

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Evaluación de Dietas Alternativas en la Producción del Gusano Cogollero
(*Spodoptera frugiperda*) (J.E. Smith) Bajo Condiciones de Laboratorio

Por:

ANA MARÍA LUNA LÓPEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Evaluación de Dietas Alternativas en la Producción del Gusano Cogollero
(*Spodoptera frugiperda*) (J.E. Smith) Bajo Condiciones de Laboratorio

Por

ANA MARÍA LUNA LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada

Dr. Sergio Rene Sánchez Peña

Asesor Principal

Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez

Coasesor

Biol. María Teresa Ruiz De León

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2013

DEDICATORIA

Pidan y se les Dara, busquen y lo encontraran, llamen y se les abrirán. Porque todo el que pide, recibe; el que busca, encuentra el que llama, se le abrirá.

(Lc.11,9-13)

A MIS PADRES

Elías Rodolfo Luna López Y Jaquelina Rebeca LópezGarcía quienes con su apoyo tanto moral y económicamente me guiaron para poder alcanzar un nuevo peldaño enmi vida.

A MI FAMILIA

A mis tíos (Olivia, Virgínea Octavio) y primos que con sus consejos me fueron apoyando durante el transcurso de la carrera que me animaban día a día a seguir adelante y a no bajar la guardia.

A MI PERSONA

Porque estoy consciente que en mi esta toda la fuerza para seguir adelante, y de la misma forma poder llegar a realizar todas mis metas propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y eventos difíciles que me ha enseñado a valorar cada día más.

A MIS PADRES. Quienes estuvieron día a día conmigo apoyándome y desando lo mejor, gracias por sus consejos, paciencia y amor que me han brindado a lo largo de mi proyecto estudiantil y de mi vida y hacer de mí una buena persona los amo.

A mi ALMA MATER. Estaré siempre agradecido por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente, ya que si no hubiera sido por su nobleza no hubiera podido llevar acabo mis metaspersonales y nunca hubiese conseguido tales logros, que ahora son parte de mi vida.

A mi novio Juan Antonio Espinosa Solís, que con su apoyo y amor me ha ayudado a lograr un nuevo reto de la vida por darme siempre palabras de aliento, el animarme todos los días y más que nada por confiar en mí y en lo que soy. Te amo mi chaparro.

Al Dr. Sergio Sánchez Peña, por ser parte indispensable de mi formación profesional, que con su confianza puesta en mi me ayudo a la realización de este trabajo, resolviéndome dudas sobre lo realizado.

Al Dr. Antonio Palemón Terán Vargas. Por su apoyo durante la realización de la tesis, además de su orientación académica.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla. Porque además de ser mi tutor durante la estancia en la universidad, gracias por transmitir sin recelo alguno todos los conocimientos que posee.

Al biólogo Miguel Agustín Carranza Pérez. Por haber aceptado ser mi sinodal, y darse el tiempo a revisar mi trabajo y por su presencia durante la presentación de la misma.

A mi amiga Marisela Hernández Martínez y familia. Quienes me han apoyado de una y otra forma en el transcurso de mi vida profesional.

A mis compañeros. Que con su alegría y compañía me hicieron que los días pasaran más rápido y no sentirme tan solo en un mundo ajeno y desconocido.

INDICE DE CONTENIDO

TITULO	Página
Dedicatoria-----	III
Agradecimientos-----	IV
Índice de contenidos-----	VI
Índice de cuadros-----	IX
Índice de figuras-----	X
Índice de gráficas-----	XI
Resumen-----	XII
Palabras clave-----	XII
I. INTRODUCCION _____	1
Objetivo-----	2
Hipótesis-----	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA _____	4
II.1 Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith)-----	4
II.1.2.Clasificación taxonmica del gusano cogollero <i>S. frugiperda</i> -----	5
II.1.3. Descripción y ciclo biológico <i>spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith-----	6
II.1.4 Distribución geográfica-----	9
II.1.5 Hospedero del gusano cogollero del maíz-----	10
II.2. Métodos de control de plagas y enfermedades-----	15
II.2.1. Control biológico-----	16
II.2.2. Etapas de control biológico-----	17
II.2.3. Importancia de los insectos en laboratorio-----	17

II.2.4. Medios nutritivos para cría de insectos-----	19
II.2.5. Cría de lepidóptero : Noctuidae en condiciones de laboratorio-----	21
III. MATERIALES Y METODOS _____	23
III.1.- Colecta de materia biológico en campo-----	23
III.1.1. Pie de cria-----	24
III.2. Tratamiento-----	26
III.3.- Variables evaluadas para la realización de tabla-----	27
III.4- Tabla de vida-----	30
III.5.- Tabla de fertilidad -----	31
III.6.- Tabla de mortalidad-----	32
IV. RESULTADOS _____	33
IV.1.Tabla de vida-----	33
IV. 2.Tabla de fertilidad-----	39
IV. 3.Tabla de mortalidad de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith-----	42
IV. 4.Caracteristica biológicas de individuos-----	46
IV.4.1.Peso de gusano en tercer instar-----	47
VI.4.2. Peso pupa-----	49
VI.4.3. Huevo por pareja-----	50
IV.5.Ciclo biológico-----	51
V. CONCLUSIÓN _____	53
VI. LITERATURA CITADA _____	54

INDICE DE CUADROS

Titulo	Página
Cuadro 1. Clasificación e ilustración de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith-	5
Cuadro 2. Hospederos de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith-----	11
Cuadro 3 Ingredientes utilizados en la preparación de la dieta meridica (Greene <i>et al</i> , modificada, Shorey y Hale modificada)-----	21
Cuadro 4. Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith alimentada con dieta Southland product.-----	34
Cuadro 5. Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith alimentada con dieta de granos de elote-----	35
Cuadro 6. Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith alimentada con dieta a base de frijol.-----	36
Cuadro 7. Tabla de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith alimentada con dieta a base de papa.-----	37
Cuadro 8. Tabla de fertilidad de dieta artificial Southland product-----	40
Cuadro 9. Tabla de fertilidad de dieta a base de granos de elote-----	41
Cuadro 10. Tabla de mortalidad-----	44
Cuadro 11. Análisis de varianza y comparación de media-----	47
Cuadro 12. Larva: Numero y duración de estadios de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E.Smith-----	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Titulo	Página
Figura 1. Ataque de gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith sobre una planta de Maíz.-----	4
Figura 2. Huevos de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith-----	6
Figura 3. Larva de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith-----	7
Figura 4. Pupa de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith-----	8
Figura 5. Adulto de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smit-----	9
Figura 6. Larva colectada en campo puesta en dieta artificial para obtener el pie de cría -----	24
Figura 7. Dieta artificial.-----	25
Figura 8. Identificación de sexo de <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith-----	30
Figura 9. Larvas alimentadas bajo diferentes dietas durante el ensayo----	31
Figura 10. Bolsa de papel con palomilla-----	32
Figura 11. Ciclo de vida-----	52

ÍNDICE DE GRAFICAS

Titulo	Página
Gráfica 1. Curvas de supervivencia de <i>Spodoptera frugiperda</i> J. E.Smith en cada una de los tratamientos. T1: Dieta artificial; T2: Dieta de granos de elote; T3: Dieta de frijol; T4: Dieta de papa-----	46
Gráfica 2. Peso promedio de Pupa y de larvas en tercer instar, para cada uno de los tratamientos.-----	48

RESUMEN

Con el fin de desarrollar una metodología de crianza en laboratorio de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, que permita la producción masiva de organismos biocontroladores de este insecto y a la vez reducir los altos costos de la dieta artificial en uso actual, se colectaron 60 ejemplares en tercer estadio larval en cultivos de maíz en fase vegetativa en el campo experimental las huastecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Las larvas colectadas se llevaron al laboratorio de Toxicología del mismo instituto, y se colocaron en vasos de plástico que contenían una dieta artificial donde se mantuvieron hasta alcanzar el estado adulto, posteriormente se colocaron en bolsas de papel en una relación macho-hembra de 1:1 utilizándose una solución de agua con azúcar al 10 % (v/v) como fuente de alimento. Para iniciar el experimento se esperó a que estas palomillas copularan y ovipositaran, de estos huevecillos se tomaron 100 al azar para cada tratamiento. Se evaluaron cuatro tratamientos (Dieta artificial Southland products , frijol entero remojado, granos frescos de elote y papa blanca trozada). Se realizó una tabla de vida y se evaluó la tasa de mortalidad y fertilidad, además de una comparación de descendencia en una relación hembra-macho. El mejor tratamiento fue la dieta artificial donde se redujo significativamente la duración del ciclo de vida y de la misma manera se obtuvieron mayor número de huevecillos, los cuales eclosionaron en su totalidad, seguido de este tratamiento estuvo la dieta a base de granos de elote fresco y luego frijol y papa. Este trabajo indica la posibilidad de usar dieta a base de plantas no hospederas como alimento.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*, dietas artificiales, control biológico, cría en laboratorio.

INTRODUCCION

Hoy grandes extensiones de terreno son dedicadas a monocultivos donde se aplica indiscriminadamente insumos químicos que han alterado significativamente el balance entre los elementos de la naturaleza, dañando el ambiente y la salud de los seres vivos (Contreras, 2004). Pero la toxicidad de algunos productos, y su persistencia en el medio y su mal uso han llevado a un replanteamiento de las tácticas de control de plagas. (Guédez., 2009).

Una de las estrategias de manejo de plagas es el control biológico, el cual, abarca tanto el papel jugado por los insectos auxiliares autóctonos de la zona, que ejercen en numerosos casos un importante control sobre los insectos plagas presentes en los cultivos, como la liberación de insectos útiles que se han criado artificialmente sobre un sustrato alimenticio igual o distinto al que posee en el campo. (Porcuna 2002)

La cría de insectos a través de dietas artificiales provee un alimento fácil de manejar, eliminan el problema del cultivo de la planta huésped (Etzel & Legner, 1999 citado por Murúa *et al.* 2003), pueden disminuir los riesgos de contaminación y brindan los mismos nutrientes durante todo el desarrollo larval.

Spodoptera frugiperda (Smith) es un insecto del orden lepidóptera que presenta generalmente seis estadios larvales que es cuando produce daño al cultivo (Sparks, 1979; capinera, 1999), debido a que se alimenta de las hojas y tallos tiernos (Marenco *et al.*1992; Kumar y Mihm;2002). Debido a la gran voracidad de sus larvas que son capaces de desplazarse importantes distancias cuando

escasea el alimento, a la particularidad de formar grandes poblaciones y la alta tasa de dispersión de los adultos, convierten a esta especie en una plaga extremadamente peligrosa (Murúa *et al.*, 2003). Su importancia la convierte en objeto de estudio en numerosos laboratorios del mundo por lo cual mantener experimentalmente sus poblaciones es un aspecto fundamental al momento de realizar investigaciones sobre sus enemigos naturales, pruebas de resistencia con nuevas moléculas insecticidas, así como en el desarrollo de estudios biotecnológicos.

El uso de dietas artificiales para cría experimental de “gusano cogollero”, es importante para el desarrollo de diversas investigaciones biológicas (Murúa *et al.*, 2003). En las crías masivas, la disponibilidad de alimento para los insectos tiene una profunda influencia en el crecimiento, desarrollo, reproducción, fisiología y comportamiento. La calidad de la comida en adultos puede inducir diapausa en su progenie. Los hábitos de alimentación y los requerimientos nutricionales de las especies deben ser entendidos para conseguir el máximo vigor y reproducción. La función de las dietas artificiales es soportar poblaciones óptimas de los insectos hospederos (Singh, 1982).

OBJETIVO GENERAL

- Encontrar una dieta alternativa y económica eficiente para la crianza masiva del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*J.E, Smith) con el fin de realizar evaluaciones posteriores en laboratorio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar parámetros (tamaño, peso, tiempo de vida) de crecimiento del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*J.E. Smith) a través de las diferentes dietas.
- Desarrollar un método de producción masiva del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*J. E. Smith) dentro de laboratorio.

HIPOTESIS

H0. Las dietas alternativas a la dieta artificial usada para la cría masiva de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*J. E. Smith) promueven un crecimiento similar a lo que la especie alcanza en la dieta artificial.

HA. Las dietas alternativas del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*J. E. Smith) no satisfacen las necesidades nutricionales requeridas por el gusano cogollero para alcanzar su pleno desarrollo.

