

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



EVALUACION DE DIETAS ARTIFICIALES Y FORRAJE VERDE (Maíz hidropónico) PARA LA CRIA MASIVA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

PROYECTO DE TESIS

presentado como requisito parcial previo a la realización
del trabajo de investigación

Por:

Karen Gissela Diaz Martinez

Catacamas, Olancho

Junio 2024

EVALUACION DE DIETAS ARTIFICIALES Y FORRAJE VERDE (Maíz
hidropónico) PARA LA CRIA MASIVA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

POR:

Karen Gissela Diaz Martinez

ROY DONALD MENJÍVAR BARAHONA PhD.

Director de tesis

TESIS

presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Catacamas, Olancho

Junio 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

Catacamas, Olancho

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe de Tesis certificamos que:
La estudiante **KAREN GISSELA DIAZ MARTINEZ** del V Año de Ingeniería Agronómica presentó su informe intitulado:

“EVALUACION DE DIETAS ARTIFICIALES Y FORRAJE VERDE (Maíz hidropónico) PARA LA CRIA MASIVA DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith).”

El cual, a criterio de los evaluadores, **APROBÓ** el presente Informe Final de Tesis como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los cinco días del mes de julio del dos mil veinticuatro.

PhD. Roy Donald Menjívar Barahona

Director de tesis

MSc. Edwar José Rivera Solís

Jurado de tesis

MSc. José Andrés Paz

Jurado de tesis

DEDICATORIA

A Dios: Por ser el pilar de mi vida y haberme dado la sabiduría necesaria a lo largo de toda mi carrera por darme fortaleza y consuelo en los momentos difíciles y por haberme bendecido todo el camino para poder llegar a la meta.

A mis padres: Teresa y Luis por a ver confiado y puesto su fe en mí en cada uno de mis sueños, por siempre estar a mi lado, por brindarme consuelo y consejos para poder llegar a ser una persona de bien, a ellos que les debo la vida entera.

A mis hermanos: Belkis, Waleska, Fernando, Mainor y Olvin a ellos que han sido mis compañeros de vida, porque de una u otra manera contribuyeron para poder culminar con mi carrera.

A todas las personas que directa o indirectamente colaboraron conmigo para la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle primeramente a Dios porque es el guía de mi vida, por darme la sabiduría y la fuerza para superar cada uno de los obstáculos que se me presento a lo largo de la investigación y no dejarme renunciar a ella.

A mi familia, por ser quienes me apoyaron a lo largo de mi carrera por brindarme su amor incondicional y siempre estar para mí.

A mis compañeros y amigos que iniciamos junto este gran reto y que logramos culminar con éxito, a ellos que hicieron de la rutina universitaria algo diferente, por el apoyo brindado en los momentos de dificultad y por las alegrías que cada día pasamos juntos.

A cada uno de los docentes que me formaron en el transcurso de toda mi carrera por verme transmitido de su conociendo para mi desarrollo personal y profesional.

A mis asesores de tesis, por haber confiado en mí y por el apoyo que me brindaron a lo largo de la investigación, por su dedicación y que con su apoyo y experiencia se logró llegar a culminar la investigación.

A los trabajadores de la sección de hortalizas, por su apoyo y compañía brindándome de su ayuda en momentos requeridos y compartir de sus conocimientos y experiencias.

Y, por último, pero no menos importante el alma mater “Universidad Nacional de Agricultura” por a verme acogido durante estos cuatro años y medio y brindarme la oportunidad de educarme y formarme como un profesional.

A todos ustedes, infinitas gracias.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivo General.....	2
III.	HIPOTESIS	3
3.1	Hipótesis nula	3
3.2	Hipótesis Alternativa.....	3
IV.	REVISION DE LITERATURA	4
4.1	Control biológico	4
4.2	Importancia del control biológico.....	4
4.3	Formas de reproducción de controladores biológicos	6
4.3.1	Metodología utilizada para <i>Chrysoperla carnea</i> y <i>Chrysoperla externa</i> ...	6
4.3.2	Metodología utilizada crianza de <i>Telenomus remus</i>	7
4.4	El éxito de los controladores biológicos	8
4.5	Centros de reproducción de controladores biológicos	8
4.6	Controladores biológicos criado mediante <i>S. frugiperda</i>	8
4.7	Generalidades de la <i>S. frugiperda</i>	9
4.7.1	Clasificación taxonómica	9
4.7.2	Origen y Distribución	10
4.7.3	Biología de <i>S. frugiperda</i>	10
4.7.4	Comportamiento	11
4.8	Dietas	12
4.8.1	Utilización de dietas en insectos.....	12
4.9	Forrajes hidropónicos	13
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
5.1	Ubicación del lugar	6
5.2	Materiales utilizados	6

