientras que con la dieta a base de harina de arroz, maíz y de trigo integral obtuvieron un bajo porcentaje de supervivencia, se asume esto a un bajo contenido de nutrientes en la dieta, tal como lo demostraron Acantilla *et al.* (2004) en crianza de *Copitarsia incommoda* (Walker, 1865) con dietas artificiales, donde el menor porcentaje de supervivencia se obtuvo a base de una dieta de coliflor deshidratada, y salvado de trigo, baja en proteína, carbohidratos y minerales.

**Grafica 1.** Curva de supervivencia  $l_x$  de *Spodoptera frugiperda* criada con cuatro dietas artificiales “primera generación” (F1).



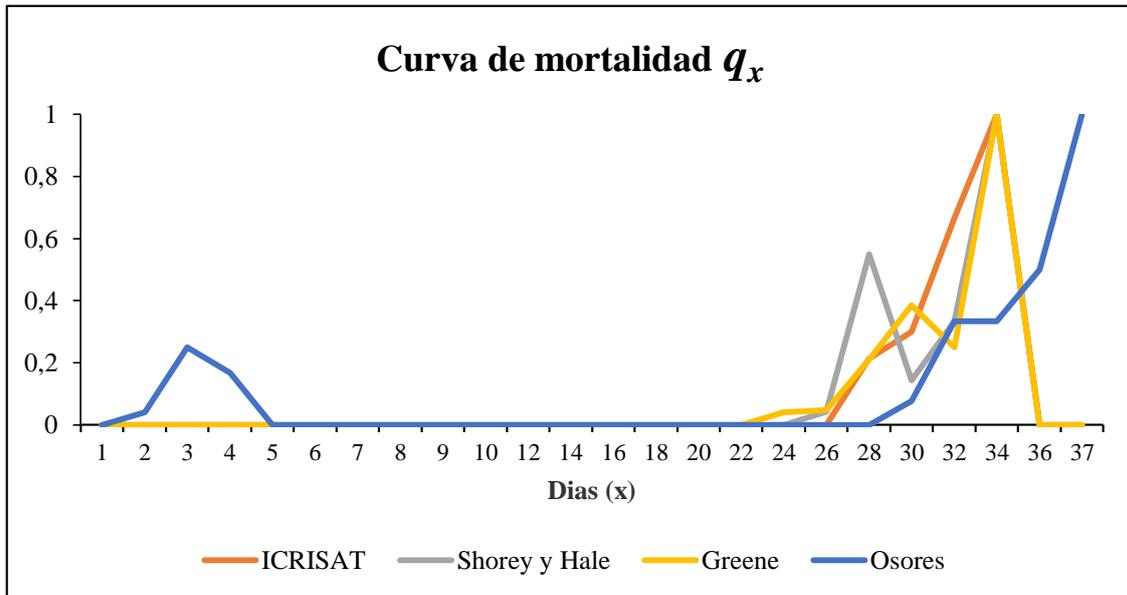
**Grafica 2.** Curva de supervivencia  $l_x$  de *Spodoptera frugiperda* criada con cuatro dietas artificiales “segunda generación” (F2).



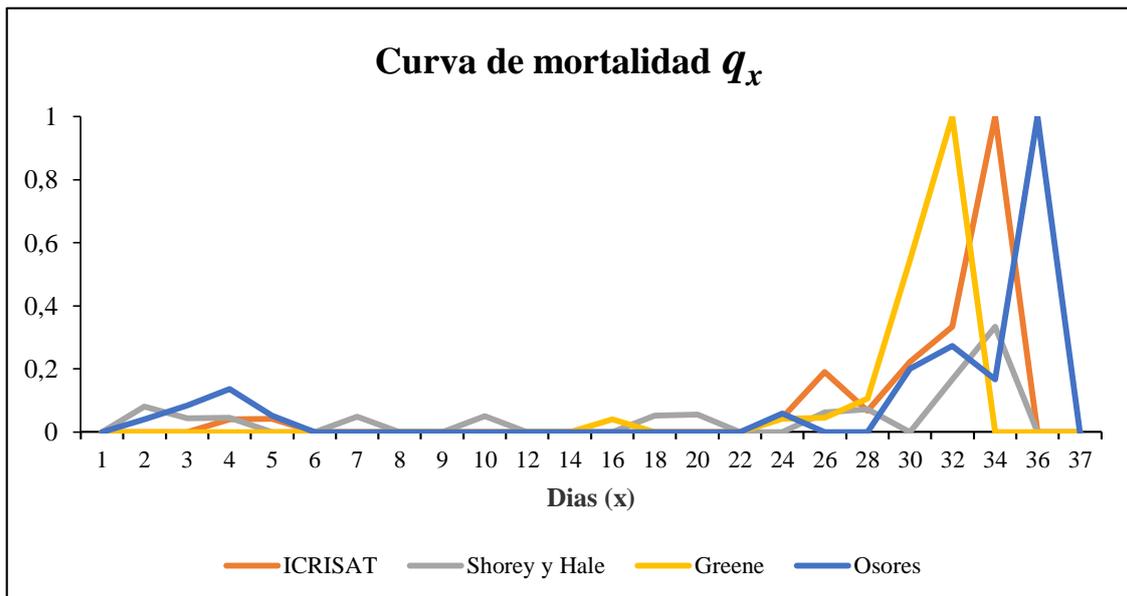
### 8.2.1. Curva de Mortalidad.

La mortalidad de *Spodoptera frugiperda* criadas con las dietas artificiales durante las dos generaciones (grafica 3 y 4), se observa que la D.4 fue la que presentó mayor mortalidad en etapas prematuras de las poblaciones. El factor que incidió en la mortalidad de las larvas se presume que fue el exceso de agua en la dieta, debido a que en este estudio se trabajó con la cuarta parte de las cantidades originales de los ingredientes descritos por Osoreo *et al.* (1982) y para la preparación de las dietas se siguió el protocolo descrito por Infante (2014), que consistió en separar los ingredientes en tres fracciones, para mezclarlos por separados y al final unir las tres mezclas, en esta separación hubo que dividir en dos la cantidad de agua para disolver el agar por separado, lo cual le dió una textura mucho más húmeda a comparación de las otras tres dietas que presentaron una textura más consistente, en las evaluaciones diarias se observó en el estereoscopio que las larvas quedaban adheridas a la dieta y no se podían movilizar con facilidad, provocando la muerte prematura de las larvas tal como se observa en el (Anexo 15), caso similar se dio en el estudio de Claro y Ruiz (2009) en crianza de *Battus polydamas* (Rothschild y Jordan, 1906) con una dieta artificial a base de harina de soja, aceite de girasol, sacarosa, levadura, donde obtuvieron una alta mortalidad de larvas, e indicaron que el exceso de la cantidad de agua en la dieta provocó la muerte temprana de las larvas recién emergidas, el cual llegaron a observar que las larvas no se podían movilizar con facilidad y se ahogaban, debido a que la dieta presentó una textura acuosa. Lohr (2016) menciona que la consistencia de la dieta es de suma importancia, y la inserción de las larvas neonatas en la dieta requiere de mucho cuidado por su tamaño reducido, debido a que un exceso de humedad ahoga las larvas.

**Grafica 3.** Curva de mortalidad  $q_x$  de *Spodoptera frugiperda* criada con cuatro dietas artificiales “primera generación” (F1).



**Grafica 4.** Curva de mortalidad  $q_x$  de *Spodoptera frugiperda* criada con cuatro dietas artificiales “segunda generación” (F2).