I. REVISION DE LITERATURA

II.1.- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E.Smith)

Se presenta con frecuencia bajo diferentes intensidades de ataque, causando en algunos casos la pérdida total de la plantación cuando ocurre como gusano ejército (figura 1.). (Jaramillo *et al.* 1989). *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) es conocida comúnmente como "cogollero del maíz" (derivado de su forma de daño más conocida) cuando el alimento se hace escaso, las larvas se trasladan a otros cultivos desplazándose en masa (como un "regimiento") (Casmuz *et al.* 2010)

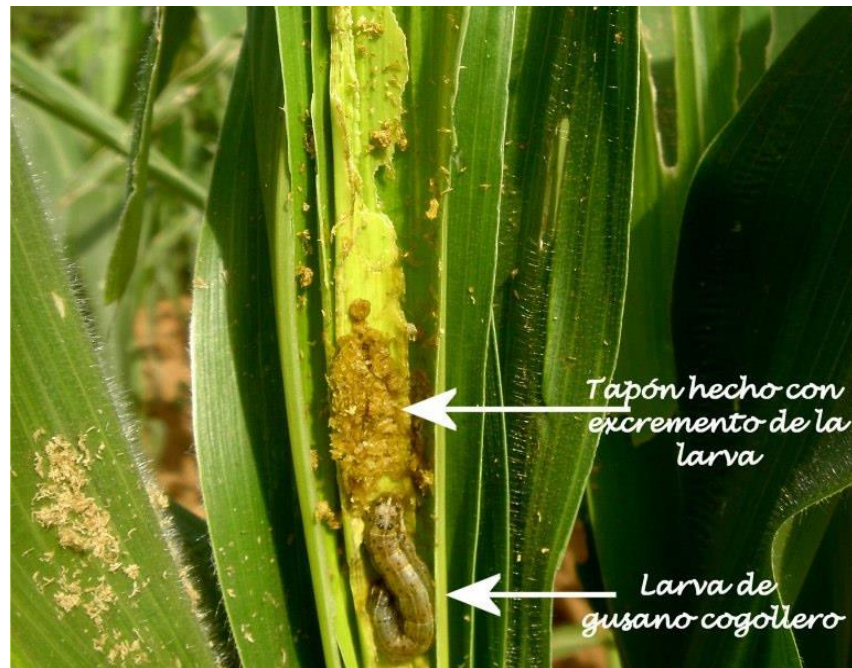


Figura 1. Ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) sobre una planta de maíz . Tomado de : Mena (2012)

II.1.2 Clasificación taxonómica del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*

J. E. Smith

El gusano cogollero, una de las plagas más importantes del maíz y otros cultivos presentan la siguiente clasificación taxonómica. (Cuadro 1)

Cuadro 1. Clasificación científica e ilustraciones de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith



- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| ▪ Reino | ▪ Animal |
| ▪ Phylum | ▪ Artrópoda |
| ▪ Subphylum | ▪ Mandibulada |
| ▪ Clase | ▪ Insecta |
| ▪ Subclase | ▪ Pterygota |
| ▪ Orden | ▪ Lepidoptera |
| ▪ Suborden | ▪ Frenatae |
| ▪ Súper familia | ▪ Noctuidae |
| ▪ Familia | ▪ Noctuidae |
| ▪ Subfamilia | ▪ Amphipirinae |
| ▪ Genero | ▪ <i>Spodoptera</i> |
| ▪ Especie | ▪ <i>Spodoptera frugiperda</i> |

Tomado de: (Banda 1981)

II.1.3- Descripción y ciclo biológico *S.frugiperda*.

Según Boron *et al.* 2003. El cogollero o *S. frugiperda*. Durante su vida pasa por diferentes etapas o diferente instares como también se le conoce, las cuales se describirán a continuación.

Huevos

Individualmente son de forma globosa, con estrías radicales, de color rosado pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión (Figura 2). Las hembras depositan los huevos correctamente, durante las primeras horas de la noche, tanto en el haz como en el envés de las hojas, estos son puestos en varios grupos o masas cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos.



Figura 2. Huevos de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith. Fuente: Autor.

Larvas

Las larvas al nacer se alimentan del corion, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a plantas vecinas, evitando con eso la competencia por alimento y por consecuencia el canibalismo. Su color varía según el alimento pero en general son oscuras con tres rayas pálidas estrechas y longitudinales; en el dorso se distingue una banda negruzca más ancha hacia el costado y otra parecida pero amarillenta más abajo, en la frente de la cabeza se distingue una "Y" blanca invertida (Fig. 3). Estas larvas pasan por 6 o 7 estadios o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden 2-3 milímetros y de cabeza negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es café claro, las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio.



Figura 3. Larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith en primer instar. Fuente: Soto (2008)

Pupas.

Son de color caoba y miden 14 a 17 milímetro de longitud, con su extremo abdominal, terminado en 2 espinas grandes o ganchos en forma de “u” invertida (Fig. 4). Esta fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge la mariposa.



Figura 4. Pupas de *Spodoptera frugiperda* J.E Smith. Fuente: Autor.

Adulto

La mariposa vuela con facilidad durante la noche, siendo atraída por la luz; es de coloración gris oscura, las hembras tienen alas traseras de color blancuzco,

mientras que los machos tienen figuras irregulares llamativas en las alas delanteras (arabescos) y las traseras son blancas (Fig. 5). En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax. Permanecen escondidas dentro de la hojarasca, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche.



Figura 5. Adultos de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith. 1.- Macho, 2.- Hembra Fuente: Soto (2008)

II.1.4.-Distribución geográfica.

Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), “el cogollero del maíz (*Zea mays* L.)”, es una plaga ampliamente distribuida en América que puede sobrevivir durante todo el año en áreas tropicales y, a medida que las condiciones ambientales se lo permiten, coloniza zonas subtropicales. (Murúa 2004)

II.1.5.-Hospederos del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*

Casmuz *et.al.* (2010), realizaron una investigación bibliográfica de los hospederos de *S.frugiperda* reportados en diversas fuentes, donde encontraron un total de 186 hospederos citados, repartidos en 42 familias (Cuadro 2). Entre los hospederos más nombrados, el 35.5% perteneció a la familia Poaceae, el 11.3% a la familia Fabaceae, a la familia Solanaceae y Asteraceae un 4.3% cada una, siguiéndoles las Rosaceae y Chenopodiaceae con un 3.7% cada una y finalmente las Brassicaceae y Cyperaceae con un 3.2%. De las 42 familias registradas, 32 (76.2%) se encontraron en Sudamérica, 29 (69.1%) en Norteamérica y Centroamérica, y 19 (45%) en Argentina.

Del total de plantas encontradas (186) el 64% se hallaron presentes en Norteamérica y Centroamérica, un 53% en Sudamérica y un 32% en Argentina. Esto indica la gran diversidad de hospederos afectados en las regiones del norte, en donde las familias preferidas fueron las poaceae, las fabáceas y las solanáceas. Para Sudamérica, las familias más afectadas también fueron las poáceas y las fabáceas, pero aquí cobraron mayor importancia las brasicáceas y las solanáceas

Cuadro 2. Hospederos de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith.

Nombre científico	HOSPEDEROS		FAMILIA
	Nombre común		
1) <i>Abelmoschus esculento</i>	Oca		Malvacea
2.) <i>Acalypha sp</i>			Euphorbiacea
3) <i>agrostis hymnalis</i>	Tickle graas		Poaceae
4) <i>Agrostis stolonifera</i>	Agrotis estolonifero		Poaceae
5) <i>Alcea rosea</i>	Escarapela		Malvaceae
6) <i>Allium cepa</i>	Cebolla		Amaryllidaceae
7) <i>Allium sativum</i>	Ajo		Amaryllidaceae
8) <i>Amaranthus guttensis</i>	Yuyo colorado		Amaranthaceae
9) <i>Amaranthus spinosus</i>	Ataco espinoso		Amaranthaceae
10) <i>Amaranthus sp</i>	Yuyo colorado		Amaranthaceae
11) <i>Andropogon virginicus</i>	Retama		Poaceae
12) <i>Arachis hypogaea</i>	Mani, cacahuete		Fbaceae
13) <i>Asclepias sp</i>	Algodoncillo		Apocynaceae
14) <i>Asparagus officinalis</i>	Esparrago		Asparagaceae
15) <i>Asplenium nidus</i>	Nido de pájaro		Aspleniaceae
16) <i>Avena sativa</i>	Avena		Poaceae
17) <i>Avena strigosa</i>	Avena morada		Poaceae
18) <i>Axonopus tissifolius</i>	Carpet grass		Poaceae
19) <i>Beta vilgaris</i>	Remolacha azucarera		Chenopodiaceae
20) <i>Beta vulgaris var. Cicla</i>	Acelga		Chenopodiaceae
21) <i>Beta vulgaris</i>	Remolacha		Chenopodeaceae
22) <i>Beta vilgaris</i>	Acelga		Chenopodiaceae
23) <i>Beta vulgaris</i>	Remolacha		Chenopodiaceae
24) <i>Brassica napus</i>	Nabo		Brassicaceae
25) <i>Brassica oleracea</i>	Col		Brassicaceae
26) <i>Brassica oleracea</i>	Coliflor		Brassicaceae
27) <i>Brassica oleracea</i>	Repollo		Brassicaceae
28) <i>Brassica rapa</i>	Nabo		Brassicaceae
29) <i>Cajanus cajan</i>	Guandú		Fabaceae
30) <i>Capsicum annun</i>	Pimiento, chile		Solanaceae
31) <i>Capsicum frutescens</i>	Chile habanero		Solanaceae
32) <i>Capsicum sp</i>	Pimiento		Solanaceae
33) <i>Carduus spp.</i>	Carde		Asteraceae
34) <i>Carica papaya</i>	Papaya		Caricaceae
35) <i>Carya illinoensis</i>	Nogal		Juglandaceae
36) <i>Celtis ehrenbergiana</i>	Tala		Celtidaceae
37) <i>Cenchrus clandestinus</i>	Pasto africano		Poaceae
38) <i>Cenchrus purpureus</i>	Pasto elefante		Poaceae
39) <i>Cenchrus fribuloides</i>	Zacate		Poaceae
40) <i>Chenopodium album</i>	Guinoa		Chenopodiaceae

HOSPEDEROS		FAMILIA
Nombre científico	Nombre común	
41) <i>Chusquea lorentziana</i>	Caña	Poaceae
42) <i>Cicer arietinum</i>	Garbanzo	Fabaceae
43) <i>Cichorium intybus</i>	Achicoria, radicheta	Asteraceae
44) <i>Citrullus lanatus</i> var. <i>Lanatus</i>	Sandia	Cucurbitaceae
45) <i>Citrus sinensis</i>	Naranja	Rutaceae
46) <i>Coffea arabica</i>	Café	Rubiaceae
47) <i>Convolvulus arvensis</i>	Enredadera perenne	Convolvulaceae
48) <i>Croton capitatus</i>	Hierba de cabra	Euphorbiaceae
49) <i>Cucumis melo</i>	Melón	Cucurbitaceae
50) <i>Cucumis sativus</i>	Pepino	Cucurbitaceae
51) <i>Cucurbita argyrosperma</i>	Calabaza	Cucurbitaceae
52) <i>Cucurbita máxima</i>	Zapallo	Cucurbitaceae
53) <i>Cydonia oblonga</i>	Membrillo	Rosaceae
54) <i>Cynara cardunculus</i>	Alcachofa	Asteraceae
55) <i>Cynodon dactylon</i>	Gramma bermuda	Poaceae
56) <i>Cyperus compressus</i>	Coqui	Cyperaceae
57) <i>Cyperus esculentos</i>	Juncia avellanada	Cyperaceae
58) <i>Cyperus globulosus</i>	Globe	Cyperaceae
59) <i>Cyperus papyrus</i>	Papiro	Cyperaceae
60) <i>Cyperus rotundus</i>	Cebollin	Cyperaceae
61) <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Zacate egipcio	Poaceae
62) <i>Digitaria aequiglumis</i>	Pasto	Poaceae
63) <i>Digitaria eglumis</i>	Maleza	Poaceae
64) <i>Digitaria eriantha</i>	Pasto pangola	Poaceae
65) <i>Digitaria sanguinalis</i>	Pasto cuaresma	Poaceae
66) <i>Digitaria sp.</i>	Maleza	Poaceae
67) <i>Digitaria swazilandensis</i>	Pastura	Poaceae
68) <i>Echinochloa colona</i>	Pasto del arroz	Poaceae
69) <i>Echinochloa crua-galli</i>	Capin-arroz	Poaceae
70) <i>Eleusine indica</i>	Pato de ganzo	Poaceae
71) <i>Elymus repens</i>	Agropiro	Poaceae
72) <i>Eremochloa ophiuroides</i>	Pastura ciempes	Poaceae
73) <i>Eriochloa</i>	Hierba lana	Poaceae
74) <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo	Myrtaceae
75) <i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto	Myrtaceae
76) <i>Eucalyptus urophylla</i>	Eucalipto	Myrtaceae
77) <i>Fagopyrum esculentum</i>	Trigo sarraceno	Polygonaceae
78) <i>Festuca arundinaceae</i>	Festuca alta	Poaceae
79) <i>Ficus sp</i>	Gomero	Moraceae
80) <i>Fragaria chiloensis</i>	Frutilla	Rosaceae
81) <i>Fragaria vesca</i>	Fresa	Rosaceae
82) <i>Gladiolus hortulanus</i>	Gladiola	Iridaceae