5.3	Condiciones de laboratorio	6
5.4	Tratamientos.....	15
5.5	Variables evaluadas.....	16
5.5.1	Tiempo de desarrollo larval	16
5.5.2	Peso de larva en gramos	16
5.5.3	Proporción de sexo	16
5.5.4	Conteo de huevos	17
5.6	Diseño experimental	17
5.7	Análisis estadístico	17
5.8	Manejo del experimento	18
5.9	Establecimiento del pie de cría	18
5.9.1	Colecta de larvas <i>de S. frugiperda</i> en campo	18
5.9.2	Pie de cría con alimento vegetativo dentro de laboratorio	18
5.9.3	Reproducción de adultos en cámara de apareamiento.....	19
5.9.4	Siembra del material vegetativo	20
5.10	Desarrollo del ensayo	21
5.10.1	Elaboración de las harinas	21
5.10.2	Preparación de las dietas artificiales.....	22
5.10.3	Crianza de <i>S. frugiperda</i> con las dietas	22
5.10.4	Manipulación de los adultos	23
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
6.1	Tiempo de desarrollo larval	16
6.2	Peso de larva en gramos.....	18
6.3	Proporción de sexo en adultos	20
6.4	Capacidad de oviposición	21
6.5	Costos de los tratamientos	22
6.6	Parasitoides encontrados.....	24

VII. CONCLUSIONES	24
VIII. RECOMENDACIONES	25
IX. REFERENCIAS	26
X. ANEXOS	30

LISTA DE TABLA

Tabla 1: Componentes y cantidades de las dietas artificiales y forraje.	15
Tabla 2: Costros de producción de 100g para las dietas a base de harinas y 3,172.16g de FVH	23

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Distribución de la postura para el conteo	17
Figura 2: colecta de <i>S. frugiperda</i> , larva recolectada en placa Petri (a), larva en el cogollo del maíz (b), trabajo de recolección (c).	18
Figura 3: Establecimiento pie de cría; larvas en las placas Petri (a), estereoscópico para la determinación del sexo (b), suciedad dejada por las larvas (c), dimorfismo en pupa macho (d) y hembra (e)	19
Figura 4: plata de maíz con postura (a), posturas colocadas en la placa Petri (b), cámara de reproducción (c). planta de maíz dentro de la cámara de reproducción (d), tiras de papel kart en la cámara de reproducción (e).	19
Figura 5: Maíz lavado y desinfectado (a), maíz puesto a germinar ausente de luz (b), maíz ya germinado (c), semillas de maíz colocadas en sustrato (d), maíz ya emergido (e), y plantas de maíz 2 días después de haber emergido (f).	20
Figura 6: granos tostados (a), molino casero (b), tamizado (c), harinas en almacén (d)	21
Figura 7: Peso de los ingredientes solidos (a), combinación de los ingredientes ya pesados (b), peso de la cantidad de dieta a utilizar para alimentar a las larvas (c).	22
Figura 8: larvas neonatas (a), colocación de la dietas y larvas en los vasos (b), larva en una porción de dieta (c), organización de las cámaras de desarrollo.	23
Figura 9: pupas listas para pasar a la cámara de reproducción (a), cámaras de reproducción (b), masas de huevos (c).	24
Figura 10: Promedio de tiempo en días para el desarrollo larval de las larvas de <i>S. frugiperda</i> criadas con dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestras diferencia	16
Figura 11: Promedio de peso en gramos en el sexto estadio de las larvas de <i>S. frugiperda</i> criadas con dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestras diferencia significativa según prueba de medias de Tukey al 0.05	18
Figura 12: Promedio de machos y hembras en adultos de <i>S. frugiperda</i> criados con las dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestras diferencia significativa según prueba de medias de Tukey al 0.05.	20