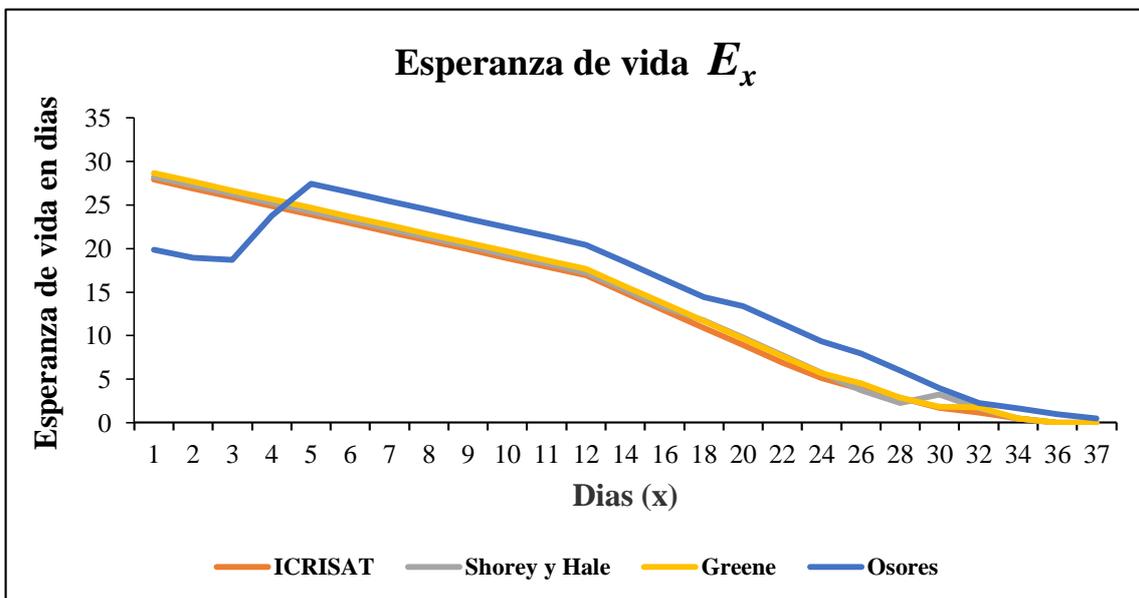


### 8.2.2. Esperanza de vida.

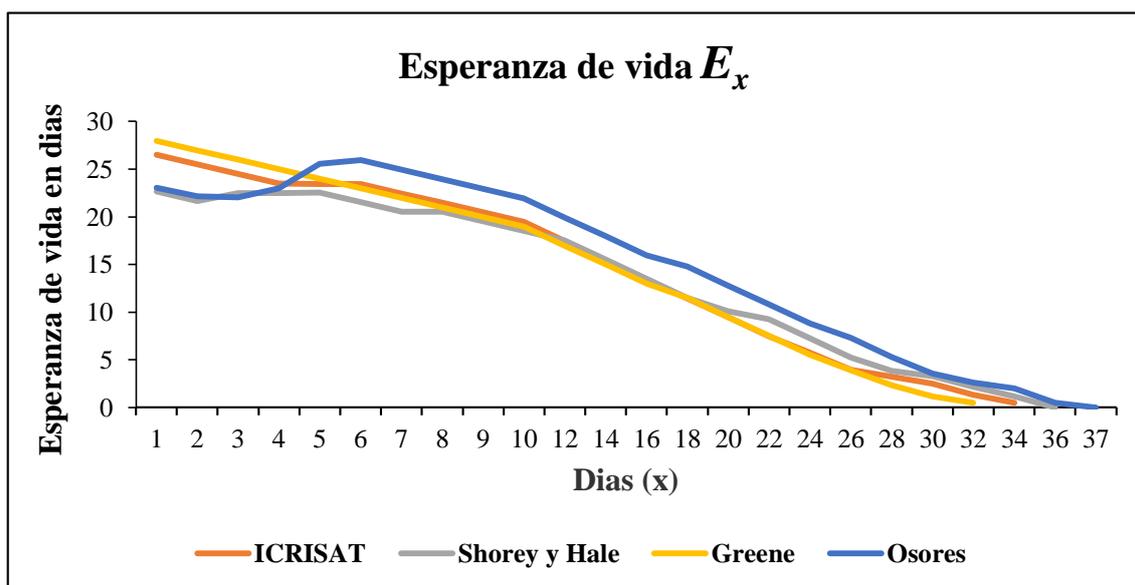
La dieta que presentó la mayor esperanza de vida, en el transcurso de todo su ciclo biológico se la obtuvo con la D.3, las curvas de la esperanza de vida independientemente de las dietas empleadas presentan una forma decreciente en el tiempo, a medida que transcurre el tiempo, los individuos van sucumbiendo y por ende la esperanza de vida va decayendo (Grafica 5 y 6).

En el estudio realizado por Murua *et al.* (2003) en la evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de *Spodoptera frugiperda*, se mostró una similitud a los resultados obtenido en este estudio, ya que ellos obtuvieron curvas de esperanza de vida decreciente en el tiempo.

**Grafica 5.** Esperanza de vida  $E_x$  de *Spodoptera frugiperda* criada con cuatro dietas artificiales “primera generación” (F1).



**Grafica 6.** Esperanza de vida  $E_x$  de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1979) criada con cuatro dietas artificiales “segunda generación” (F2).



### 8.3. Peso de larva y pupa.

Unas de las variables a tomar muy en cuenta para estimar la calidad de las dietas es el peso de larva y pupa, según Arévalo *et al.* (2009) el peso de larvas y pupas en un momento determinado al día siguiente de su formación es importante, ya que así se evalúa la calidad de las dietas, y asumen que un mayor peso puede asegurar una mayor supervivencia en pupa y longevidad en los adultos, mientras que López *et al.* (2008) indican que un mayor peso en las pupas es un factor importante para la fecundidad de los insectos (adultos).

Los resultados obtenidos demuestran que el mayor peso de larva y peso de pupa se la obtuvo con la D.1 y D.3, estos resultados fueron debido a que estas dietas, contienen elementos apropiados que favorecen a la buena nutrición y el buen desarrollo de los insectos, además estas dietas contienen un suplemento vitamínico conocido comercialmente como “centrum”, que aportaron minerales como potasio, magnesio, fosforo y calcio y, vitaminas, como la vitamina B, la tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido nicotínico o niacina (B3) ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), ácido fólico, y biotina (H). El ácido ascórbico fue otro de los componentes primordiales que favoreció la buena nutrición del insecto por su alto contenido de vitamina C, siendo requerida por los insectos, tal y cual como lo menciona Toledo (1999).

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Arévalo *et al.* (2009) en crianza de *Spodoptera frugiperda* con dietas artificiales, el cual con la dieta de “ICRISAT”

obtuvieron el promedio más alto de peso de larvas y pupas, mientras que Zulene (2017) en crianza de *Helicoverpa armígera* (Hübner, 1805) con la dieta artificial de Greene *et al.* (1976) reportó el mejor promedio de peso de larva y pupa a diferencias de otras dietas, en cambio Rigenberg *et al.* (2005) en crianza de *Cryptoblabes gnidiella* (Millière, 1867) con la dieta de Shorey y Hale (1965) reportaron promedio bajo de peso de larvas y pupas, así mismo Luna (2013) y Gutiérrez *et al.* (2015) en crianza de *S. frugiperda* reportaron promedio bajo de peso de larva y pupa con una dieta a base de alubias pintas, trigo y levadura de cerveza.

#### **8.4. Periodos de pre oviposición, oviposición, y post oviposición.**

Las dietas que presentaron un menor promedio de días en el periodo de pre oviposición fueron D.1 y D.3; también presentaron un mayor promedio de días en el periodo de oviposición y un alto promedio en los días de post oviposición, debido a que los adultos obtenidos en estas dietas presentaron un buen desarrollo, tanto cualitativamente como cuantitativamente, siendo estas que aportaron con un alto contenido nutritivo a las larvas; además de esto se complementa con la alimentación de los adultos con solución de miel de abeja más agua destilada (Vol. 1/1). Curis *et al.* (2017) determinaron el efecto de la dieta en adultos de *Spodoptera cosmioides* y llegaron a determinar que la alimentación de los adultos de esta especie con solución de miel, es rica en compuesto orgánico, lo cual aumenta la longevidad, fecundidad, y fertilidad de los adultos hembras; estos resultados concuerdan con los obtenidos por Gómez *et al.* (2009) en crianza de *Spodoptera eridania* (Stoll, 1782) con la dieta artificial de Greene *et al.* (1976); y Arévalo *et al.* (2009) en cría de *Spodoptera frugiperda*, con la dieta de “ICRISAT”, llegaron a reportar periodos de adultos hembras similares a lo de este estudio.

#### **8.5. Fecundidad y viabilidad de huevos.**

Los adultos hembras que produjeron mayor cantidad de huevos, se los encontró con los adultos hembra criados con D.3 y la mayor cantidad de larvas neonatas eclosionadas se las obtuvieron con D.1. En ambas generaciones la D.4 también presentó un número de huevos y un número de larvas neonatas considerable; esto se atribuye a que la dieta D.3 presentó un alto contenido nutricional, y una buena alimentación en el estado de larva, reafirmando lo dicho por Pereira (1995) el cual hace referencia a que la velocidad con que se alimenta una larva de lepidóptero, así como la cantidad y calidad de alimento determinan su tasa de crecimiento, desarrollo, peso final, supervivencia, fecundidad y dispersión del adulto, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bavaresco *et al.*

(2004) en crianza de *Spodoptera cosmioides*; Busato *et al.* (2006) en crianza de *Spodoptera frugiperda*; y Zulene (2017) en crianza de *Helicoverpa armígera* con la dieta de Greene *et al.* (1976) obtuvieron una alta fecundidad y por ende la mayor producción de huevos, e indicaron que el factor que incidió en la alta fecundidad, fue la alimentación de las larvas con esta dieta.

Según Acatitla *et al.* (2004) una deficiencia nutricional en la dieta puede causar baja fecundidad y fertilidad de los insectos, así mismo Pérez (2003) y Habib *et al.* (1983) mencionaron que la fecundidad diaria y total de los adultos hembras de una especie está influenciada por el tipo de alimento que se ingiere en el periodo larval, e indicaron que la nutrición es el factor más importante en la producción total de huevos de una especie.

Durante la segunda generación se notó la reducción de la fecundidad en los adultos hembras, hubo menos cantidad de huevos a diferencia de la primera generación. Portilla y Sterett (2006) mencionan que son varios factores que influyen en la producción homogénea de insectos de alta calidad, y que estos factores influyen en las funciones metabólicas, tolerancia a factores físicos y químicos, la fertilidad, fecundidad, longevidad y tiempo de desarrollo del insecto. Estos factores a su vez pueden sufrir deterioro a través de generaciones debido a los factores físicos y químicos, a los que los insectos se deben someter en producciones continuas sobre dietas artificiales.

La viabilidad de huevo durante las dos generaciones fue baja, en la primera generación se registró la mayor viabilidad con 64.04% y en la segunda generación se redujo la viabilidad, siendo la mayor 41.94%, resultados que están por debajo a los de Arevalo *et al.* (2009) el cual llegaron a registrar una viabilidad del más del 75% durante tres generaciones consecutivas en crianza de *Spodoptera frugiperda* con dietas artificiales "ICRISAT", Shorey y Hale (1865), Greene *et al.* (1976), a una temperatura promedio de 24 °C y una humedad relativa de 75%, estos resultados difieren a los de estos autores, probablemente debido a la humedad registrada en este estudio, donde se obtuvo una humedad del 65%, y se observó que muchos huevos no llegaban a eclosionar a los tres días. Dominique (2001) menciona que la viabilidad de los huevos está ligada a los factores climáticos, como la temperatura y la humedad ambiental.