HOSPEDEROS		FAMILIA
Nombre científico	Nombre común	
83) <i>Gladiolus sp</i>	Gladiolo	Iridaceae
84) <i>Glycine max</i>	Soja	Fabaceae
85) <i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón	Malvaceae
86) <i>Helianthus annuus</i>	Girasol	Asteraceae
87) <i>Hevea brasiliensis</i>	Árbol del caucho	Euphorbiaceae
88) <i>Hordeum vulgare</i>	Cebada	Poaceae
93) <i>Lespedeza bicolor</i>	dietes	Fabaceae
94) <i>Lespedeza striata</i>	common lespedeza	Fabaceae
95) <i>Lespedeza thunbergii</i>	thunberg's lespedeza	Fabaceae
96) <i>Linum usitatissimum</i>	Lino	Linaceae
97) <i>Lolium multiflorum</i>	rigras criollo	Poaceae
98) <i>Malpighia glabra</i>	Escobillo	Malpighiaceae
99) <i>Malus domestica</i>	Manzano	Rosaceae
100) <i>Mangifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae
101) <i>Maranta sp</i>	Arrurruz	Marantaceae
102) <i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Fabaceae
103) <i>Megathyrsus maximus</i>	Pasto guinea	Poaceae
104) <i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón	Sapindaceae
105) <i>Melilotus albus</i>	Melilotus	Fabaceae
106) <i>Miscanthus giganteus</i>	Pasto elefante	Poaceae
107) <i>Mucuna prunens</i>	mucuna enana	Fabaceae
108) <i>Muehlenbeckia</i>	zarzaparrilla colorada	Polygonaceae
109) <i>Musa paradisiaca</i>	Platano	Musaceae
110) <i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	Solanaceae
111) <i>Oryza latifolia</i>	Arrocollo	Poaceae
112) <i>Oryza sativa</i>	Arroz	Poaceae
113) <i>Panicum miliaceum</i>	Mijo	Poaceae
114) <i>Panicum spp.</i>	Pasto	Poaceae
115) <i>Panicum virgatum</i>	pasto varilla	Poaceae
116) <i>Pacalia glauca</i>	Sunchillo	Asteraceae
117) <i>Pasiflora laurifolia</i>	yellow warwe melón	Passifloraceae
118) <i>Passiflora sp</i>	Maracuyá	Passifloraceae
119) <i>Paspalum</i>	Mijo	Poaceae
120) <i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto miel	Poaceae
121) <i>Paspalum distichum</i>	Gramilla dulce	Poaceae
122) <i>Paspalum exaltatum</i>	Paja mansa	Poaceae
123) <i>Paspalum timbriatum</i>	Granadilla	Poaceae
124) <i>Paspalum notatum</i>	Pasto horqueta	Poaceae
125) <i>Paspalum pumilum</i>	Mijo	Poaceae
126) <i>Paspalum spp.</i>	Mijo	Poaceae
127) <i>Paspalum urvillei</i>	Paja mansa	Poaceae

HOSPEDEROS	FAMILIA
Nombre científico	Nombre común
128) <i>pennisetum glaucum</i>	Mijo perla Poaceae
129) <i>Phalaris canariensis</i>	Alpiste Poaceae
130) <i>Phaseolus lunatus</i>	Pallar Fabaceae
131) <i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol Fabaceae
132) <i>Phleum pratense</i>	Timoti Poaceae
133) <i>Pinus caribaea</i>	Pino caribe Pinaceae
134) <i>pinus sp.</i>	Pino Pinaceae
135) <i>Piper sp.</i>	Pimienta Piperaceae
136) <i>Pisum sativum</i>	Arveja Fabaceae
145) <i>Raphanus sativus</i>	Rabano Brassicaceae
146) <i>Recinus communis</i>	Tárgo Euphorbiaceae
147) <i>Rosa spp</i>	Rosal Rosaceae
148) <i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar Poaceae
149) <i>Secale cereale</i>	Centeno Poaceae
150) <i>Sesamum indicum</i>	Sésamo Pedaliaceae
151) <i>Setaria paryflora</i>	Cola de zorro Poaceae
152) <i>Schlumbergera truncata</i>	Flor de mayo Cactaceae
153) <i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate Solanaceae
154) <i>Solanum melongena</i>	Berenjena Solanaceae
155) <i>solanum sp.</i>	Solanaceae
156) <i>Solanum tuberosum</i>	Papa Solanaceae
157) <i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo Poaceae
158) <i>sorghum halepense</i>	Pasto ruso Poaceae
159) <i>Sorghum sp.</i>	Sorgo Poaceae
160) <i>Sorghum halepense</i>	Sorgo Alepo Poaceae
161) <i>Sorghum sp.</i>	Sorgo Poaceae
162) <i>Spinacia oleracea</i>	Espinaca Chenopodiaceae
163) <i>Sporobolus indicus</i>	Forrajera Poaceae
164) <i>Tanacetum cinerarifolium</i>	Gramma rhodes Poaceae
165) <i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león Asteraceae
166) <i>Terminalia catappa</i>	Almendro Combretaceae
167) <i>Thalia geniculata</i>	Thalia blanca Marantaceae
168) <i>Trifolium incarnatum</i>	Trébol encarnado Fabaceae
169) <i>Trifolium polymorphum</i>	Peanut clover Fabaceae
170) <i>Trifolium sp.</i>	Trébol Fabaceae
171) <i>Triticum spp</i>	Trigo Poaceae
172) <i>Urochloa decumbens</i>	Pasto almbre Poaceae
173) <i>Urochloa platyphylla</i>	Pasto brachairia Poaceae
174) <i>Urochloa ramosa</i>	Browntop millet Poaceae
175) <i>Urochloa texana</i>	Mijo silvestre Poaceae
176) <i>vaccinium sp</i>	Arándano Fricaceae
177) <i>Vicia faba</i>	Haba Fabaceae

HOSPEDEROS		FAMILIA
Nombre científico	Nombre común	
180) <i>Viola sp.</i>	Violeta	Violaceae
178) <i>Vigna unguiculata</i>	Caupi	Fabaceae
179) <i>Vigna unguiculata</i>	Cuapi	Fabaceae
181) <i>Vitis vinifera</i>	Vid	Vitaceae
182) <i>Wisteria sinensis</i>	Glicina	Fabaceae
183) <i>Xanthium strumarium</i>	Cadillo	Poaceae
184) <i>Zaea mays</i>	Maíz	Poaceae
185) <i>Zaea mays subsp. mexicana</i>	Teosintle	Poaceae
186) <i>Zoysia sp.</i>	Césped	Poaceae

Adaptado de: Casmuz 2010

II.2.- Métodos de control de plagas y enfermedades

Desde que el hombre se convirtió en agricultor se vio en la necesidad de combatir las plagas que atacaban a sus cultivos, disminuyendo su cosecha y, por tanto, su fuente de alimentación (Cervera 2013). Manualmente se empezaron a eliminar los insectos de las plantas, realizando así el primer control de plagas de la historia. No obstante, paulatinamente comenzó a darse cuenta de la capacidad de determinados minerales para combatir esas mismas plagas. Así, por ejemplo, se tiene constancia del empleo de azufre como plaguicida desde 1000 años antes de Cristo.

Con el avance de la historia y los nuevos descubrimientos, el abanico de productos empleados en agricultura se amplió, desde el arsénico de los Romanos a la nicotina del S. XVIII, pasando por el sulfato de cobre, compuestos de mercurio, zinc, plomo, etc.(Cervera 2013)

No obstante, la verdadera explosión en el uso de plaguicidas químicos se dio a partir de la II Guerra Mundial, cuando el científico suizo Paul Hermann Müller descubrió el poder insecticida del DDT (1939). Tras este descubrimiento se forjó una potente industria destinada a la síntesis de productos químicos y su uso en agricultura se expandió de forma asombrosa.

Debido a los efectos negativos que ocasionaba este tipo de lucha y a la aparición del movimiento ecologista, la agricultura comenzó a cambiar el concepto de exterminio por el de control (Cervera 2013).

Posteriormente, surgió la lucha integrada de plagas, un sistema de gestión que, teniendo en cuenta el medio ambiente, las especies dañinas y las útiles, utiliza todas las técnicas disponibles de la forma más compatible posible, manteniendo a las poblaciones de organismos perjudiciales en niveles inferiores a los que causan daños económicos o pérdidas inaceptables. Pretende compatibilizar todos los sistemas conocidos (control químico, biológico, prácticas culturales...) de un modo racional, al mejor costo y respetuoso con el medio ambiente, por lo que suele ser socialmente más aceptable.

II.2.1.- Control biológico

El uso de enemigos naturales para reducir el impacto de plagas tiene una historia muy larga., el origen del aprovechamiento del fenómeno natural del control biológico está en la práctica de los antiguos agricultores chinos. Cuando observaron que las hormigas eran depredadores efectivos de muchas plagas de los cítricos , aumentaban sus poblaciones, para ello colectaban nidos de hormigas

depredadoras en hábitats cercanos y los colocaban en sus huertos, con el propósito de reducir las poblaciones de plagas del follaje.(Nicholls, 2008)

El control biológico es una forma de manejar poblaciones de animales o plantas. Consiste en el uso de uno o más organismos para reducir la densidad de una planta o animal que causa daño al hombre (DeBach, 1964)

II.2.2.- Etapas del control biológico

Según Gerding 2012 el control biológico se divide en las siguientes etapas.

1.- Determinar la existencia de enemigos naturales presentes en el área.

Todo organismo tiene controladores biológicos en forma natural y cuando éstos fallan o están ausentes, se produce el crecimiento excesivo de una población (insectos, animales, plantas), que se traducen o denominan plagas

2.- Introducción de enemigos naturales.

En un programa de introducción de enemigos naturales se deben tener presentes varios aspectos relacionados con la importación, crianza y liberación.

II.2.3.-Importancia de los insectos en laboratorio.

Al implementar el manejo integrado de plagas es necesario considerar todos los aspectos que componen el agroecosistema del cultivo de interés, en ocasiones, cuando se incursiona en el biocontrol de alguna especie que se ha trabajado poco se hace indispensable el muestreo en campo para introducir insectos plaga al

laboratorio con el fin de efectuar ensayos que permitan determinar con cuáles condiciones ambientales (altitud, temperatura, humedad, pH, entre otras) se desarrolla mejor la cría del organismo plaga. Por otra parte, al establecer una metodología de crianza en laboratorio se pueden identificar insectos parasitoides, hiper-parasitoides, microorganismos (hongos y bacterias) y virus que amplíen la gama de especies con actividad biocontroladora, no obstante, sería ventajoso analizar y determinar las condiciones óptimas de desarrollo de los ejemplares biocontroladores para poder criarlos masivamente (Portilla, 2006; Valerio, 2006).

Según Cohen, (2004); el desarrollo de biocontroladores es de suma importancia para conocer la metamorfosis completa y el nicho ecológico que juegan las especies hospedantes en los agroecosistemas. A su vez la reproducción de estos bajo estas condiciones garantiza una constante fuente de material libre del peligro de contaminaciones de los insectos por patógenos u otros, cosa que no sucede con las colectas hechas en campo las cuales solo son viables si el hospedante o la plaga se encuentra en grandes cantidades.

Este mismo autor sugiere que las características ideales del insecto hospedante bajo condiciones de laboratorio, es el que posee las siguientes características:

- Es fácilmente aceptado por las especies benéficas que van a ser cultivadas.
- Puede ser cultivado con facilidad sobre el medio del huésped, el cual está bien adaptado a procedimientos de insectario.

- Posee un grado rápido de incremento (fecundidad alta o ciclos cortos de vida, o ambos).
- Sea uniparental o que no presenta problemas serios de apareo.
- No produce subproductos dañinos, tales como secreciones melosas, seda o cera.
- Tiene hábitos alimenticios no especializados (se puede usar más de un huésped como medio).
- Es inmune a enfermedades.
- Presenta poca actividad interna.

Una forma de evaluar y de monitorear la resistencia de estos cultivares y su relación con las distintas plagas es el empleo de las dietas merídicas, al permitir el desarrollo del insecto y la incorporación de las endotoxinas, a distintas dosis. (Maldonado *et al.* 2009).

II.2.4.-Medios nutritivos para la cría de insectos

Todos los grados de artificialidad en dietas han sido usados para el cultivo de insectos, desde los puramente químicos (dietas definidas) hasta los de alimentos naturales de composición media pero que mecánicamente han sido cambiados (cocinadas, partidas y mezcladas), y que pueden denominarse como “medio preparado” (De Bach, 1968).

Según Artigas, (1994) para que un insecto consuma un alimento, este debe cumplir con varios requisitos:

- Ser reconocible por el insecto
- Estar en condiciones de ser ingerido y digerido
- Aportar los nutrientes necesarios que permitan la sobrevivencia y reproducción del insecto

Las dietas artificiales proveen un alimento fácil de manejar, eliminan el problema del cultivo de la planta huésped (Etzel y Legner, 1999 citado por Murúa *et al.* 2003).