Figura 13: Promedio de capacidad de oviposición en hembras adultas de *S. frugiperda* criados con las dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestras diferencia 21

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Flujograma de la elaboración de forraje hidropónico utilizada en el laboratorio de control biológico ubicado en la Universidad Nacional de Agricultura.....	30
Anexo 2: Flujograma de la elaboración de forraje hidropónico utilizada en el laboratorio de control biológico ubicado en la Universidad Nacional de Agricultura.....	30
Anexo 3: Flujograma de la elaboración de las harinas.	31
Anexo 4: Flujograma de la elaboración de las dietas.....	32
Anexo 5: Cuadro análisis de	33
Anexo 6: cuadro de medias de los tratamientos.....	33
Anexo 7: Adultos de <i>S. frugiperda</i> , razones de muertes prematuras	34
Anexo 8: diferencia de coloración en posturas, arriba posturas colectadas de adultos criados con forraje hidropónico, abajo posturas recolectadas de adultas criadas con dieta a base de harinas.....	35

RESUMEN

Diaz, Karen G. 2024. Evaluación de dietas artificiales y forraje verde (Maíz hidropónico) para la cría masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Laboratorio de control biológico Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 60

La necesidad de buscar una alternativa al control de plagas en los cultivos de importancia económica ha provocado desarrollar metodología en la crianza de controladores biológicos que son liberados en campo para atacan de manera natural a los insectos fitófagos. El objetivo de la investigación fue la evaluación de tres dietas con la finalidad de mantener una crianza de *S. frugiperda* que permita a futuro mantener los pie de cría de controladores biológicos. La investigación consistió en evaluar las variables tiempo de desarrollo larval, peso de la larva, proporción de sexo y capacidad de oviposición, sustentado en dos dietas a base de harina de frijol rojo (FR) y blanco (FB), y una tercera a base de forraje hidropónico (FVP), para poder determinar que dieta se adapta más a las condiciones del laboratorio. Resultados obtenidos muestran que la dieta FVH presento 13.58 días menos en su desarrollo larval que la dieta FR, el peso de las larvas vario de 0.36g a 0.27g sobresaliendo entre ellos las larvas alimentadas con FVH. Como un efecto secundario de estos pesos se vio reflejado en la capacidad de posturas de las hembras en la etapa adulta, donde el porcentaje de huevo vario entre 2778.75 a 1561.00 sobresaliendo FVH quien supero en diferencia de 1217,76 a la dieta FB y por 832.25 a la FR, los tres tratamientos presentaron una proporción de sexo no lejana a las 1:1, y fue la dieta FVH la que resulto ser la que mejor se adapta a condiciones del laboratorio.

Palabras claves: hospedero, enemigos naturales, harina, parasitoides.

I. INTRODUCCIÓN

El control biológico es el uso de enemigos naturales contra los insectos que causan el daño a los cultivos (plagas), con él se busca reducir el uso de los productos químicos en los cultivos agrícolas, contribuyendo con ellos a la salud alimentaria, a la reducción de las enfermedades causadas por la manipulación de los productos químicos y sobre todo con el cuidado del medio ambiente, los insectos benéficos utilizados reducen las poblaciones de la plaga a nivel en el que el daño es insignificante y que económicamente no se reflejen pérdidas a gran escala, su empleo en los cultivos resulta ser más fácil y beneficioso para el agricultor ya que una vez instalado en el campo su acción podría llegar a ser de manera permanente, aumentaría su población de manera natural atacando al hospedero en los siguientes ciclos de producción.

Diversos estudios reportan resultados favorables para el uso de control biológico como alternativa para el control de las plagas, Vivez (2002) en su investigación sobre la crianza del coccinélido *Rhyzobius lophanthae* utilizando hospederos mostro su capacidad de depredación y de desarrollo sobre la cochinilla roja de las palmeras, *P. mariani* bajando los niveles de contaminación por químicos a nivel de campo, otro ejemplo son las investigaciones hechas por la FAO y grupo de Entomología Aplicada de la UIB en donde investigan y liberan a través de un proyecto machos estériles de *Ceratitis capitata* con el objetivo de reducir su descendencia y bajar las poblaciones en las plantaciones de cultivos frutales en donde se presenta como la plaga más dañina y que genera grandes pérdidas.