## IX. CONCLUSIONES

Las larvas del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* alimentadas con cada una de las dietas artificiales durante las dos generaciones llegaron a completar todo su ciclo biológico satisfactoriamente, siendo la dieta Greene *et al.* (1976) la que mostro un desarrollo rápido, presentando menor número de días para completar sus diferentes estados de desarrollo y llegando a estado adulto la mayoría de los individuos de cada población; a comparación de la dieta Osorez *et al.*, (1982), la cual presentó un ciclo biológico más largo y llegando a estado adulto en un periodo de días más prolongado.

De las dietas evaluadas durante las dos generaciones, la que presentó los mejores parámetros vida fue la dieta 3 o Greene *et al.*, 1976, al presentar una alta supervivencia durante las fases de larva del insecto hasta llegar a edades avanzadas, menor mortalidad, alta esperanza de vida, alto promedio de fecundidad o huevos producidos y un alto promedio de fertilidad o larvas neonatas eclosionadas.

Esta misma dieta presentó una textura consistente suave, lo cual le permitió al insecto alimentarse adecuadamente y sin ningún problema, asimilando los componentes nutritivos que contiene la dieta. Esto nos permitió establecerla como la mejor de todas las dietas durante las dos generaciones.

Tanto los preservantes y antibióticos; utilizados en cada una de las dietas artificiales, al no presentarse problema de contaminación se dedujo que fueron excelente para prevenir y combatir la presencia de hongos, bacterias u otro patógeno que pudiese ejercer un problema para la vida del insecto.

## **X. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar futuras investigaciones donde se permita que el medio de alimento se mantenga viable por más tiempo, probando otro tipo de aglutinantes o gelificantes como el carragenato, xantana, gelatina sin sabor, fécula de mandioca, o el agar mismo, reduciendo la cantidad de la formulación establecida.
2. Realizar la crianza de otras especies probando las dietas artificiales utilizadas en esta investigación.
3. Realizar comparaciones de dieta natural vs dieta artificial, para determinar si existen diferencias en sus parámetros de vida.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acatitla, C; Bautista, N; Vera, J; Romero, J; Calyecac, H. 2004. Ciclo biológico y tasa de supervivencia y reproducción de *Copitarsia incommoda* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) en cinco dietas artificiales. *AGROCIENCIA*. Vol. 38: N° 3. Pág. 355 -363. URL: <https://www.researchgate.net/publication/237032547>
- Amate, J; Barranco, Y; Cabello, T. 1998. Ciclo vital de *Chrysodeixis chalcites* (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones controladas. *Bol. San. Veg. Plagas*. Vol. 24: Pág. 425-428. URL: <https://www.researchgate.net/publication/23875216>
- Anadon, R. (s.f). Prácticas de ecología. Demografía. Curso 3. Pág. 7. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: [https://www.unioviado.es/ranadon/Ricardo\\_Anadon/docencia/Seminarios/Practicas/P4Demografia.pdf](https://www.unioviado.es/ranadon/Ricardo_Anadon/docencia/Seminarios/Practicas/P4Demografia.pdf)
- Arévalo, H; Zener, I. 2009. Evaluación de dietas merídicas para la cría en el laboratorio de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista U.D.C.A actualidad y divulgación científica*. Vol.12: N°1. Pág. 79-90. URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n1/v12n1a09.pdf>
- Arévalo, H; Zener, I; Romero, L. 2011. Efecto de dietas merídicas en la toxicidad de la proteína cristalina (Cry) del *Bacillus thuringiensis* sobre tres plagas del algodón (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista U.D.C.A actualidad y divulgación científica*. Vol.14: N°1. Pág. 38-49. URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n1/v14n1a06.pdf>
- Arruda, C. 2009. “Efeito do silício aplicado no solo e em pulverização foliar na incidência da larga do cartucho na cultura do milho. Tese de pós-graduação. Universidade de Estadual Paulista. Brasil”.
- Bahena, F; Cortez, E. (s.f). Gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). (INIFAP). México. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: [http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/12\\_capitulolibro/7973.pdf](http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/12_capitulolibro/7973.pdf)

- Baños, H; Miranda, I; Martínez, M. 2013. Biología y tabla de vida de *Tamarixia radiata* bajo condiciones controladas. *Revista protección vegetal*. Vol. 28: N° 2. Pág. 120 - 126. URL: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n2/rpv04213.pdf>
- Bavaresco, A; Garcia, M; Grutzmacher, A; Ringenberg, R; Foresti, J. 2004. Adequação de uma dieta artificial para criação de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. *Neotropical entomológica*. Vol. 33: N°2. Pág.155-161. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000200005>
- Boquín, G. 2002. “Estudio de la crianza masiva de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en laboratorio”. Tesis de pregrado. Universidad de Zamorano. Honduras.
- Busato, G; Grutzmacher, A; Garcia, M; Giolo, F; Nornberg, S. 2004. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. *Ciência e agrotecnologia*. Vol. 28: N°6. Pág. 1279-1283. URL: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n6/a08v28n6.pdf>
- Busato, G; Silveira, M; Enimar, A; Medeiros, A; Bernardi, O; Da silva, F. 2006. Adequação de uma dieta artificial para os biótipos “milho” e “arroz” de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bragantia, Campinas*. Vol. 65: N°2. Pág. 317-322. URL: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v65n2/30493.pdf>
- Bustillo, A. 1979. La nutrición del insecto”. Sociedad colombiana de Entomología “SOCOLEN” Colombia. Consultado el 12 de julio del 2017. URL: [https://www.researchgate.net/publication/280067330\\_La\\_Nutricion\\_en\\_insectos](https://www.researchgate.net/publication/280067330_La_Nutricion_en_insectos)
- Capinera, J. 1999. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Estados Unidos – Florida. Consultado el 27 de Diciembre. URL: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN25500.pdf>
- Casmuz, A; Juárez, L; Socias, G; Murúa, G; Prieto, S; Medina, S; Willink, E; Gastaminza, G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Sociedad Entomológica Argentina*. Vol. 69: N°3 – 4. Pág. 209 -321. URL: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v69n3-4/v69n3-4a07.pdf>

- Castillo, A. 2013. “Control biológico del gusano cogollero de maíz *Spodoptera frugiperda* con liberaciones de *Telenomus remus* en el valle de Casanga, Paltas”. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Castro, F. 2015. Evaluación de densidades de tres híbridos de maíz con antecedentes diferentes y distintos niveles de fertilizantes. Argentina. Consultado el 10 de julio del 2017. URL: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4543>
- Castro, M. 2016. “Rendimiento de maíz duro seco en invierno 2016”. Ecuador. Consultado el 13 de junio del 2017. URL: [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_maiz\\_duro\\_seco\\_invierno2016.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_invierno2016.pdf)
- Cerna, A; Coronado, M, Doria, M; Garcia, P. 2014. Formulación de dietas artificiales para la crianza de *Spodoptera frugiperda* y *Diatrea saccharalis* utilizando insumos de la región San Martín. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Perú. Consultado el 10 de julio del 2017. URL: <http://studylib.es/doc/7212604/proyecto-de-investigaci%C3%B3n--%E2%80%9Cformulaci%C3%B3n-de-dietas-artific...>
- Chacon, Y; Garita, C; Vaglio, C. 2008. Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* como hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. Instituto tecnológico de Costa Rica. Escuela de biología. Ingeniera en biotecnología. Centro de investigación en Biotecnología. Consultado el 3 de Enero del 2018. URL: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/2931>
- Chango, L. 2012. “Control de gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.)” Tesis de pre grado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- Claro, R; Ruiz, N. 2009. Aceptación de una dieta artificial por larvas de la mariposa *Battus polydamas* (Lepidoptera: Papilionidae). *Acta biol. Colombia*. Vol. 15: N° 1. Pág. 47-62. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319027884004>

- Clavijo, S; Fernández, A; Ramírez, A; Delgado, A; Lathullerie, J. 1991. Influencia de la temperatura sobre el desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Agronomia tropical*. Vol. 41; N° 5-6: Pág. 245 – 256. URL:  
[http://www.sian.inia.gob.ve/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at4156/Arti/clavijos.htm](http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4156/Arti/clavijos.htm)
- Corona, S. 2008. “Propuesta de una clave taxonómica con uso del espineret para identificar larvas de lepidópteros de importancia agrícola en México”. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Curis, M.c; Bertolaccini, I; Lutz, A. 2017. Efecto de dietas adultos de *Spodoptera cosmioides* (Lepidóptera: Noctuidae) sobre la fertilidad, fecundidad y longevidad en adultos. *Revista Fave-Ciencias Agrarias*. Vol. 16: N° 2. Pág.18-24. URL:  
[www.scielo.org.ar/pdf/fave/v16n2/v16n2a02.pdf](http://www.scielo.org.ar/pdf/fave/v16n2/v16n2a02.pdf)
- De Almeida, R; Da Sousa, R; Vieira, M; Gomez, H; Holtz, A. 2002. “Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) em milho no Brasil”. *Bioscience Journal*. Vol. 18: N°2. Pág. 41- 48. URL:  
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6418>
- De la cruz, J. 2005. Entomología, morfología y fisiología de los insectos. Editorial: Universidad Nacional de Colombia. ISBN 978-958-701-731-1. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/39805/1/6366273.2014.pdf>
- Delgado, L; Gaona, F. 2012. Control de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en extracto de *Polygonum hydropiperoides* en condiciones de laboratorio. *Investigación Agraria*. Vol. 14: N°1. Pág.5-9. URL:  
<http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v14n1/v14n1a01.pdf>
- Delgado, A; Lathullerie, J; Clavijo, S. 1995. Influencia de la temperatura en el desarrollo y reproducción de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae). Consultado el 7 de Enero del 2018. URL:  
[https://www.researchgate.net/publication/48222632\\_Influencia\\_de\\_la\\_temperatura\\_en\\_el\\_desarrollo\\_y\\_reproduccion\\_de\\_Spodoptera\\_frugiperda](https://www.researchgate.net/publication/48222632_Influencia_de_la_temperatura_en_el_desarrollo_y_reproduccion_de_Spodoptera_frugiperda)