Entre las dietas más empleadas para la cría del cogollero está la propuesta por Shorey y Hale (1965) (Cuadro 3), sugerida originalmente para la cría de *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) y otras especies de noctuidos, cuya fuente de proteína es el frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Esta dieta ha sido objeto de varios estudios y modificaciones. Por ejemplo Bowling (1967), cambió las relaciones de los ingredientes, mientras que Villacorta y Cobo (1978) modificaron la forma de prepararla. Nalim (1991), citado por Souza *et al.* (2001), la empleó, incluyendo levadura de cerveza y aumentando la concentración de formaldehído, con éxito para la cría de *S. frugiperda*. Esta dieta, comúnmente denominada de “fríjol”, fue usada en el año 2006 por el grupo de investigación “Fitosanidad” de Colombia, para la cría del *S. frugiperda* y para la determinación de concentraciones letales, incorporando dosis seriadas de la toxina Cry1Ac del Bt. Sin embargo, se detectaron problemas de contaminación, básicamente por la bacteria “rosada” *Serratia* y los hongos *Aspergillus* y *Penicillium*, y una alta mortalidad de neonatos (recién nacidos) lo que obligó a evaluar otras dietas, Para que una dieta pueda ser usada en este tipo de bioensayos de susceptibilidad a Bt,

Marçon *et al.* (2000) establecieron para *Ostrinia nubilalis* (Hübner), (Lepidoptera: Crambidae), los siguientes criterios: una mortalidad menor del 15%, al séptimo día de desarrollo larval; que las larvas se encuentren entre el tercer y cuarto instar y que, al décimo día, las larvas pesen más de 0,1mg.

Ingredientes para preparar 500ml de dieta	Shorey y Hale (1965) (modificada)	Greene et al. (1976) (modificada)	ICRISAT Dieta No 3
Agua	325ml	302ml	312ml
Harina de frijol blanco		29.2g	
Harina de frijol calima	100g		
Harina de garbanzo			75g
Germen de trigo		23,5g	
Harina de soja		11.75	
Levadura de cerveza		14.75	
Metilparaben	1g		
Ácido ascórbico	1.5g	1.4g	1.17g
Ácido sórbico	0.5g	0.7g	0.75g
Tableta multivitamínica Centrum		1 tableta	1 tableta
Tetraciclina		0.025g	0.04g
Formaldehído	1ml	1.4ml	

Cuadro 3. Ingredientes utilizados en la preparación de la dieta meridica (Greene et al. Modificada, Shorey y Hale modificada 1965)

II.2.5 Cría de lepidópteros: Noctuidae en condiciones de laboratorio

- ***Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de Spodoptera frugiperda (Lep.:Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides.*** Realizada por Murúa et al. (2013), donde tres composiciones fueron comparadas con una dieta control previamente reportada. En cada una de ellas, los componentes fueron: harina de frijol, harina de maíz colorado, maíz blanco partido y

arroz. Se obtuvieron parámetros tales como: costo aproximado por kg, tiempo de desarrollo de cada estado y estadio, longevidad, proporción de sexos, supervivencia y expectativa de vida. Basándose en la duración del ciclo de vida y al número de adultos obtenidos se seleccionaron dos dietas.

- ***Evaluación de dietas merídicas para la cría en laboratorio de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)*** Realizado por Arévalo *et,al* (2009), útil para monitorear su posible resistencia del gusano cogollero a cultivares transgénicos, se llevó a cabo durante tres generaciones consecutivas, sobre las dietas ICRISAT Dieta 3, Greene y Shorey & Hale modificadas (Tabla 1) y alimento natural, (hojas de maíz), Con todas las dietas, se logró el desarrollo, pero se presentaron diferencias en la duración del ciclo, en la supervivencia y en el peso de larvas y pupas. La dieta que presentó los mejores resultados fue la dieta ICRISAT al proporcionar a las larvas una menor duración de desarrollo, un menor número de instares, los mayores pesos de larvas y de pupas, y una supervivencia cercana al 100%.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se desarrolló bajo condiciones controladas, en el laboratorio de Toxicología, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP) Campo Experimental las Huastecas sede del CIRNE, en el Sur de Tamaulipas. Las condiciones que se presentaron durante el transcurso del ensayo fueron: Temperatura fluctuante entre los 24 y 27 °C, con una media de 26°C, la Humedad Relativa osciló del 40 al 90%, con una media de 71.8%.

III.1 Colecta del material biológico en campo.

Durante el mes de marzo, se efectuaron colectas manuales de larvas de *frugiperdaen* el segundo instar de desarrollo (generalmente, se recomienda realizar la colecta de larvas en ultimo instar, pero debido a la fenología del cultivo solamente se pudieron colectar larvas del segundo), esto se realizó en plantaciones de maíz en la fase de crecimiento vegetativo; específicamente, sobre aquellas plantas que presentaban en las hojas signos de defoliación y resto de excremento del gusano plaga (Figura 6). El muestreo y colecta se llevaron a cabo en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental las Huastecas. Localizado en Altamira, Tamaulipas, México, situadas sobre las coordenadas (22°34'6"N 98°10'5"W).



Figura 6. Larvas colectadas en campo alimentadas con dieta artificial para obtener el pie de cría

III.1.1. Pie de cría

Se colectaron 60 larvas en una parcela de maíz perteneciente al campo antes mencionado. La colecta se llevó a cabo el 3 de Marzo del año 2013. Las larvas se colocaron individualmente en vasos de plástico de 25 ml de capacidad, con 8 ml de dieta artificial de la empresa Southland products (figura 7), posteriormente fueron trasladados al laboratorio de Toxicología (INIFAP), donde se mantuvieron hasta llegar al estado de pupa. 4 días posteriores, estas se sexaron (figura 8) y se colocaron en bolsas de papel de estraza en una relación macho-hembra de 1:1 para que emergieran los adultos (palomillas). Estas se conservaron dentro de la bolsa hasta la copulación y posterior ovoposición. Para la obtención de

huevecillos, se procedió a dormir a los adultos exponiéndolos a bajas temperaturas por periodos cortos para promover su inactivación. Una vez que las palomillas estaban dormidas (esto se hace con la finalidad de evitar que se lastimen al oponer resistencia), se cambiaron de bolsa y se procedió al recorte del papel donde se encontraban las masas de huevecillos, los cuales se colocaron en vasitos de plástico hasta su emergencia. Estas fueron las larvas (F2) con las cuales se dio inicio al ensayo.



Figura 7. Dieta artificial Southland products con larvas de *S. frugiperda*.

III.2.- Tratamientos

Se llevaron a cabo un total de cuatro tratamientos, estos consistieron en la alimentación de la larva de *S. frugiperda*, con distintas dietas alternativas [trozos de papa, granos de frijol remojado, granos frescos de elote y una dieta artificial de la empresa Southland products. Con cada tratamiento se alimentaron 100 larvas del insecto plaga. Cabe resaltar, que a las dietas alternativas no se le agrego ningún tipo de antibiótico para evitar un aumento de gastos.

La elaboración de las dietas se llevó a cabo bajo el siguiente esquema:

- **Dieta artificial Southland products**

- a) Se colocó a fuego 1lt de agua hasta la ebullición.
- b) El agua hervida se vació en un recipiente, se le agrego 162gr de dieta artificial de la empresa Southland products, 5 gr de agar. La mezcla se homogeneizo con la ayuda de una batidora.
- c) Se procedió a llenar (8ml) los 100 vasos de plástico con la ayuda de una probeta, el vaciado se realizó de manera rápida para evitar que la dieta solidificara.
- d) Una vez llenos los vasos, se dejaron enfriar por media hora hasta la completa solidificación del medio y se colocaron las larvas de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith.

- **Dieta a base de papa**

- a) Trozado de papa con un bisturí.

- b) Pesado de los trozos de papa con la ayuda de una balanza analítica
- c) Los trozos de papa se colocaron dentro del vaso de 25 ml, este procedimiento se repitió cada tercer día.

- **Dieta a base de elote**

- a) Corte del elote de la parcela del INIFAP, el elote que sobraba se guardó en una bolsa plástica dentro del refrigerador para evitar su deshidratación.
- b) Desgranado del elote
- c) Colocación de los granos de elote dentro de cada vaso.

- **Dieta a base de frijol**

- a) Se compró una bolsa de frijoles bayos en una tienda comercial.
- b) Se remojaron en agua durante 24 horas para promover el ablandamiento del grano.
- c) Se colocaron los granos dentro del vaso plástico.

III.3.- Variables evaluadas para la realización de las tablas.

Como se ha mencionado anteriormente, se realizaron tablas de vida, de fertilidad y de mortalidad para cada uno de los tratamientos establecidos. Dentro de cada tabla se evaluaron distintas variables por cada fase biológica, las cuales ayudaron a completar toda la información requerida para dichas tablas, así tenemos lo siguiente:

- a. *Tablas de vida.*

- Número de sobrevivientes por intervalo de días (n_x): Se realizó la observación y conteo de individuos vivos diariamente.
- Número de individuos muertos durante el intervalo x a $x+1$ (d_x): Se realizó la observación y conteo de individuos vivos durante cada intervalo de tiempo.
- Tasa de mortalidad durante el intervalo x a $x+1$ (q_x): Tomando como 100 larvas el 100% de individuos vivos, se hacen cálculos simples para establecer el porcentaje o tasa de individuos muertos en cada intervalo de tiempo.
- Sumatoria desde x_n a x_0 (T_x): Se hace 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.
- Esperanza media de vida para los individuos vivos al inicio de cada intervalo (e_x): Sumatoria de individuos vivos desde el día x hasta x_n , dividido entre los individuos existentes en el día $x-1$.

b. tablas de fertilidad

- Número de pupas hembra: Conteo de pupas hembra mediante la observación directa, esta podía observarse a través de un microscopio, las hembras presentaba en la parte terminal una figura en forma de (y) y los machos presentaba un símbolo de infinito en la parte termina de la pupa (∞) (Figura 12).
- Número de pupas macho: Observación directa de las características mencionadas anteriormente.

- Proporción sexual para hembras: Del número total de individuos, que porcentaje de este corresponde a hembras
- Hembras vivas: Número total de hembras, ya sea en estado de pupa o adulto. El adulto se identifica fácilmente, ya que las hembras tienen alas traseras de color blancuzco, mientras que los machos tienen figuras irregulares llamativas en las alas delanteras (arabescos) y las traseras son blancas (Fig. 5).
- Huevecillos totales: Conteo de huevecillos mediante observación directa
- Proporción de sobrevivientes en edad X: Observación directa, del 100%, cuantos están vivos.
- Proporción de hembras sobrevivientes en edad X: De todos los individuos sobrevivientes sin distinción de sexo, la proporción de hembras se contabilizo por observación directa.

c. Tabla de mortalidad

- Se realiza mediante L_x , es decir, la proporción de sobrevivientes en edad X.

d. Otras variables

- Peso de larvas en tercer instar: Una vez que las larvas alcanzaron el tercer instar, estas se pesaron con la ayuda de una balanza analítica marca OHAUS
- Peso de pupas: Una vez que las larvas alcanzaron el estado de pupa, estas se pesaron con la ayuda de una balanza analítica marca OHAUS.

- Ciclos de vida: Se realizó una descripción del ciclo de vida de las larvas de acuerdo a los tratamientos evaluados, es decir, los estadios alcanzados y los días que estuvieron en cada uno de ellos.

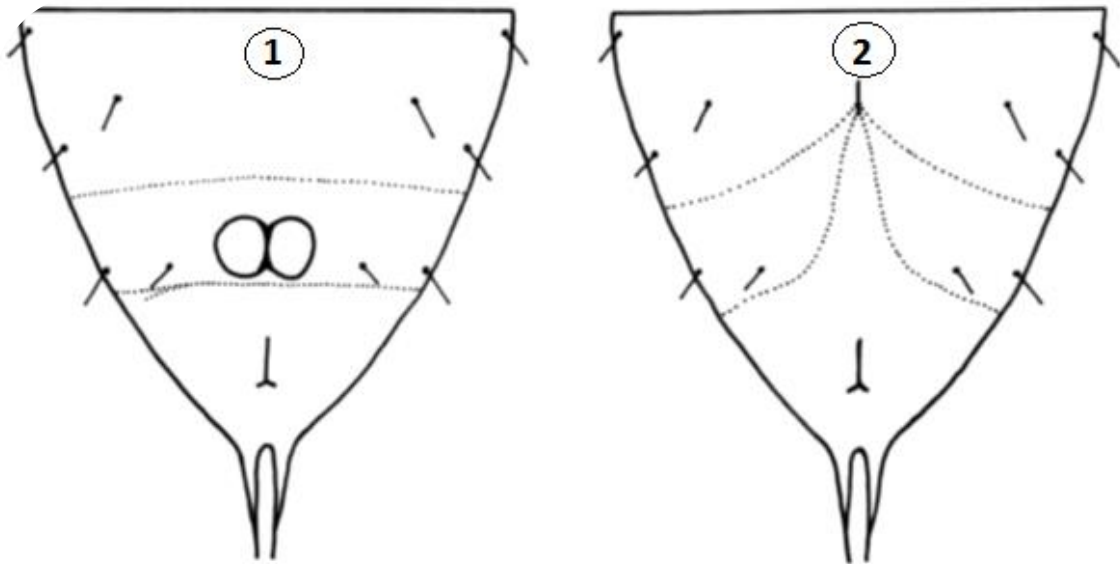


Figura 8. Identificación de sexo en pupas de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith. 1.- Macho; 2.- Hembra. (Vargas 2010)

III.4.Tabla de vida.