- Duarte, W; Zenner, I. 2009. Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* Vol. 12: N° 2. Pág. 147 -155. URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n2/v12n2a15.pdf>
- Espínola, F. 2011. “Microencapsulación de hongos entomopatogenos y su evaluación sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith) en laboratorio y en invernadero”. Tesis de pregrado. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. México.
- Fichetti, P; Segota, V; Viglianco, A; Mazzuferi, V; Avalos, S. 2013. Efectos de dos dietas artificiales sobre diferentes aspectos de biología de *Helicoverpa gelotopon* (Dyar) (Lepidóptero: Noctuidae). *Revista de difusión socio – tecnológica NEXO agropecuaria* Vol.1: N°2. URL: <http://agro.unc.edu.ar/~secyt/webnexo/revista/n-2/NA-V1N2-8.pdf>
- García, C; Berenice, M; Cortez, E. 2012. “Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz”. *RAXIMHAI. Revista de sociedad, cultura y desarrollo sustentable.* Vol. 8: N°3. Pág.57 -71. URL: <http://www.redalyc.org/pdf/461/46125177007.pdf>
- García; F; Haro, A. 1986. Cultivo en el laboratorio en una dieta artificial del taladro de la madera, *Zeuzera pyrina L.* (Lepióptera: Cossidae). *Bol. San. Veg. Plagas* Vol. 12: Pág. 281-289 URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2141647>
- Gómez, J; Guevara, E; Barrera, G; Cortes, A; Villamizar, L. 2010. Aislamiento, identificación y caracterización de Nucleopoliedrovirus nativos de *Spodoptera frugiperda* en Colombia. *Revista facultad nacional de Agronomía Medellín.* Vol. 63: N°2. Pág.5512 -5520. URL: <http://www.bdigital.unal.edu.co/27271/1/25041-88025-1-PB.pdf>
- Gómez, V; Cabral, C; Ramírez, M. 2009. Aspecto biológico de *Spodoptera eridania* (Lepidóptera: Noctuidae) criadas en diferentes tipos de dietas. (INBIO). Paraguay. Consultado el 22 de junio del 2017. URL: [www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/book/4](http://www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/book/4)

- Gómez, V; Ramírez, M; Gaona, E; Campos, O; Flores, C; Olmedo, C; Escobeiro, S. 2015. Aspecto Biológico de plagas del cultivo de la Soja *Glycine max* en Paraguay; Biología de *Anticarsia gemmatalis* y *Pseudoplusia includens* criadas en condiciones de laboratorio. (INBIO). Paraguay. Consultado el 22 de junio del 2017. URL: [http://www.inbio.org.py/uploads/Aspectos\\_biologicos\\_de\\_plagas\\_claves\\_del\\_cultivo\\_de\\_la\\_soja\\_en\\_Paraguay.pdf](http://www.inbio.org.py/uploads/Aspectos_biologicos_de_plagas_claves_del_cultivo_de_la_soja_en_Paraguay.pdf)
- Greene, G. L; Leppla, N.C; Dickerson, W.A. 1976. Caterpillar a rearing procedure and artificial medium. *Journal of economic entomology*. Vol. 69: N°4. Pág. 487-488. URL: [https://www.researchgate.net/publication/233592351\\_Velvetbean\\_Caterpillar\\_A\\_Rearing\\_Procedure\\_and\\_Artificial\\_Medium](https://www.researchgate.net/publication/233592351_Velvetbean_Caterpillar_A_Rearing_Procedure_and_Artificial_Medium)
- Gutiérrez, A. 2012. “Evaluación de dietas y sustratos artificiales de ovoposición para la crianza de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidóptera: Gelechiidae)”. Tesis de pregrado. Universidad Austral de Chile. Chile.
- Gutiérrez, M; Aldana, L; Hernández, M. 2015. Evaluación de dietas artificiales para la cría del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) en condiciones de laboratorio. Consultado el 10 de Enero del 2018. URL: [http://congresos.cio.mx/14\\_enc\\_mujer/cd\\_congreso/archivos/resumenes/S4/S4BCA10.pdf](http://congresos.cio.mx/14_enc_mujer/cd_congreso/archivos/resumenes/S4/S4BCA10.pdf)
- Guzmán, D; Rodríguez, J; Valencia, S. 2016. Identificación de caracteres diagnósticos del ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda*. (J.E. Smith). (Lepidóptera: Noctuidae). (CIAT). Colombia. Consultado el 27 de Diciembre del 2017. URL: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/75746>
- Habib, M; Paleari, L; Amaral, M. 1983. Efecto of three larval diets on the development of the armyworm, *Spodoptera latifascia* (Noctuidae: Lepidoptera). *Revista Brasileira de Zoologia*. Vol. 1: N°3. Pág. 178-182. URL: <http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v1n3/v1n3a07.pdf>

Hernández, J. 1994. Ciclo biológico de algunas especies de Cerambycidae en condiciones de laboratorio (Coleoptera). *Asociación Española Entomológica*. Vol. 18: N°1-2. Pág.15-20. URL:

[file:///C:/Users/HOME/Downloads/Ciclo\\_biologico\\_de\\_algunas\\_especies\\_de\\_Cerambycida.pdf](file:///C:/Users/HOME/Downloads/Ciclo_biologico_de_algunas_especies_de_Cerambycida.pdf)

Hill, R; Wyse, G; Anderson, M. 2006. Fisiología animal. Editorial medica Panamericana S.A. Pág. 910. ISBN: 84-7903-990-6. Consultado el 3 de Enero del 2018. URL:

<https://books.google.es/books?id=HZaC45m9IMMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Infante, F; Muñoz, R; García, A; Vega, M. 1994. Investigación referente al control biológico de la broca del café *Hypothenemus hampei* mediante la utilización de parasitoides de origen africano. (IICA). México. Consultado el 20 de Noviembre del 2018. URL: <https://books.google.com.ec/books?id=dOoNAQAIAAJ>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2003. Boletín de epidemiología agrícola. Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Ed. Grupo de transferencia de tecnología “ICA”. Pág. 32. Colombia. ISBN: 00.02.18.03. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: <https://www.ica.gov.co/getattachment/9f5f1694-d031-49f4-bac1>

Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2011. Guía de prospección y multiplicación de nematodos entomopatogenos para el control biológico de plagas en el Ecuador. Manual Técnico. 1<sup>ed</sup>. N° 80. Ed. IDEAZ. Eds. Castillos; Gallegos; Asaquibay. Estación experimental Santa Catalina. Quito-Ecuador. Consultado el 19 de julio del 2017. URL:

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Plagas%20en%20Ecuador.pdf>

Instituto Nacional De Estadística Y Censo (INEC). 2016. Producción nacional del cultivo del maíz. Consultado el 10 de julio del 2017. URL:

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

- Lagos, A. 2009. “Normalización de la dieta artificial y evaluación de actividad insecticida contra la broca del café (*Hypothenemus hampei*) de extractos vegetales de plantas recolectadas en la ecorregión cafetera”. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.
- Lezaun, J. (s.f). Una plaga de alto impacto, oruga militar o gusano cogollero un problema para los cultivos de maíz y del sorgo. (CROPLIFE). Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Lohr, L. 2016. Manual de cría de picudo de las palmas *Rhynchophorus palmarum*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Pág. 62. ISBN (e): 978-958-740-228-5 1. Consultado el 10 de Enero del 2018 disponible en: [http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder\\_id=0&dvs=1533601005830~966](http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1533601005830~966)
- López, C; Madeira, F; Pons, X; Eizaguirre, M. 2008. Desarrollo larvario y numero de estadios larvario de *Pseudaletia unipuncta* alimentada con dos variedades de maíz y dos dietas semisintética. “Bol. San. Veg. Plagas”. Vol. 34; Pág. 267 – 274. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2701014>
- Luna, A. 2013. “Evaluación de Dietas Alternativas en la Producción del Gusano Cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) Bajo Condiciones de Laboratorio”. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Mapa Google. 2017. Coordenadas geográficas en Google Maps. Latitud y longitud de la parroquia Lodana del cantón de Santa Ana. Consultado el 21 de Junio del 2017. URL: <https://www.coordenadas-gps.com/>
- Martin, A. 2015. “Resistencia de tres poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a los insecticidas Tebufenocide y Metoxyfenocide”. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú.
- Martos, A.1999. Crianza de insectos (Manual de practica). Universidad Agraria la Molina. Perú.