Se utilizó una cohorte (muestra de la misma edad,representativa de la población) de 100 larvas recién emergidas para elaborar las tablas de vida para cada una de las dietas a probar. Se utilizó un centenar de larvas por tratamiento, las cuales fueron conservadas y alimentadas individualmente en vasos de 25 ml, cada una con sus respectivas dietas (figura 9), las dietas excepto la dieta artificial, fueron cambiadas cada tercer día con la ayuda de unas pinzas para evitar alto grado de

contaminación, este proceso se realizó hasta que todas las larvas de cada cohorte llegaron a la fase de pupa.

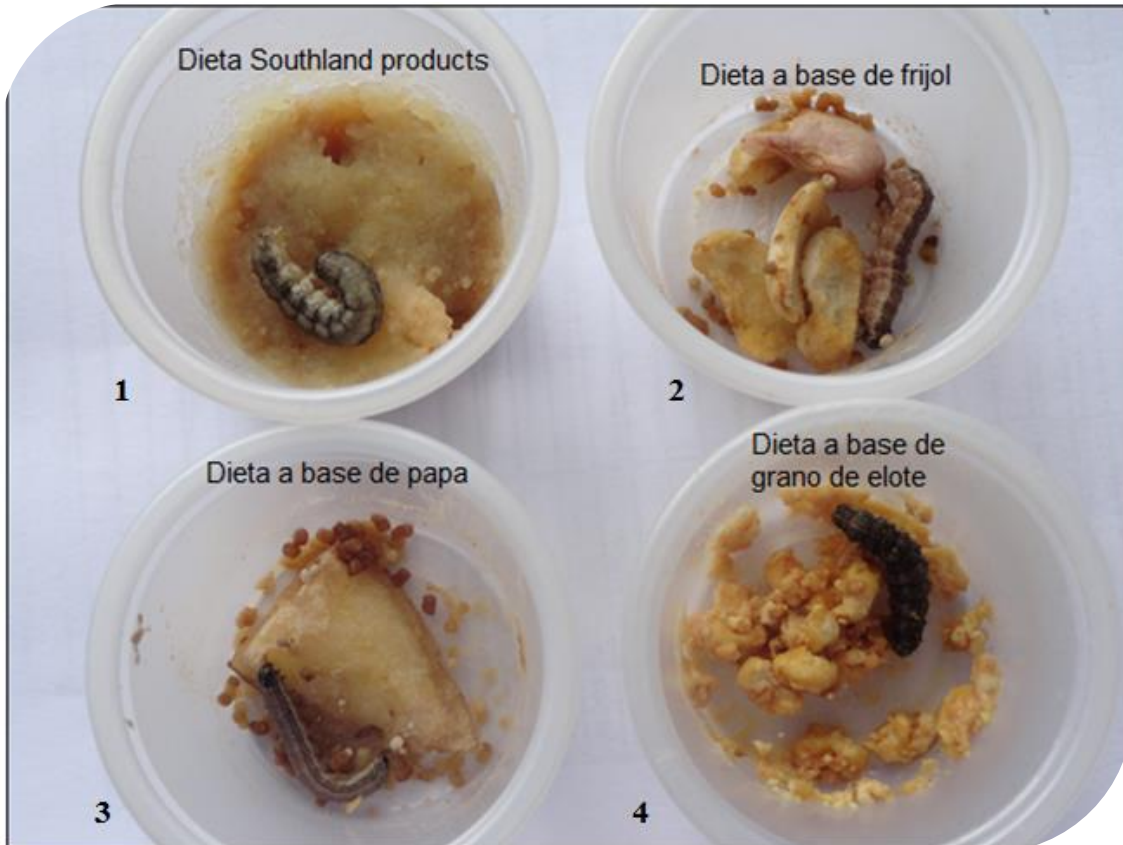


Figura 9. Larvas alimentándose bajo diferentes dietas durante el ensayo

III.4.Tabla de fertilidad

Las tablas de fertilidad se hicieron con los individuos de cada cohorte utilizados para la elaboración de las tablas de vida que llegaron a adulto, las pupas de cada cohorte se separaron por sexo y edad, estos se colocaron en bolsas de papel con capacidad de un kilogramo en relación de sexo de 1:1, por bolsa. Estas palomillas se alimentaron con una solución azucarada del 10% v/v hasta que copularan y

ovopositaran en las paredes de la bolsa (figura 10), Diariamente se cambiaron las bolsas y se contabilizo el número de huevecillos.

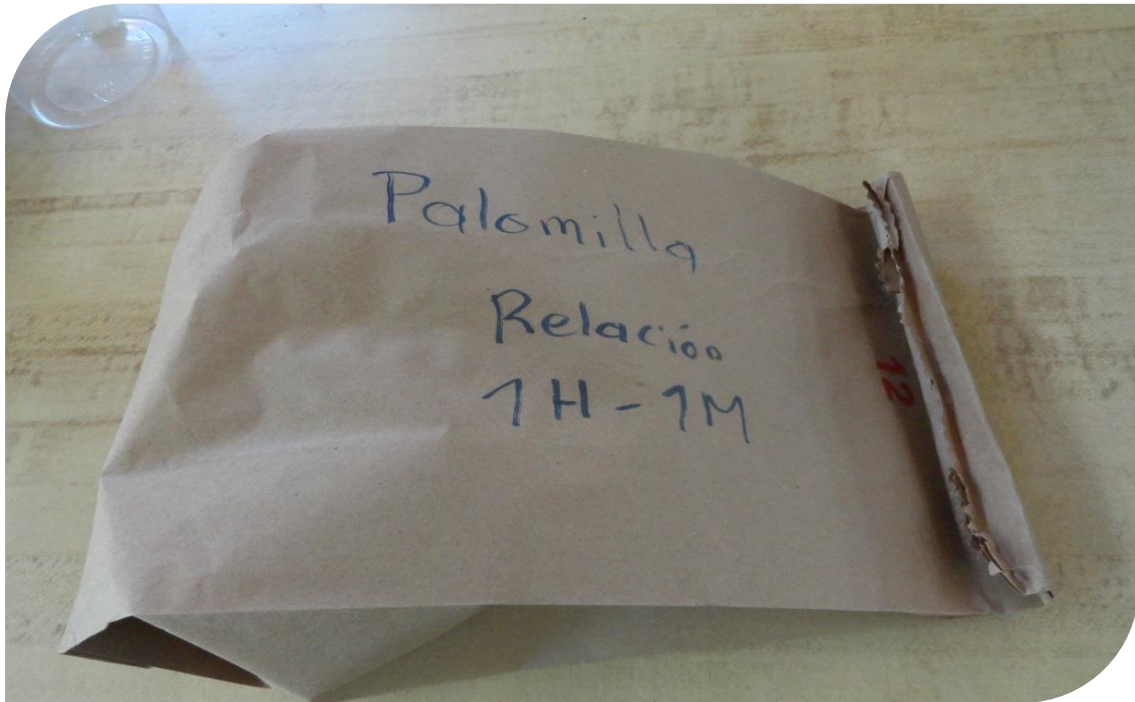


Figura 10. Bolsas de papel con palomilla.

III.6. Tabla de mortalidad

Esta se llevó a cabo con la función L_x que corresponde a la proporción de sobrevivientes al inicio de cierta edad (X) en relación al tiempo. Con la ayuda de estos cuadros, también es posible obtener la curvas de supervivencia de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith para cada una de los tratamientos

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Con la realización del presente estudio se logró llegar a los siguientes resultados:

IV.1. Tablas de vida

Las larvas eran controladas diariamente, registrando los momentos de ecdisis, el pasaje al estado de pupa y emergencia de los adultos con lo cual fue posible construir tablas de vida.

Las tablas de vida de cohorte para cada uno de los cuatro tipos de dieta utilizados, se presenta en los cuadros 4,5,6 y 7; en ellas se observa la esperanza de vida (e_x) de *S. frugiperda* en cada uno de los intervalos de edad (x). En general la esperanza de vida en el primer intervalo (x_0), fue menor que en el intervalo x_1 en la dieta de elote y dieta de papa, a diferencia que en la dieta artificial y frijol, en las cuales la esperanza de vida fue mayor. En la dieta de elote, la esperanza de vida en el intervalo x_0 fue menor que en cualquiera de los intervalos que dura la fase de larva, esto debido a la alta mortalidad durante dicho intervalo. Por otra parte, la esperanza media de vida (e_x) de *S. frugiperda*, en la dieta artificial es mayor que en las demás hasta llegar al estado adulto.

Cuadro 4: Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* alimentada con dieta artificial Southland products.

Fase biológica	Días	Ind.vivos	Ind. muer.	Ind. Vivos	Sumatoria	Esperanza
	x	n _x	d _x	L _x	T _x	Días e _x
Larvas	0	100	0	100	1647	16.47
	1	100	0	100	1547	15.47
	2	100	2	99	1447	14.47
	3	98	28	84	1348	13.76
	4	70	2	69	1264	18.06
	5	68	0	68	1195	17.57
	6	68	3	66.5	1127	16.57
	7	65	1	64.5	1060.5	16.32
	8	64	1	63.5	996	15.56
	9	63	2	62	932.5	14.80
Pre-pupa	10	61	0	61	870.5	14.27
	11	61	2	60	809.5	13.27
	12	59	1	58.5	749.5	12.70
	13	58	3	56.5	691	11.91
	14	55	1	54.5	634.5	11.54
	15	54	0	54	580	10.74
	16	54	4	52	526	9.74
	17	50	2	49	474	9.48
	18	48	4	46	425	8.85
	19	44	3	42.5	379	8.61
Pupa	20	41	0	41	336.5	8.21
	21	41	0	41	295.5	7.21
	22	41	10	36	254.5	6.21
	23	31	4	29	218.5	7.05
	24	27	1	26.5	189.5	7.02
	25	26	2	25	163	6.27
	26	24	0	24	138	5.75
	27	24	5	21.5	114	4.75
	28	19	3	17.5	92.5	4.87
	29	16	2	15	75	4.69
Adulto	30	14	2	13	60	4.29
	31	12	0	12	47	3.92
	32	12	0	12	35	2.92
	33	12	4	10	23	1.92
	34	8	2	7	13	1.63
	35	6	3	4.5	6	1.00
	36	3	3	1.5	1.5	0.50
	37	0	0	0	0	0.00

x= Intervalo de edad en días; n_x= números de sobrevivientes 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 xn a x0.; e_x= Esperanza media de vida para los individuos vivos al inicio de cada intervalo.

Cuadro 5: Tabla de vida de *spodoptera frugiperda* J.E. Smith alimentada con la dieta Elote

Fase	Día x	Indv. n _x	Ind.muert d _x	Indv.vivo L _x	Sumatoria T _x	Esperanza Días e _x
Larvas	0	100	2	99	99	0.99
	1	98	31	82.5	1194	12.183
	2	67	12	61	1111.5	16.589
	3	55	0	55	1050.5	19.1
	4	55	5	52.5	995.5	18.10
	5	50	2	49	943	18.86
	6	48	1	47.5	894	18.625
	7	47	1	46.5	846.5	18.010
	8	46	0	46	800	17.391
	9	46	0	46	754	16.391
Pre-pupa	10	46	1	45.5	708	15.391
	11	45	0	45	662.5	14.722
	12	45	0	45	617.5	13.722
	13	45	3	43.5	572.5	12.722
	14	42	1	41.5	529	12.595
	15	41	0	41	487.5	11.890
Pupa	16	41	1	40.5	446.5	10.890
	17	40	1	39.5	406	10.15
	18	39	2	38	366.5	9.397
	19	37	0	37	328.5	8.878
	20	37	3	35.5	291.5	7.878
	21	34	0	34	256	7.529
	22	34	5	31.5	222	6.529
	23	29	3	27.5	190.5	6.568
Adulto	24	26	0	26	163	6.269
	25	26	3	24.5	137	5.269
	26	23	0	23	112.5	4.891
	27	23	2	22	89.5	3.891
	28	21	0	21	67.5	3.214
	29	21	7	17.5	46.5	2.214
	30	14	4	12	29	2.071
	31	10	6	7	17	1.7
	32	4	0	4	10	2.5
	33	4	0	4	6	1.5
	34	4	4	2	2	0.5
	35	0	0	0	0	0

x= Intervalo de edad en días; n_x= números de sobrevivientes 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 xn a x0.: e_x= Esperanza media de vida para los individuos vivos al inicio de cada intervalo.

Cuadro 6: Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith alimentada con la dieta de Frijol

Fase biológica	Días	Ind.vivos	Ind. muer.	ind. vivos	Sumatoria	Esperanza
	X	n_x	d_x	L_x	T_x	Dias e_x
Larvas	0	100	0	100	1225	12.25
	1	100	11	94.5	4.487	0.044
	2	89	7	85.5	4.377	0.049
	3	82	8	78	4.298	0.052
	4	74	5	71.5	4.200	0.056
	5	69	1	68.5	4.133	0.059
	6	68	1	67.5	4.118	0.060
	7	67	4	65	4.104	0.061
	8	63	1	62.5	4.044	0.064
	9	62	1	61.5	4.028	0.064
	10	61	1	60.5	4.012	0.065
	11	60	3	58.5	3.995	0.066
	12	57	0	57	3.945	0.069
	13	57	10	52	3.945	0.069
	14	47	0	47	3.770	0.080
	15	47	7	43.5	3.770	0.080
	16	40	10	35	3.621	0.090
	17	30	3	28.5	3.371	0.112
	18	27	4	25	3.271	0.121
	19	23	4	21	3.123	0.135
	20	19	3	17.5	2.949	0.155
	21	16	10	11	2.791	0.174
	22	6	0	6	2.166	0.361
	23	6	4	4	2.166	0.3611
	24	2	0	2	1.5	0.75
	25	2	1	1.5	1.5	0.75
	26	1	1	0.5	1	1
27	0	0	0	0	0	

x = Intervalo de edad en días; n_x = números de sobrevivientes 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 para los individuos vivos al inicio de cada intervalo.

Cuadro 7: Tabla de vida de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith alimentada a través de una dieta a base de Papa

Fase biológica	Días	Ind.vivos	Ind. muer.	Ind.vivos	Sumatoria	Esperanza
	x	n _x	d _x	L _x	T _x	Días e _x
Larvas	0	100	17	91.5	1292	12.92
	1	83	10	78	1200.5	14.463
	2	73	1	72.5	1122.5	15.376
	3	72	7	68.5	1050	14.583
	4	65	6	62	981.5	15.1
	5	59	9	54.5	919.5	15.584
	6	50	2	49	865	17.3
	7	48	2	47	816	17
	8	46	1	45.5	769	16.717
	9	45	3	43.5	723.5	16.077
	10	42	0	42	680	16.190
	11	42	1	41.5	638	15.190
	12	41	0	41	596.5	14.548
	13	41	0	41	555.5	13.548
	14	41	2	40	514.5	12.548
	15	39	0	39	474.5	12.166
	16	39	0	39	435.5	11.166
	17	39	0	39	396.5	10.166
	18	39	0	39	357.5	9.166
	19	39	0	39	318.5	8.166
	20	39	0	39	279.5	7.166
	21	39	4	37	240.5	6.166
	22	35	2	34	203.5	5.814
	23	33	3	31.5	169.5	5.136
	24	30	5	27.5	138	4.6
	25	25	2	24	110.5	4.42
	26	23	2	22	86.5	3.760
	27	21	0	21	64.5	3.071
	28	21	2	20	43.5	2.071
	29	19	13	12.5	23.5	1.236
	30	6	2	5	11	1.833
	31	4	0	4	6	1.5
	32	4	4	2	2	0.5
33	0	0	0	0	0	

x= Intervalo de edad en días

n_x= números de sobrevivientes 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 xn a x0.

e_x= Esperanza media de vida para los individuos vivos al inicio de cada intervalo.

En las tablas anteriores se puede observar que no en todas las dietas se logran desarrollar las larvas hasta la etapa adulta, por lo que las dietas de papa y frijol son fácilmente descartables, debido a que nada más llegaron a larvas, sin llegar a pupas y por ende no hubo adultos ni generaciones nuevas. Resultados similares fueron reportados por (Murúa 2003) donde con la utilización de una dieta alternativa a base de harina de maíz colorado, las larvas presentaron estadios larvarios de larga duración; pocas larvas comenzaban a formar el capullo y la mayoría de ellas no lograba transformarse en estado de pupa.

Estos materiales presentaron alto grado de descomposición por lo que las larvas no se pudieron desarrollar adecuadamente y esto les provocó la muerte, ya sea por contaminación posiblemente bacteriana (papa) o por la liberación de compuestos volátiles tóxicos (Frijol). En estos casos es recomendable el uso de antibióticos para evitar contaminación de las dietas, por otro lado se han reportado que el uso de estos provoca que los ciclos de vida se alteren e incluso pueden provocar la muerte de las larvas, (si hay algo de trabajos que mencione eso de los antimicrobiales ponlo aquí empieza así....como lo menciona fulanito de tal, el cual altero el ciclo de x larva etc.) además de que el precio de producción de la dieta se eleva considerablemente, por lo que se debe buscar otras alternativas naturales viables, una de las cuales puede ser el elote, puesto que se logró la producción de adultos.

IV.2.Tablas de fertilidad

Para estimar duración del ciclo se utilizó la técnica demográfica de tablas de fertilidad con base en el método descrito por Vera et al. (2002). Se realizaron observaciones cada 24 horas, se registraron duración de las etapas de larva, prepupa, pupas y adulto, así como número de sobrevivientes en cada una de las fases de desarrollo. Por medio del programa Exel (Microsoft Exel® 2007) el número de individuos por cada hembra durante una generación para poder estimar cuál de las dietas fue el mejor en cuanto a la generación de descendencia.

Las tablas de fertilidad (cuadro x,y) se realizaron únicamente para las dieta artificial Southland products y Elote, debido a que son las únicas que lograron llegar a adultos y generar descendencia (huevecillos), por lo que con las demás dietas (Frijol y papa) fue imposible hacer esto debido a la falta de datos.

Cuadro 8. Tabla de fertilidad dieta artificial

Número de pupas hembra	8	Número inicial de larvas neonatas	100
Número de pupas macho	7	Proporción sexual para hembras	0.53

X	N_x	L	M	I_x	L_x
16	54	8	0	0.540	0.150
17	50	7	184	0.500	0.131
18	48	7	1025	0.480	0.131
19	44	7	0	0.440	0.131
20	41	7	0	0.410	0.131
21	41	7	394	0.410	0.131
22	41	7	600	0.410	0.131
23	31	7	0	0.310	0.131
24	27	7	0	0.270	0.131
25	26	7	0	0.260	0.131
26	24	7	0	0.240	0.131
27	24	7	0	0.240	0.131
28	19	7	0	0.190	0.131
29	16	6	0	0.160	0.113
30	14	6	0	0.140	0.113
31	12	4	0	0.120	0.075
32	12	4	0	0.120	0.075
33	12	3	0	0.120	0.056
34	8	2	0	0.080	0.038
35	6	0	0	0.060	0.000
36	3	0	0	0.030	0.000
37	0	0	0	0.000	0.000

X: Intervalo de edad;

N_x: Número de sobrevivientes en edad X;

L: Hembras vivas;

M: Huevecillos totales;

I_x: Proporción de sobrevivientes en edad;

L_x: Proporción de hembras sobrevivientes en edad X.

Cuadro 9. Tabla de fertilidad dieta de elote

Número de pupas hembra	8	Número inicial de larvas neonatas	100
Número de pupas macho	22	Proporción sexual para hembras	0.27

X	N_x	L	M	I_x	L_x
21	34	8	0	0.340	0.300
22	34	8	0	0.340	0.300
23	29	8	0	0.290	0.300
24	26	8	0	0.260	0.300
25	26	8	0	0.260	0.300
26	23	8	305	0.230	0.300
27	23	8	0	0.230	0.300
28	21	8	0	0.210	0.300
29	21	8	0	0.210	0.300
30	14	5	0	0.140	0.188
31	10	3	0	0.100	0.113
32	4	2	240	0.040	0.075
33	4	2	0	0.040	0.075
34	4	2	0	0.040	0.075
35	0	0	0	0.000	0.000

X: Intervalo de edad;

N_x: Número de sobrevivientes en edad X;

L: Hembras vivas;

M: Huevecillos totales;

I_x: Proporción de sobrevivientes en edad;

L_x: Proporción de hembras sobrevivientes en edad X.

En las tablas anteriores se observa que la dieta a base de elote es la que presenta más adultos, sin embargo tiene el mismo número de adultos hembra que el tratamiento a base de dieta artificial, por lo que la proporción sexual para hembras es menor, sin embargo, este índice puede ser engañoso, ya que al tener más machos dentro del grupo se puede asegurar un mayor número de copulas y por lo tanto una mayor probabilidad de generar descendencia. Por otro lado, aunque la

dieta a base de Elote genero mayor cantidad de adultos, la descendencia generada por pareja fue inferior a los huevecillos que produjeron las parejas de la dieta artificial, es decir la relación pareja-huevecillos fue menor en la dieta del elote, por lo que se puede concluir que la dieta artificial es mejor que la dieta del elote, no obstante que esta haya producido una cantidad aceptable de huevecillos por pareja (Cuadro 8), por lo que es recomendable su uso debido a su fácil preparación y su bajo costo de producción. Estudios similares fueron reportados por (Chacón 2009) el reporto que con la dieta artificial se observó un crecimiento adecuado de las larvas, ya que les permitió completar su ciclo de vida hasta dejar una numerosa descendencia fértil, mientras que la dieta natural a base de hojas tiernas de maíz, también alcanzaron su ciclo de vida, solo que los huevos de esta especie tardaron un poco más que los de la dieta artificial pero obtuvieron una descendencia un poco más baja que la dieta artificial.

IV.3.Tablas de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith.

La función L_x (Cuadro 10) que corresponde a la proporción de supervivientes al inicio de cierta edad (x), en relación al tiempo y así obtener la curvas de supervivencia de *S. frugiperda* en cada una de los tratamientos (Grafica 2). En estas curvas se puede observar claramente que la mayor mortalidad sucedió a partir del día 2. En el caso de la dieta artificial la mortalidad en el segundo día no fue notable, posteriormente en el día 4 la mortalidad se desarrolló de una manera uniforme, pero después de los 30 días nuevamente aumento de forma

considerable; en este periodo, la mortalidad correspondiente fue durante el 6 instar larval.

En la dieta de papa, las larvas presentaron una sobrevivencia de 33 días (cuadro 7) y se observó desde el primero hasta el sexto instar de desarrollo, sin llegar al estado de pupa lo anterior se debió a la alta cantidad de contaminación, estas contaminaciones son comunes y son provocadas por bacterias, hongos, virus, lo cual se convierte en uno de los mayores problemas en las dietas según Zambrano (2013).

Por esta razón, debido a las condiciones poco controladas bajo las cuales se desarrolla este sistema de cría, las dietas son susceptibles a deteriorarse por efectos de estos microorganismos (Silkorski *et al.* 2001; Alverson y Cohen 2002; Street *et al.* (2008), los cuales producen cambios bioquímicos y toxinas que alteran el valor nutritivo de la dieta Bell *et al.* (1981).

Debido a estos cambios sobre las dietas, los efectos sobre las larvas son varios, entre los que destacan los siguientes: Reduce el tamaño de los insectos, retrasan su desarrollo, disminuye la producción de feromona, el nivel de aminoácidos y ácidos grasos, alteran el nivel de ácido úrico presente en la hemolinfa y mueren (Sikorowski *et al.* 1992).

Cuadro 10: Tabla de mortalidad

x (Días)	Valor de L_x en cada tratamiento			
	Dieta Artificial Southland	Dieta a base de elote	Dieta a base de frijol	Dieta a base de Papa
0	1.000	1.000	1.000	1.000
1	1.000	0.980	1.000	0.830
2	1.000	0.670	0.890	0.730
3	0.980	0.550	0.820	0.720
4	0.700	0.550	0.740	0.650
5	0.680	0.500	0.690	0.590
6	0.680	0.480	0.680	0.500
7	0.650	0.470	0.670	0.480
8	0.640	0.460	0.630	0.460
9	0.630	0.460	0.620	0.450
10	0.610	0.460	0.610	0.420
11	0.610	0.450	0.600	0.420
12	0.590	0.450	0.570	0.410
13	0.580	0.450	0.570	0.410
14	0.550	0.420	0.470	0.410
15	0.540	0.410	0.470	0.390
16	0.540	0.410	0.400	0.390
17	0.500	0.400	0.300	0.390
18	0.480	0.390	0.270	0.390
19	0.440	0.370	0.230	0.390
20	0.410	0.370	0.190	0.390
21	0.410	0.340	0.160	0.390
22	0.410	0.340	0.060	0.350
23	0.310	0.290	0.060	0.330
24	0.270	0.260	0.020	0.300
25	0.260	0.260	0.020	0.250
26	0.240	0.230	0.010	0.230
27	0.240	0.230	0.000	0.210
28	0.190	0.210		0.210
29	0.160	0.210		0.190
30	0.140	0.140		0.060
31	0.120	0.100		0.040
32	0.120	0.040		0.040
33	0.120	0.040		0.000
34	0.080	0.040		
35	0.060	0.000		
36	0.030			
37	0.000			