- Masso, E. 2000. Dietas artificiales para la reproducción de entomófagos, procedimiento y factores. Consultado el 19 de julio del 2017. URL: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2299/5/Conf5CursoEntom.doc.rtf>
- Morales, P; Noruega, Y; Escalona, E; Fonseca, O; Rosales, C; Salas, B; Ramos, F; Sandoval, E; Cabañas, W. 2010. Supervivencia larval de *Spodoptera frugiperda* con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Tropical*. Vol. 60: N°4. Pág.375- 380. URL: <http://www.scielo.org.ve/pdf/at/v60n4/art07.pdf>
- Murua, G; García, F, Pereira, A; Willink, E; Gastaminza, G. 2013. Eficacia en campo del maíz Herculex para el control de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el noroeste de Argentina. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*. Vol. 90: N°1. Pág. 37-43. URL: <http://www.scielo.org.ar/pdf/riat/v90n1/v90n1a04.pdf>
- Murua, M. G; Virla, E. G; Defago, V. 2003. Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de *Spodoptera frugifera* (Lep.: Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides. *PROIMI-BIOTECNOLOGIA*. Vol. 29. Pág. 43-53. URL: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas%2FBSVP-29-01-043-051.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSVP-29-01-043-051.pdf)
- Navarrete, B; Intriago, L; Peñaherrera, Sofía; Terrero, Pedro; Vera, Danilo; Herrera, Mario. 2016. Cría de depredadores del género *Podisus* usando *Spodoptera frugiperda* como alimento, bajo condiciones controladas. *REVISTA LA TECNICA*. Universidad Técnica de Manabí. N°16. Pág. 27. ISSN. 1390-6895. URL: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/532/402>
- Oliveira, A. 2015. “Biología de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) “em milho doce tratado com fosfito de potássio. Monografía. Universidade de Brasília. Brasil.

- Ortiz, F. 2005. Aprovechamiento e industrialización de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L). proyecto de transferencia de tecnología. Edición: fundación produce de guerrero A, C. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: [https://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo\\_sectorial/Guerrero/26guerrero.pdf](https://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Guerrero/26guerrero.pdf)
- Osores, V; Wilink, E & Costilla, M. 1982. Cría de *Diatraea saccharalis* en laboratorio. Boletín de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Boletín N° 139. Pág. 10. Argentina- Tucumán.
- Palíz, V; Mendoza, J. 1999. Plaga del maíz (*Zea mays*) en el litoral Ecuatoriano, sus características y control. Ecuador. Edit. (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Programa Nacional de Sanidad Vegetal. Pág. 78. Quevedo. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1616>
- Pereira, P. 1995. Ecología nutricional de la oruga medidora *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. Soc.Entomol. Argent.* Vol. 54: N° 1-4. Pág.31 – 40. URL: <https://www.biotaxa.org/RSEA/article/download/33505/29709>
- Pérez, G. 2003. “Biología y control de *Aubeonymus marlaefranciscee* (Coleoptera: Curculionidae) plaga de la remolacha azucarera”. Tesis doctoral. Universidad complutense de Madrid. España.
- Placencio, F. 2015. “Descripción etológica del gusano cogollero del cultivo del maíz (*Zea mays l*) en laboratorio. CEASA. Sector Salache, provincia de Cotopaxi”. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.
- PIONEER. 2014. Manejo del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Argentina. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL: [https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina\\_Intl/AGRONOMIA/MA NEJO\\_DE\\_GUSANO\\_COGOLLERO\\_EN\\_MAIZ.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/AGRONOMIA/MA NEJO_DE_GUSANO_COGOLLERO_EN_MAIZ.pdf)
- Pinilla, T; Acuña, Y; Cortes, D; Díaz, A; Segura, A; Bello, F. 2010. Características del ciclo biológico de *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Díptera: Calliphoridae) sobre dietas diferentes. *Rev. U.D.C.A. Act & Div. Cient.* Vol. 13: N°2. Pág. 153-161. URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a18.pdf>

- Portilla, M; Streett, D. 2006. Nuevas técnicas de producción masiva automatizada de *Hypothenemus hampei* sobre la dieta artificial, Cenibroca, Modificada. *CENICAFE*. Vol. 59: N° 1. Pág.37-50. URL:  
[https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057\(01\)037-050.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc057(01)037-050.pdf)
- Portilla, M. 1999. Desarrollo y evaluación de una dieta artificial para la cría de *Hypothenemus hampei*. *CENICAFE*. Vol. 50: N° 1. Pág. 24 -38. URL:  
[https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(01\)024-038.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(01)024-038.pdf)
- Rabinovich, J. 1978. Ecología de poblaciones animales. Centro de ecología. Instituto venezolano de investigaciones científicas. Venezuela – caracas. Consultado el 16 de Enero del 2018. URL:  
<https://es.scribd.com/doc/38868248/J-E-Rabinovich-Ecologia-Poblaciones-Animales>
- Ramírez, M; Gómez, V. 2010. Biología de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidóptera: Noctuidae) en dieta natural y artificial, en condiciones de laboratorio. *Investigación Agraria*. Vol. 12: N° 1. Pág. 17 -21. URL:  
[http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S230506832010000100003](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230506832010000100003)
- Reguilón, C; Medina, P; Ordano, M; Salvatore, A; Barros, M. 2013. Evaluación de los efectos de la composición de la dieta artificial para la cría de *Diatraea saccharalis* (Lepidóptera: Crambidae) y *Cotesia flavipes* (Himenóptera: Braconidae). *Revista FCA UNCUYO*. Vol. 46: N° 1. URL:  
<file:///C:/Users/HOME/Downloads/Reguiln2014DietaDiatraeaCotesia.pdf>
- Reinecke, J. 1985. Nutrition: “Artificial Diets”. 1ra ed. Vol. 4. Metabolism and radiation research laboratory. Fargo. North Dakota. Pág. 391-413. USA. ISBN: 9781483286204. Consultado el 17 de Diciembre del 2017. URL:  
<https://books.google.com.ec/books?isbn=1483286207>
- Rigenberg, R; Botton, M; Garcia, M; Nondillo, A. 2005. Biología comparada e exigências térmicas de *Cryptoblabes gnidiella* em dieta artificial. *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia*. Vol. 40: N° 11. Pág. 1059-1065. DOI:  
<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n11/a02v4011.pdf>

- Shorey, H.; Hale, R. 1965. Mass – Rearing of the larvae of nine noctuid species on simple artificial medium. *Journal of economic entomology. Department of Entomology, University of California, Riverside*. Vol. 58: 3. Pág. 522-524. URL:  
<http://entomologia.rediris.es/aracnet/e2/10/24biblioteca/index.htm>
- Suarez, M. 2015. “Uso de Bioinsecticidas en el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* en el cultivo del maíz (*Zea mays L*) en condiciones controladas de laboratorio”. Tesis de pregrado. Universidad estatal de Quevedo. Ecuador.
- Sosa, M. (s.f). Daños por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino. (INTA). Argentina. Consultado el 21 de Diciembre del 2017. URL:  
<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/05-Agrarias/A-061.pdf>
- Toledo, C. 1999. “Evaluación de cinco dietas artificiales para la crianza en laboratorio del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea crambidoides* (Grote). Tesis de pregrado. Guatemala.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2017. Mercado internacional; producción mundial del maíz 2016. Consultado el 10 de julio del 2017. URL:  
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>.
- Valarezo, O. 2010. Utilización del nim (*Azadirachta indica*) en la generación y transferencia de alternativas para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en maíz. (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Pág. 9. Ecuador. Consultado el 19 de junio del 2017. URL:  
<https://vdocuments.mx/documents/utilizacion-nim-azadirachta-indica-generacion-transferencia-alternativas-manejo.html>
- Villa, M; catalán, E. 2004. Determinación de estadios larvales de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). (Lepidóptera: Noctuidae) para la construcción de un modelo de predicción. *Revista folia Entomológica Mexicana*. Vol. 43: N°3. Pág. 307- 312. DOI:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42443306>

- Villacorta A. 1971. Fundamentos para la preparación de las dietas para insectos. Programa de Entomología. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia – Cali. Consultado el 3 de Enero del 2018. URL: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/71553>
- Villanueva, E. 2004. “Estudio de la biología de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae), usando cuatro sustratos alimenticios. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Selva. Perú.
- Yagüe, L. 2017. “Efecto de la dieta sobre el ciclo biológico y los volátiles almacenados en la glándula sexual de hembras de *Copitarsia uncilata* (Lepidóptera: Noctuidae)”. Tesis de pregrado. Universidad militar nueva Granada. Colombia.
- Zenker, M; Specht, A; Corseuil, E. 2007. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidóptera; Noctuidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. Vol. 24: N° 1. Pág. .99 – 107. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000100013>.
- Zulene, A. 2017. “Dieta artificial e metodologia de criação massal para o bem-estar de *Helicoverpa armigera*”. Tese de doutorado. Universidade estadual Paulista.

## XII. ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial “ICRISAT” primera generación (F1).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	697,5	27,9
1	25	0	1	0	25	672,5	26,9
2	25	0	1	0	25	647,5	25,9
3	25	0	1	0	25	622,5	24,9
4	25	0	1	0	25	597,5	23,9
5	25	0	1	0	25	572,5	22,9
6	25	0	1	0	25	547,5	21,9
7	25	0	1	0	25	522,5	20,9
8	25	0	1	0	25	497,5	19,9
9	25	0	1	0	25	472,5	18,9
10	25	0	1	0	25	447,5	17,9
11	25	0	1	0	25	422,5	16,9
12	25	0	1	0	25	397,5	15,9
13	25	0	1	0	25	372,5	14,9
14	25	0	1	0	25	347,5	13,9
15	25	0	1	0	25	322,5	12,9
16	25	0	1	0	25	297,5	11,9
17	25	0	1	0	25	272,5	10,9
18	25	0	1	0	25	247,5	9,9
19	25	0	1	0	25	222,5	8,9
20	25	0	1	0	25	197,5	7,9
21	25	0	1	0	25	172,5	6,9
22	25	1	1	0,04	24,5	147,5	5,9
23	24	0	0,96	0	24	123	5,13
24	24	4	0,96	0,17	22	99	4,13
25	20	0	0,8	0	20	77	3,85
26	20	6	0,8	0,3	17	57	2,85
27	14	3	0,56	0,21	12,5	40	2,86
28	11	1	0,44	0,09	10,5	27,5	2,5
29	10	3	0,4	0,3	8,5	17	1,7
30	7	4	0,28	0,57	5	8,5	1,21
31	3	2	0,12	0,67	2	3,5	1,17
32	1	0	0,04	0	1	1,5	1,5
33	1	1	0,04	1	0,5	0,5	0,5
34	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 2.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial Shorey y Hale (1965) primera generación (F1).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	706,5	28,26
1	25	0	1	0	25	681,5	27,26
2	25	0	1	0	25	656,5	26,26
3	25	0	1	0	25	631,5	25,26
4	25	0	1	0	25	606,5	24,26
5	25	0	1	0	25	581,5	23,26
6	25	0	1	0	25	556,5	22,26
7	25	0	1	0	25	531,5	21,26
8	25	0	1	0	25	506,5	20,26
9	25	0	1	0	25	481,5	19,26
10	25	0	1	0	25	456,5	18,26
11	25	0	1	0	25	431,5	17,26
12	25	0	1	0	25	406,5	16,26
13	25	0	1	0	25	381,5	15,26
14	25	0	1	0	25	356,5	14,26
15	25	0	1	0	25	331,5	13,26
16	25	1	1	0,04	24,5	306,5	12,26
17	24	0	0,96	0	24	282	11,75
18	24	0	0,96	0	24	258	10,75
19	24	0	0,96	0	24	234	9,75
20	24	0	0,96	0	24	210	8,75
21	24	0	0,96	0	24	186	7,75
22	24	0	0,96	0	24	162	6,75
23	24	0	0,96	0	24	138	5,75
24	24	0	0,96	0,0	24	114	4,75
25	24	1	0,96	0,04	23,5	90	3,75
26	23	3	0,92	0,13	21,5	66,5	2,89
27	20	11	0,8	0,55	14,5	45	2,25
28	9	2	0,36	0,22	8	30,5	3,39
29	7	1	0,28	0,14	6,5	22,5	3,21
30	6	0	0,24	0,00	6	16	2,67
31	6	2	0,24	0,33	5	10	1,67
32	4	1	0,16	0,25	3,5	5	1,25
33	3	3	0,12	1	1,5	1,5	0,5
34	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 3.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial Greene *et al.*, (1976) primera generación (F1).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	716,5	28,66
1	25	0	1	0	25	691,5	27,66
2	25	0	1	0	25	666,5	26,66
3	25	0	1	0	25	641,5	25,66
4	25	0	1	0	25	616,5	24,66
5	25	0	1	0	25	591,5	23,66
6	25	0	1	0	25	566,5	22,66
7	25	0	1	0	25	541,5	21,66
8	25	0	1	0	25	516,5	20,66
9	25	0	1	0	25	491,5	19,66
10	25	0	1	0	25	466,5	18,66
11	25	0	1	0	25	441,5	17,66
12	25	0	1	0	25	416,5	16,66
13	25	0	1	0	25	391,5	15,66
14	25	0	1	0	25	366,5	14,66
15	25	0	1	0	25	341,5	13,66
16	25	0	1	0	25	316,5	12,66
17	25	0	1	0	25	291,5	11,66
18	25	0	1	0	25	266,5	10,66
19	25	0	1	0	25	241,5	9,66
20	25	0	1	0	25	216,5	8,66
21	25	0	1	0	25	191,5	7,66
22	25	0	1	0	25	166,5	6,66
23	25	1	1	0,04	24,5	141,5	5,66
24	24	3	0,96	0,13	22,5	117	4,88
25	21	1	0,84	0,048	20,5	94,5	4,5
26	20	1	0,8	0,05	19,5	74	3,7
27	19	4	0,76	0,21	17	54,5	2,87
28	15	2	0,6	0,13	14	37,5	2,5
29	13	5	0,52	0,38	10,5	23,5	1,81
30	8	4	0,32	0,50	6	13	1,63
31	4	1	0,16	0,25	3,5	7	1,75
32	3	1	0,12	0,33	2,5	3,5	1,17
33	2	2	0,08	1	1	1	0,5
34	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 4.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial Osorez *et al.*, (1982) primera generación (F1).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	496,5	19,86
1	25	1	1	0,04	24,5	473	18,92
2	24	6	0,96	0,25	21	449	18,71
3	18	3	0,72	0,17	16,5	428	23,78
4	15	0	0,6	0	15	411,5	27,43
5	15	0	0,6	0	15	396,5	26,43
6	15	0	0,6	0	15	381,5	25,43
7	15	0	0,6	0	15	366,5	24,43
8	15	0	0,6	0	15	351,5	23,43
9	15	0	0,6	0	15	336,5	22,43
10	15	0	0,6	0	15	321,5	21,43
11	15	0	0,6	0	15	306,5	20,43
12	15	0	0,6	0	15	291,5	19,43
13	15	0	0,6	0	15	276,5	18,43
14	15	0	0,6	0	15	261,5	17,43
15	15	0	0,6	0	15	246,5	16,43
16	15	0	0,6	0	15	231,5	15,43
17	15	0	0,6	0	15	216,5	14,43
18	15	1	0,6	0,07	14,5	201,5	13,43
19	14	0	0,56	0	14	187	13,36
20	14	0	0,56	0	14	173	12,36
21	14	0	0,56	0	14	159	11,36
22	14	0	0,56	0	14	145	10,36
23	14	0	0,56	0	14	131	9,36
24	14	1	0,56	0,07	13,5	117	8,36
25	13	0	0,52	0	13	103,5	7,96
26	13	0	0,52	0	13	90,5	6,96
27	13	0	0,52	0,00	13	77,5	5,96
28	13	0	0,52	0,00	13	64,5	4,96
29	13	1	0,52	0,08	12,5	51,5	3,96
30	12	0	0,48	0,00	12	39	3,25
31	12	4	0,48	0,33	10	27	2,25
32	8	2	0,32	0,25	7	17	2,125
33	6	2	0,24	0,33	5	10	1,67
34	4	2	0,16	0,5	3	5	0
35	2	1	0,08	0,5	1,5	2	1
36	1	1	0,04	1	0,5	0,5	0,5
37	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 5.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial “ICRISAT” segunda generación (F2).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	662,5	26,5
1	25	0	1	0	25	637,5	25,5
2	25	0	1	0	25	612,5	24,5
3	25	1	1	0,04	24,5	587,5	23,5
4	24	1	0,96	0,042	23,5	563	23,46
5	23	0	0,92	0	23	539,5	23,46
6	23	0	0,92	0	23	516,5	22,46
7	23	0	0,92	0	23	493,5	21,46
8	23	0	0,92	0	23	470,5	20,46
9	23	0	0,92	0	23	447,5	19,46
10	23	0	0,92	0	23	424,5	18,46
11	23	0	0,92	0	23	401,5	17,46
12	23	0	0,92	0	23	378,5	16,46
13	23	0	0,92	0	23	355,5	15,46
14	23	0	0,92	0	23	332,5	14,46
15	23	0	0,92	0	23	309,5	13,46
16	23	0	0,92	0	23	286,5	12,46
17	23	0	0,92	0	23	263,5	11,46
18	23	0	0,92	0	23	240,5	10,46
19	23	0	0,92	0	23	217,5	9,46
20	23	0	0,92	0	23	194,5	8,46
21	23	0	0,92	0	23	171,5	7,46
22	23	1	0,92	0,04	22,5	148,5	6,46
23	22	1	0,88	0,05	21,5	126	5,73
24	21	0	0,84	0,00	21	104,5	4,98
25	21	4	0,84	0,19	19	83,5	3,98
26	17	2	0,68	0,12	16	64,5	3,79
27	15	1	0,6	0,07	14,5	48,5	3,23
28	14	5	0,56	0,36	11,5	34	2,43
29	9	2	0,36	0,22	8	22,5	2,5
30	7	1	0,28	0,14	6,5	14,5	2,07
31	6	2	0,24	0,33	5	8	1,33
32	4	3	0,16	0,75	2,5	3	0,75
33	1	1	0,04	1	0,5	0,5	0,5
34	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 6.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial Shorey y Hale (1965) segunda generación (F2).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	566,5	22,66
1	25	2	1	0,08	24	541,5	21,66
2	23	1	0,92	0,04	22,5	517,5	22,5
3	22	1	0,88	0,05	21,5	495	22,5
4	21	0	0,84	0	21	473,5	22,55
5	21	0	0,84	0	21	452,5	21,55
6	21	1	0,84	0,05	20,5	431,5	20,55
7	20	0	0,8	0	20	411	20,55
8	20	0	0,8	0	20	391	19,55
9	20	1	0,8	0,05	19,5	371	18,55
10	19	0	0,76	0	19	351,5	18,5
11	19	0	0,76	0	19	332,5	17,5
12	19	0	0,76	0	19	313,5	16,5
13	19	0	0,76	0	19	294,5	15,5
14	19	0	0,76	0	19	275,5	14,5
15	19	0	0,76	0	19	256,5	13,5
16	19	0	0,76	0	19	237,5	12,5
17	19	1	0,76	0,05	18,5	218,5	11,5
18	18	0	0,72	0	18	200	11,11
19	18	1	0,72	0,06	17,5	182	10,11
20	17	1	0,68	0,06	16,5	164,5	9,68
21	16	0	0,64	0	16	148	9,25
22	16	0	0,64	0	16	132	8,25
23	16	0	0,64	0	16	116	7,25
24	16	0	0,64	0,0	16	100	6,25
25	16	1	0,64	0,06	15,5	84	5,25
26	15	1	0,6	0,07	14,5	68,5	4,57
27	14	1	0,56	0,07	13,5	54	3,86
28	13	4	0,52	0,31	11	40,5	3,12
29	9	0	0,36	0,00	9	29,5	3,28
30	9	3	0,36	0,33	7,5	20,5	2,28
31	6	1	0,24	0,17	5,5	13	2,17
32	5	2	0,2	0,4	4	7,5	1,5
33	3	1	0,12	0,33	2,5	3,5	1,17
34	2	2	0,08	1	1	1	0,5
35	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 7.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial Greene *et al.*, (1976) segunda generación (F2).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	699,5	27,98
1	25	0	1	0	25	674,5	26,98
2	25	0	1	0	25	649,5	25,98
3	25	0	1	0	25	624,5	24,98
4	25	0	1	0	25	599,5	23,98
5	25	0	1	0	25	574,5	22,98
6	25	0	1	0	25	549,5	21,98
7	25	0	1	0	25	524,5	20,98
8	25	0	1	0	25	499,5	19,98
9	25	0	1	0	25	474,5	18,98
10	25	0	1	0	25	449,5	17,98
11	25	0	1	0	25	424,5	16,98
12	25	0	1	0	25	399,5	15,98
13	25	0	1	0	25	374,5	14,98
14	25	0	1	0	25	349,5	13,98
15	25	1	1	0,04	24,5	324,5	12,98
16	24	0	0,96	0	24	300	12,50
17	24	0	0,96	0	24	276	11,50
18	24	0	0,96	0	24	252	10,50
19	24	0	0,96	0	24	228	9,50
20	24	0	0,96	0	24	204	8,50
21	24	0	0,96	0	24	180	7,50
22	24	0	0,96	0	24	156	6,50
23	24	1	0,96	0,042	23,5	132	5,50
24	23	1	0,92	0,04	22,5	108,5	4,72
25	22	1	0,88	0,045	21,5	86	3,91
26	21	2	0,84	0,095	20	64,5	3,07
27	19	2	0,76	0,11	18	44,5	2,34
28	17	6	0,68	0,35	14	26,5	1,56
29	11	6	0,44	0,55	8	12,5	1,14
30	5	3	0,2	0,60	3,5	4,5	0,90
31	2	2	0,08	1,00	1	1	0,50
32	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 8.** Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con la dieta artificial Osores *et al.*, (1982) segunda generación (F2).