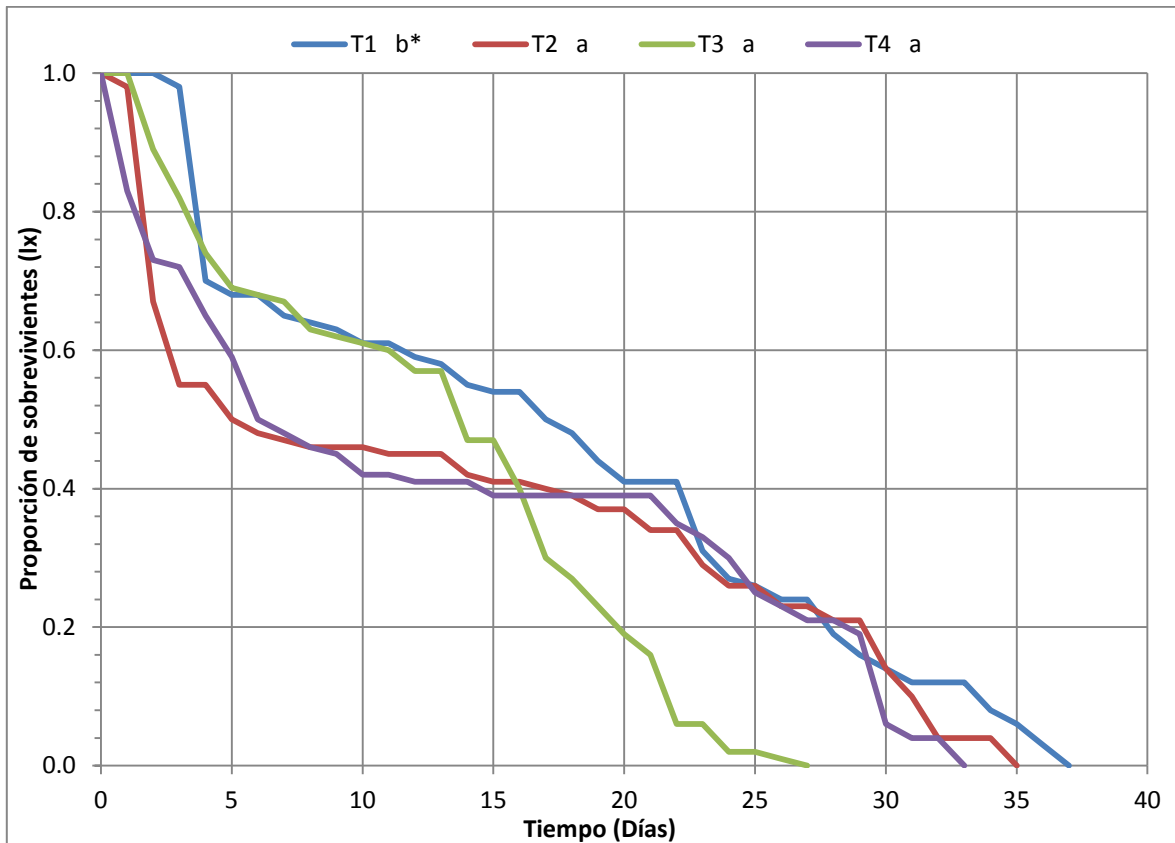
L_x : Proporción de supervivientes al inicio de cierta edad (x)

En caso de la dieta de frijol la mortalidad ocurrida durante los primeros tres días fue nula; posteriormente la población se fue reduciendo al punto de que al día 26 solo se contaba con un individuo, el cual provoco deceso para el día 27, por lo que ninguno de ellos lleo al estado de pupa, esto debido a que el frijol de deshidrataba de una manera muy rápida, y después ya no podía ser digeridos por los individuos y por la misma cuestión los individuos no crecieron ni aumentaron de peso, posteriormente estas larvas murieron posiblemente de inanición.

En la tabla anterior se observa que el tratamiento artificial es el que logro un ciclo de vida más largo, seguido por el tratamiento a base de elote y finalmente el tratamiento a base de frijol. En este caso (Dieta de frijol), el ciclo de vida fue muy corto (Gráfica 1) y las larvas ni siquiera alcanzaron la etapa adulta.

En esta gráficatambién se observa que los ciclos más cortos pertenecen a los tratamientos con dietas a base de Frijol y papa, sin embargo estos ciclos nunca fueron completos (las larvas murieron antes de llegar a pupa en ambos casos), por otro lado, los tratamientos a base de Elote y dieta artificial Southland si lograron producir adultos y completar el ciclo de vida, por otro lado se puede apreciar que la dieta de elote provoco un ciclo de vida más corto en la larva de *S. frujiperda* , por lo que puede ser recomendable para una producción de masas de larvas en más corto plazo, que es lo que se requiere cuando se hacen pruebas de controladores biológicos. Además cabe mencionar que estas larvas y posteriores adultos completaron plenamente su desarrollos, es decir, presentaron buenas características físicas como tamaño, peso, alas viables para el vuelo (sin atrofiarse), y una buena tasa de oviposicion, por lo que esta dieta es

recomendable como una dieta alternativa a las dietas químicas para la producción de larvas de *S. frugiperda*.



Gráfica 1. Curvas de supervivencia de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en cada una de los tratamientos. T1: Dieta artificial; T2: Dieta de granos de elote; T3: Dieta de frijol; T4: Dieta de papa.

IV.4 Características biológicas de los individuos.

Algunos rasgos que identifican a un buen ejemplar de las larvas en general es el peso de la larva en tercer estadio, el peso de las pupas, la duración del ciclo biológico entre otras cualidades que deben de poseer los tipos biológicos.

En este trabajo, además de las tablas mencionadas con anterioridad, se evaluaron algunas variables más directas sobre el organismo en cuestión, para esto se

realizó análisis de Varianza y una comparación de medias por el método de Tukey ($p < 0.01$) (cuadro 11), en los cuales se evaluó el comportamiento de diferentes dietas durante el desarrollo de *S. frugiperda* sobre algunas variables como lo son el peso de las larvas en tercer instar y en pupa, además de la producción de huevecillos por pareja de adultos. El ANOVA y posterior comparación de medias se llevaron a cabo con el programa estadístico de la UANL (Universidad Autónoma de Nuevo León).

Cuadro 11: Análisis de varianza y comparación de medias del efecto producido por las diferentes dietas sobre los parámetros de desarrollo de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

Tratamientos	Peso larva en tercer instar **	Peso pupa **	Huevos por pareja **
Dieta artificial Southland products	0.0438 A	0.2526 A	534.33 A
Dieta elote	0.0329 B	0.2204 B	136.25 B
Dieta papa	0.00143 C		
Dieta frijol	0.0076 D		
C.V.	33.73	10.56	1.07

** : Diferencia altamente significativa estadísticamente

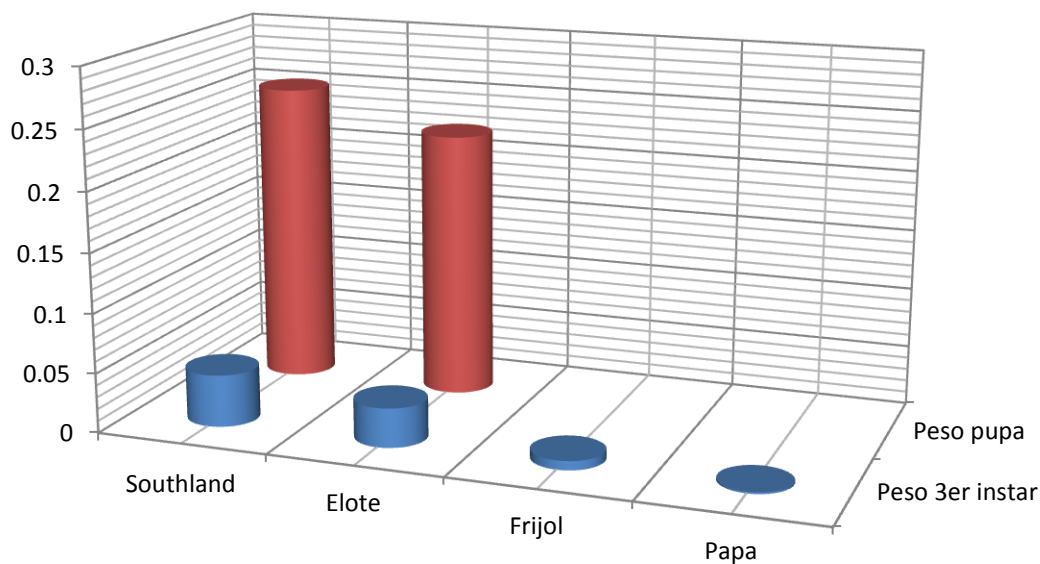
C.V: Coeficiente de variación expresado en %.

IV.4.1.- Peso de larva en tercer instar

El peso de *S. frugiperda* en tercer instar presentó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos como se muestra en el análisis de varianza (Cuadro 11), se observa que el menor peso de la larva en el tercer instar se presentó en la dieta a base de frijol, el cual presentó un peso de 0.0076 gr, mientras que el de la dieta artificial (Southland products) mostró un peso de 0.0438 gr, siendo este el mejor tratamiento, seguido de la dieta a base de elote y la de

papa con un peso de 0.0329 y 0.00143 gr respectivamente. De esta manera se demuestra que la dieta artificial por tener compuestos químicos, antibióticos y proteínas ayudo al mejor desarrollo de las larvas.

Por otro lado, las larvas alimentadas con la dieta a base de elote obtuvieron un peso aproximado a las larvas de la dieta artificial Southland products, con un peso promedio de 0.0329gr, esta dieta es una de las que pueden ser tomada como una forma alternativa ya que su costo no es tan elevado como el de la dieta artificial Southland products. (Grafica 2)



Grafica 2. Peso promedio de Pupa y de larvas en tercer instar, para cada uno de los tratamientos.

Estos resultados son similares a los reportados por Areválo *et,al* (2000), quienes mencionan que los pesos larvales al décimo día presentaron diferencia altamente

significativa entre los tratamientos ($P < 0.0001$), también mencionan que los pesos mayores se evidenciaron en todas las generaciones con la dieta artificial (ICRISAT).

IV. 4.2.- Peso pupa

Después de los 13 días y al pasar por los diferentes estadios, *S. frugiperda* llegó al estado de pupa, los cuales fueron pesados con la ayuda de una balanza analítica para lograr mayor precisión. Esta variable sirve para observar cuales de las dietas a las que fueron sometidas los individuos fue la mejor. En el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($P > 0.01$) (cuadro 11) se muestra que para este experimento las pupas que presentaron un peso más bajo fueron los individuos que fueron alimentados con granos de elote los cuales alcanzaron un peso de 0.2204, mientras que la dieta artificial fue superior la cual alcanzó un peso de 0.2526 gr. Es importante mencionar que las dietas a base de Frijol y Papa no alcanzaron este estadio, por lo que no se evaluaron y únicamente se compararon las dietas a base de elote y dieta química Southland products. Estos datos son superiores a los reportados por Pantoja *et al.* (1987), quienes encontraron pesos de pupa entre $153,8 \pm 11$ y $197,2 \pm 17,5$ mg, al alimentar las larvas con hojas de arroz, por otro lado, Villacorta & Cobo (1978), encontraron pesos similares, 195 mg, al alimentar las larvas con una Dieta Shorey & Hale modificada. Los datos son parecidos a los reportados por Areválo *et al.* (2000), el cual obtuvo en tres generaciones los mayores pesos de las pupas con la dieta

artificial (ICRISAT), pesos que incluso fueron mayores a los encontrados en alimento natural.

Mientras que las dietas naturales muestran un peso más bajo, como se mostró con la dieta a base de granos de elote, Areválo *etal*,2000 también reporto que las larvas que fueron alimentadas con hoja de maíz, el peso fue más bajo a los que se alimentaron con dieta artificial, dato muy provechoso, si lo que desea el investigador es tener una dieta que le brinde un peso similar al encontrado en el ambiente natural.

IV.4.3.- Huevos por pareja

En esta variable lo que se pretende es encontrar cual es la dieta que permite a las parejas de adultos generar más descendencia, puesto que de nada sirve producir una alta cantidad de adultos, si estos no son viables o no son capaces de producir huevecillos de manera abundante. En el cuadro 11 del análisis de varianza y comparación de medias, se observa que la dieta artificial fue el mejor tratamiento, ya que los adultos lograron una producción de 534 huevecillos por pareja, superando ampliamente a la dieta a base de elote, la cual produjo 136 huevecillos por pareja, por lo que se necesitarían aproximadamente cuatro parejas producidas en esta dieta para igualar la producción realizada por una pareja alimentada con la dieta artificial. Sin embargo, los valores obtenidos para la dieta a base de elote son aceptables, siempre y cuando se produzca una buena cantidad de parejas.

IV.5.-Ciclo biológico

El número de estadios larvales varió según la dieta suministrada, pero se puede generalizar que presentaron seis estadios (Cuadro 12).

Los individuos alimentados con la dieta artificial y dieta a base de elote lograron alcanzar el estado de pupa; por otro lado, los que fueron alimentados con dieta de papa y frijol, presentaron una mortalidad muy elevada hacia el final del estado larval y ningún individuo alcanzó a transformarse en crisálida (figura 11). Los resultados obtenidos fueron iguales a los reportados por Murúa *et,al*(2003), quienes reportaron que las larvas alimentadas con una dieta artificial lograron alcanzar el estado de pupa, mientras que para las larvas alimentadas con dieta basada en harina de maíz la mortalidad hacia el final del estado larval fue elevada, no obstante, hubieron algunos individuos que sí lograron llegar a estado de pupa.

Cuadro 12. Larva: número y duración de estadios de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith, en días.

Tratamiento	Instar Larval						Pr	P	A
	1	2	3	4	5	6			
Artificial	2	2 - 5	4 - 8	7 - 10	9-12	12-15	9 - 28	13 - 31	23-33
Papa	4	4-9	8 -15	14-22	20-29	28-33			
Elote	2	2 - 5	4 - 8	7 - 10	9-12	12-15	11 - 17	15 - 24	22 - 28
Frijol	3	3-6	4-8	8-16	14-23	22-28			

Pr: Pre-pupa

P: Pupa

A: Adulto.

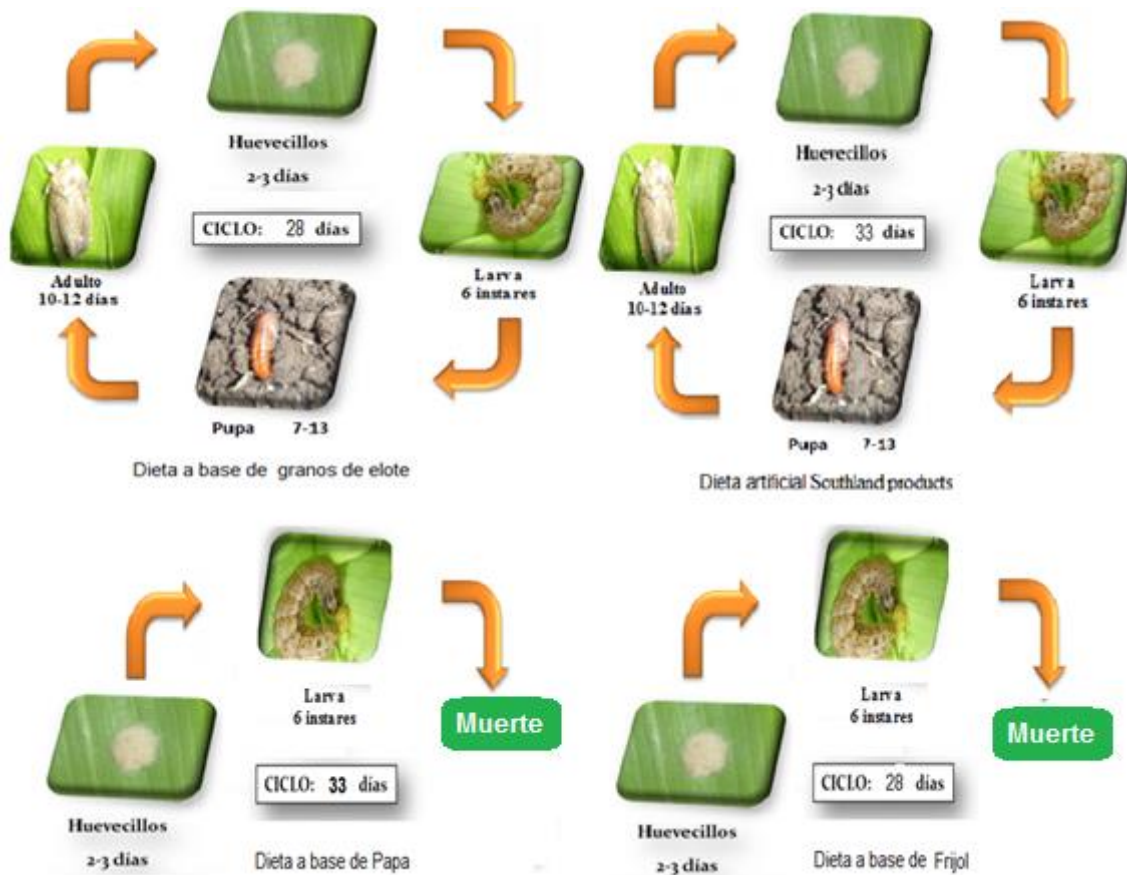


Figura 11. Ciclo de vida de *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith con los diferentes tipos de dietas

Como se observa en la imagen anterior, los ciclos de vida de las larvas alimentadas con las distintas dietas varían unas con otras esto se debe a varios factores en los que incluyen la calidad nutritiva de la dieta, las características estructurales del sustrato (dureza, susceptibilidad a contaminación, producción de gases, velocidad de descomposición, etc). Por otro lado, se sabe que estas larvas son polípagas y logran perpetuar en una amplia variedad de alimentos, por lo que el objetivo final es lograr un ciclo de vida completo y que se pueda generar una descendencia alta.

V. CONCLUSIÓN:

Spodoptera frugiperda completa su desarrollo con las dietas artificiales, comprobándose que la alimentación tiene una marcada influencia en el número y duración de sus estadios larvales, además de la calidad de las larvas, lo que se refleja en un mayor número de descendencia. Esto se logra ya que estas dietas generalmente están formuladas con todos los requerimientos nutricionales de las larvas e inclusive se le adicionan antibióticos para evitar contaminación del medio, todo lo anterior hace que el costo de producción sea elevado. A diferencia de las dietas naturales o semi-artificiales como lo es la dieta a base de elote, esta dieta es de fácil preparación y se consigue prácticamente en todo el mundo. Con el uso de esta dieta u otras parecidas es posible hacer que *Spodoptera frugiperda* termine adecuadamente su ciclo de desarrollo, además de que produce una descendencia adecuada para hacer todo tipo de pruebas posteriores con las larvas, por lo que su uso es recomendado.

VI. LITERATURA CITADA

- Alverson, J. y Cohen, C.A.2002. Effect of antifungalagents on biological fitness of *Lygus hesperus* (Heteroptera:Miridae). Journal of Economic Entomology.95: 256-260 pp.
- Arévalo Maldonado, H, ; Zenner Polanía, I. 2009. Evaluación de dietas para la cría en laboratorio de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). 2009. Facultad de ingeniería Agronómica, Universidad De Ciencia Aplicada y Ambientales (U.D.C.A). Bogotá, Colombia. 90 pp.
- Artigas, N. J. 1994. Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles a ser introducidos). Ed. Universidad de Concepción, Chile (2): 624-627pp.
- Banda T. J. F. (1981). Importancia económica de *Heliothis zea* (Boddie) y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestreo secuencial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz criollo. Tesis Doctorado, ITESM Monterrey Nuevo León: 74 pp.
- Bell,J.V., King, G.E. y Hamelle, J.R.1981.Some microbial contaminanants and control agents in a diet and larvae of *Heliothis ssp.* J. Invertebr.Pathol.37:243-248pp.
- Boron N.F; Jose M.A. 2003. El gusano cogollero del maíz (*spodoptera frugiperda.* Smith).Centro de Investigaciones Turipana.Costa Atlantica Colombia.5-25 pp.

- Capinera J.L.1999. Fall Armyworm, *Spodoptera Frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera:Nocturdae). Florida. Cooperative Extension Service.Instituto of food and agricul-tural sciences. University of florida. Publication number: EENN-98. 9 pp.
- Casmuz, Augusto, M. Laura Juárez, M. Guillermina Socías, M. Gabriela Murúa, Silvina Prieto, Santiago Medina Eduardo Willink y Gerardo Gastaminza.2010.Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).Rev. Soc. Entomol. Argentina. 69 (3-4): 209-231pp.
- Cervera E. L. 2013. Métodos de control de plagas y enfermedades. Producción integrado de la comunidad Valencia España. 1-16 pp.
- Chacón, C. Y., Garita, R.C., Vaglio, C.C y VillalBA, V.V. 2009. Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera:Noctuidae) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. Tecnología en marcha 22:28-37
- Cohen, A.2004. Insect Diet: Science and Technology. Florida, Estados Unidos de América. CRC Press .324 pp.
- Contreras J.G. 2004.Utilizzacion de insectos en el control de plagas hortícolas.Feria de calidad ambiental y ecoéficiencia 2004. Departamento de producción vegetal.Universidad Politécnica de Cartagena España .131-139 pp.

- DeBach, P. 1964. Biological Control of Insects Pests and Weeds .Chapman and Hall, Londres. 844 p.
- DeBach, P. 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. CECSA, México.358-528pp.
- Gerding P.M. 2012. Control biológico una herramienta en la agricultura nacional.Quilamapu chillán. 50-60 pp.
- Guédez, C. 2009. Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos post-cosecha de la fresa (*Fragaria* spp). Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, 29: 34-38 pp.
- Jaramillo D.A., Jaramillo G.O., Bustillo P.A.E., Gomez L.H. 1989. Efecto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) sobre el rendimiento del maíz. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín Colombia.42:25-33pp.
- Kumar, H., J.A. Mihm.2002. Fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae), southwestern corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) and sugarcane borer (Lepidoptera :Pyralidae) damage and grain yield of four maize hybrids in relation to four tillage systems. Crop Protection, 21:121-128pp.
- Marcon, P.C.R.G.; Siegfried, B.D.; Spencer, T.; Hutschison, W.D. 2000. Development of diagnostic concentrations for monitoring *Bacillus thuringiensis* resistance in european corn borer (Lepidoptera: Cambrinae). Journal of Economic Entomology. 93(3):925-930 pp.

- Marenco, R.J., R.E. Foster, and C.A. Sanchez.1992. Sweet corn response to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) damage during vegetative growth. *Journal of Economic Entomology*.85:1285-1292 pp.
- Murua, M. G. & E. G. Virla. 2004. Overwintering of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae). Tucuman Argentina. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 46-52.
- Murúa, M. G., E. G. Virla y V. Defagó. 2003. Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides. *Sanidad. Vegetal. Plagas, Tucumán –Argentina.* 29:43-51pp.
- Nicholls E.C.I. 2008 .Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia Colombia. 978-958 pp.
- Pantoja, A.; Smith, C.M.; Robinson, J.F. 1987. Development of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), strains from Louisiana and Puerto Rico. *Entomology.* 16(1):116-119.
- Porcuna J.L., I. Boix., C.Ocón., A. Jiménez.2002. Control biológico de plagas mediante en manejo de insectos útiles: los insectarios de la capa. *Protección Vegetal Valencia España.* 27-35pp.
- Portilla, M y Streett, D. 2006. Nuevas técnicas de producción masiva automatizada de *Hypothenemus hampei* sobre la dieta artificial Cenibroca modificada. *Revista Colombiana de Entomología. CENICAFE. Chinchina, Caldas, Colombia.* 57(1): 31-50pp.

- Shorey, H. H.; R.L. Hale, 1965. Mass-Rearing of the larvae of nine Noctuid species on simple artificial medium. *Journal of Economic Entomology*. 58:522-524pp
- Sikorowski P.P. y Thompson, A.C. 1984. Effects of bacteria contamination on development. And blood chemistry of *Heliothis virescens*. *Comp. biochem. Physiol.* 77:283-285pp.
- Sikorowski, P.P., Powell, J.E. y Lawrence, A.M 1992. Effects of bacterial contamination on development of *Microplitis croceipes* (Hym: Braconidae). *Entomophaga* 37:475-481.
- Sikorowski, P.P., Inglis, G.D. y Lawrence, A.M. 2001. Effects of *Serratia marcescens* on rearing of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Am. Entomology*. 47: 51-60pp.
- Singh, P. 1982. The rearing of beneficial insects. *New Zealand Entomologist*, 7(3):304-310 pp.
- Soto-Alcala. J. 2008. Caracterización Molecular de Aislamiento de *Bauveria bassiana* *metarhizium anisopliae* y Evaluación de su Toxicidad sobre Gusano Cogollero Del Maiz *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). Instituto Politecnico Nacional, Guasave Sinaloa. 1-69 pp.
- Souza M.L., A.; Ávila J., C.; Parra R.P., J. 2001. Consumo e utilização de alimento por *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera:Pyralidae), *Heliothis virescens* (Fabr.) e *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera:Noctuidae) em duas temperaturas. *Neotropical Entomology* 30(1):11-17 pp.

- Spark A.N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. Florida Entomologist 62:82-27.
- Streett, D. A; Ni., X. y Lawrence, A. M. 2008. Effect of DNA gyrase inhibitors in the NI diet on Biological fitness of the western tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae). J. Entomology. Sci. 43(1):86-94.
- Valerio, A. 2006. Evaluación de la incorporación de diferentes funguicidas y dosis en dietas artificiales para la reproducción de la broca del café con miras a la multiplicación masiva de sus parasitoides bajo condiciones controladas. Tesis para optar por el grado de bachiller en Ingeniería en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 88 p
- Vargas A.H. 2010. Larva de Ultimo Instar y Pupa de *Melipotis cellaris* (Guenée) (Lepidoptera:Noctuidae). Entomologia Neotropical. Departamento de Recursos Ambientales, Facultad de Ciencias Agronomicas, Arica Chile. 39(5):736-741pp.
- Vera, G. J., Pinto, V. M., López, C. J. y Reyna, R.R. 2002. Ecología de Poblaciones de Insectos. Colegio de Postgraduados. México. (2):137pp.
- Villacorta, A.; Cobo De Martínez, L.S. 1978. Efecto del modo de preparación de la dieta sobre el crecimiento y desarrollo de *Spodoptera frugiperda*. ICA (Colombia).96-103 pp.

Zambrano G.J.2013. Antimicrobiales para el control de hongos en una dieta artificial y su impacto en la supervivencia y reproducción de *Spodoptera frugiperda*(J.E.Smith). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas., Montecillo, Texcoco Estado de México. 1.67pp.