Días	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Tasa supervi.	Tasa mortali.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza Días
$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$
0	25	0	1	0	25	576,5	23,06
1	25	1	1	0,04	24,5	553,5	22,14
2	24	2	0,96	0,08	23	529	22,04
3	22	3	0,88	0,14	20,5	506	23,00
4	19	1	0,76	0,05	18,5	485,5	25,55
5	18	0	0,72	0	18	467	25,94
6	18	0	0,72	0	18	449	24,94
7	18	0	0,72	0	18	431	23,94
8	18	0	0,72	0	18	413	22,94
9	18	0	0,72	0	18	395	21,94
10	18	0	0,72	0	18	377	20,94
11	18	0	0,72	0	18	359	19,94
12	18	0	0,72	0	18	341	18,94
13	18	0	0,72	0	18	323	17,94
14	18	0	0,72	0	18	305	16,94
15	18	0	0,72	0	18	287	15,94
16	18	1	0,72	0,06	17,5	269	14,94
17	17	0	0,68	0	17	251,5	14,79
18	17	0	0,68	0	17	234,5	13,79
19	17	0	0,68	0	17	217,5	12,79
20	17	0	0,68	0	17	200,5	11,79
21	17	0	0,68	0	17	183,5	10,79
22	17	0	0,68	0	17	166,5	9,79
23	17	1	0,68	0,06	16,5	149,5	8,79
24	16	0	0,64	0	16	133	8,31
25	16	0	0,64	0	16	117	7,31
26	16	0	0,64	0	16	101	6,31
27	16	0	0,64	0	16	85	5,31
28	16	1	0,64	0,06	15,5	69	4,31
29	15	3	0,6	0,20	13,5	53,5	3,57
30	12	1	0,48	0,08	11,5	40	3,33
31	11	3	0,44	0,27	9,5	28,5	2,59
32	8	2	0,32	0,25	7	19	2,375
33	6	1	0,24	0,17	5,5	12	2,00
34	5	1	0,2	0,2	4,5	6,5	0
35	4	4	0,16	1	2	2	0,5
36	0	0	0	0	0	0	0

$x$ : Intervalo de edades en unidades de tiempo;  $n_x$ : Número de individuos vivos al inicio del intervalo;  $d_x$ : Número de individuos muertos durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $q_x$ : Tasa de mortalidad durante el intervalo ( $x$  a  $x+1$ );  $t_x$ : Sumatoria desde ( $x_n$  a  $x_0$ );  $e_x$ : Esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo  $x$

**Anexo 9.** Fases del ensayo de crianza de *Spodoptera frugiperda* con dietas artificiales.

**Recolección de larvas.**



**Siembra de maíz.**



**Componentes de dietas artificiales.**



**Preparación de las dietas artificiales.**



## Dietas artificiales.

“ICRISAT”



Shorey y Hale



Greene



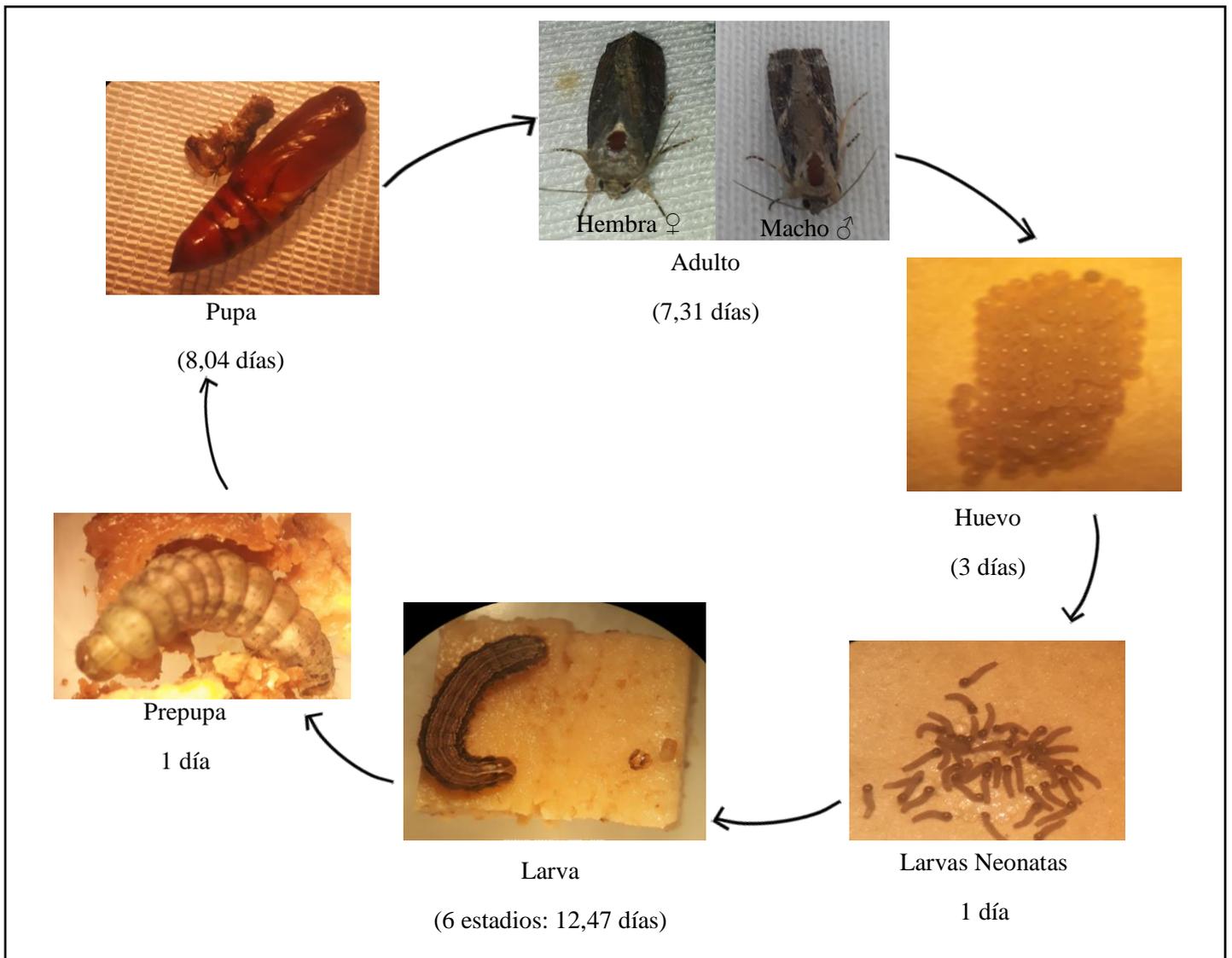
Osores



## Trabajo de laboratorio

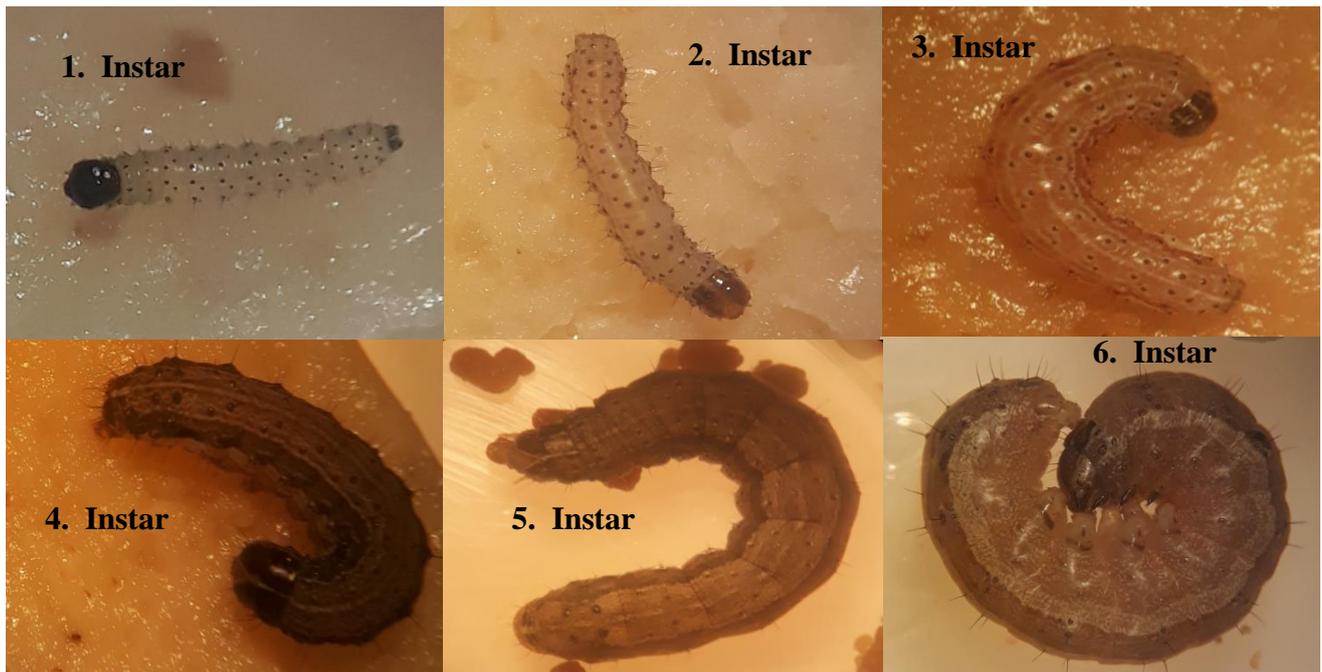


Anexo 10. Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda* con la dieta de Greene *et al.* (1976).

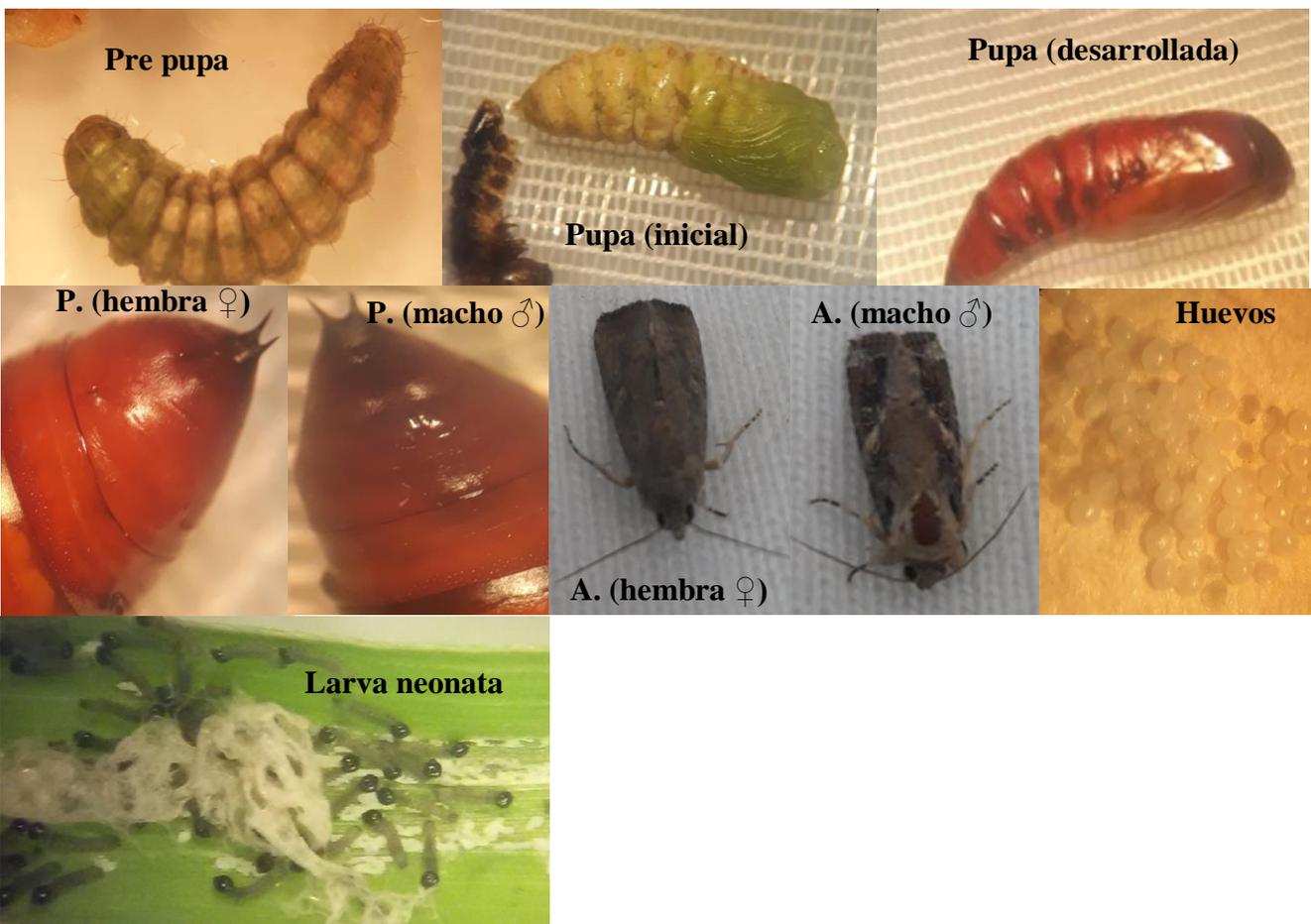


**Anexo 11.** Estados de desarrollo de *Spodoptera frugiperda*.

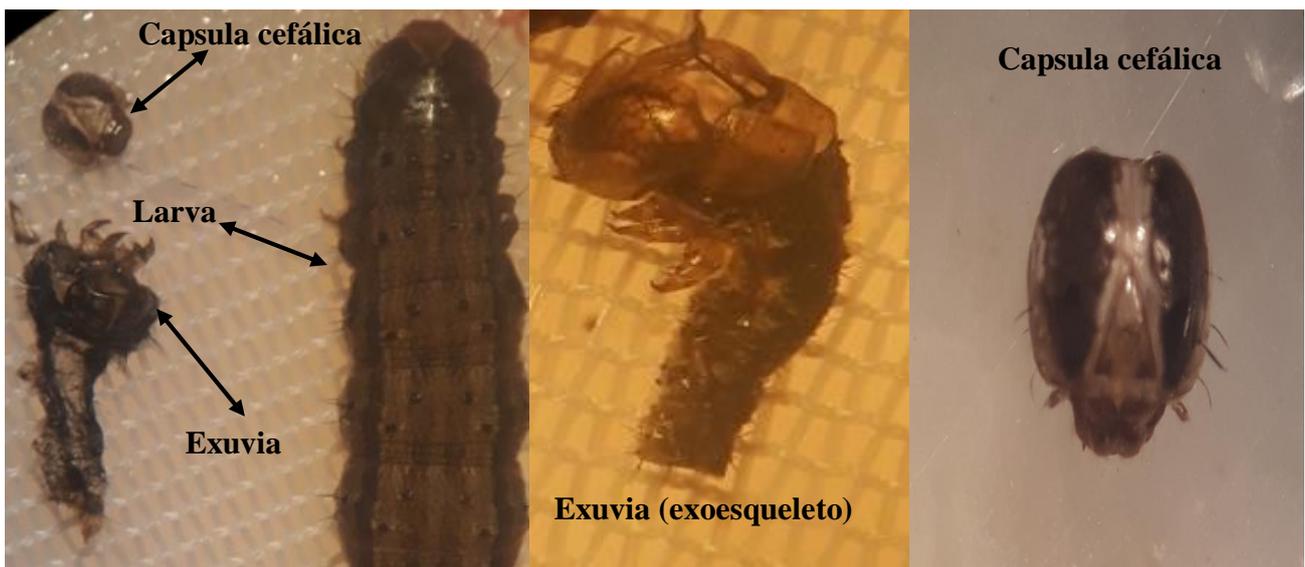
**Estado larvario.**



**Pre pupa y Pupa.**



**Anexo 12.** Muda (exuvia; exoesqueleto; capsula cefálica) de *Spodoptera frugiperda*.



**Anexo 13.** Alimentación de adultos de *Spodoptera frugiperda*.



**Anexo 14.** Copulación de *Spodoptera frugiperda*.



**Anexo 15.** Mortalidad de larva prematura registrada en la D.4 (Osores *et al.*, 1982)



**Anexo 16.** Deformación de pupa y adulto de *Spodoptera frugiperda*.