La *S. frugiperda* es una de las especies utilizadas en los laboratorios para la reproducción en masa de diversos controladores biológicos, su uso varía entre servir de alimento para larvas, hospedero en su estado de huevo para el género *Telenomus* o como hospedero en etapa de larvas para bacterias como *B. thuringiensis*, las metodologías utilizadas para su reproducción consisten en darle manejo a las posturas (recolecta), larvas (alimentación,

individualización por su naturaleza caníbal), pupa (sexado) y adultos (colocarlos en cámara de reproducción).

En el siguiente documento de tesis se trabajó con *S. frugiperda* con la intención de establecer una metodología de reproducción que se adapte a las condiciones del laboratorio de control biológico en UNAG, con la finalidad de reproducir controladores biológicos que ayuden a la reducción parcial o total de las plagas de cultivos de importancia económica.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar tres dietas para la crianza de *S. frugiperda* con la finalidad de mantener los pie de cría de controladores biológicos de plagas agrícolas

2.2 Objetivos Específicos

Determinar el efecto de las dietas artificiales en el desarrollo del ciclo biológico del insecto.

Comparar la relación de costo entre las dietas utilizadas para la crianza de *S. frugiperda*

III. HIPOTESIS

3.1 Hipótesis nula

Ningunas de las dietas evaluadas muestran efectos en el desarrollo de los insectos.

3.2 Hipótesis Alternativa

Al menos una de las dietas evaluadas muestra efecto en el desarrollo de los insectos.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Control biológico

El control biológico hace referencia al control de plagas agrícolas e insectos transmisores de enfermedades, mediante el uso de enemigos naturales. Estos pueden ser otros insectos benéficos, como lo son los depredadores, parasitoides o también microorganismos como bacterias, hongos y virus. Por ser un método racional y amigable con el medio ambiente, no deja residuos en las plantas ni en los alimentos, protegiendo la salud de la población (EMBRAPA, 2018).

El objetivo central del uso de microorganismos biocontroladores es limitar la aplicación de agroquímicos disminuyendo la presencia del patógeno en el cultivo de una forma ambientalmente amigable. Para ello, es necesario que el biocontrolador sea capaz de permanecer viable y crecer en el espacio de la planta susceptible a la presencia del fitopatógeno bien sea la rizosfera, la fotosfera o la endosfera. (Villarraga & Moreno, 2019)

4.2 Importancia del control biológico

La agricultura a nivel mundial se ha creado a base del uso de insecticidas que han provocado contaminaciones a gran escala en el planeta, estos plaguicidas son utilizados para proteger a los cultivos contra insectos, mala hierba, hongos y otras plagas. Según la FAO (2022) los pesticidas más antiguos y menos costosos pueden permanecer durante años en el suelo y en el agua siendo un potencial tóxico para la salud humana sobre todo aquellas personas que están en contacto directo con ellos.

Los plaguicidas se encuentran entre las principales causas de muerte por autointoxicación, sobre todo en los países de ingreso mediano bajo. Dado que los plaguicidas son intrínsecamente tóxicos y se propagan deliberadamente en el medio ambiente, su producción, distribución y uso requieren una regulación y un control estrictos. También

es necesario controlar periódicamente los residuos en los alimentos y el medio ambiente. (FAO, 2022)

Como respuesta a la problemática del uso de pesticidas, la agricultura moderna ha implementado el Manejo Integrado de plagas (MIP) en donde se encuentra el control biológico de las plagas que consiste en la acción de enemigos naturales contra plagas y malas hierbas; sobre todo el uso de depredadores, insectos parásitos, hongos, bacterias, virus, nematodos etc. Este control resulta particularmente exitoso contra plagas importadas, trayendo su enemigo natural desde su lugar de origen. Muchos de estos enemigos naturales han sido manipulados, y en la actualidad se usan como formulados listos para ser aplicados. Algunos ejemplos: *B. thuringiensis*, *Neumorea rileyi*, *B. bassiana*, *Verticillium* spp. (Jiménez, 2009)

4.3 Formas de reproducción de controladores biológicos

4.3.1 Metodología utilizada para *Chrysoperla carnea* y *Chrysoperla externa*

La metodología utilizada para la crianza *C. carnea* y *C. externa* de por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2020) la describe de la siguiente manera:

- Obtención de posturas: los huevos son recolectados de los tapes donde se han apareado los adultos. Los adultos de crisopas tienen un período de preoviposición de aproximadamente una semana, seguido del período de oviposición que se extiende por 20 días aproximadamente. Pasado este tiempo, ovipositan pocos huevos y no es rentable mantenerlos.
- Una vez eclosionadas las posturas, emergen las larvas, las cuales son repartidas en los tapes N° 5 en grupos de 1 000 huevos. Al emerger las larvas deben ser alimentadas con 2 g de *Sitotroga cerealella*. A los 7 días, el estadio larval está avanzado por lo que se colocan tiras de cartón corrugado de 4 a 5 cm de ancho en la base en forma transversal, además de acordeones de papel dentro del táper.
- Alimentación de los adultos: El alimento de los adultos consiste en formar una pasta semisólida a base de polen, miel de abeja, levadura de cerveza en polvo y agua hervida, la cual debe ser refrigerada por 24 horas. Posteriormente, se colocan

en cantidades necesarias sobre la malla superior de la unidad de oviposición de los adultos de las crisopas. Junto a esto, se coloca agua en un algodón.

- Producción: En condiciones controladas de temperatura y humedad se realiza la producción de huevos de *Chrysoperla*. El rango de temperatura varía de 20.6 a 31 °C con 69 a 82 % de humedad, condiciones adecuadas para producir de 7 - 14 huevos por día por hembra, que durante todo el período de oviposición (20 días) puede producir aproximadamente de 140 a 280 huevos por hembra; considerando una proporción sexual de 1:1, la producción final sería aproximadamente de 5 250 a 10 500 huevos por cosecha, por unidades de oviposición, a partir de 1 500 adultos.

4.3.2 Metodología utilizada crianza de *Telenomus remus*

La metodología utilizada para la crianza *T. remus* de por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2020) la describe de la siguiente manera:

Para la crianza masiva de *T. remus*, se puede utilizar táper de plástico de capacidad de 1 L con tapa, a la cual se le realiza un orificio en la parte céntrica y se cubre con un papel toalla. En el interior se coloca un millar de huevos parasitados de *S. frugiperda*, del cual emergerán adultos de *T. remus*.

Una vez emergidos los adultos de *T. remus*, en el interior del táper plástico se colocan cartones con posturas inmaduras de *S. frugiperda* (posturas ovipositadas en menos de 24 horas). Las hembras de *T. remus* parasitan las posturas inmaduras y son retirados los cartones conteniendo las posturas parasitadas a las 24 horas de haber sido colocados en el táper de parasitación y depositado en otro recipiente plástico de 1 L, para la emergencia de nuevos adultos.

La emergencia sucede entre los 10 a 15 días, dependiendo de la temperatura (20.9 a 27.1 °C y humedad de 63 a 84 %). El tiempo que los adultos de *T. remus* utilizan para la parasitación es de una semana, por lo que es importante cambiar diariamente los cartones conteniendo las posturas inmaduras. Después de 10 a 12 días de haber emergido, el adulto pierde la capacidad parasítica y posteriormente muere.

4.4 El éxito de los controladores biológicos

El éxito o el fracaso de cualquier estrategia de control de plagas reside en el nivel de conocimiento que se tenga del sistema cultivo-plaga-enemigo natural, todo programa de control biológico requiere de monitoreo para las principales plagas del cultivo, a fin de disponer de un método objetivo de diagnóstico del estado sanitario de las plantas. (Gasoni, 2018)

4.5 Centros de reproducción de controladores biológicos

En Honduras se encuentra el Centro para el Control Biológico en Centro América (CCBCA) fue creado en 1989 por la Escuela Agrícola Panamericana, financiado por la United States Agency for International Development (USAID). El CCBCA se enfocó en el control biológico clásico, el aumento y la conservación de enemigos naturales. En el 2000 cambió el nombre de Laboratorio de Control Biológico y se enfocó en el aprender haciendo de los estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana y la producción y comercialización de enemigos naturales de plagas agrícolas. (Cave, 2013). A lo largo de su historia ha reproducido diversas especies de controladores biológico que han liberado creando alianzas con organizaciones como la FHIA para poder llegar hasta los pequeños productores por medio de proyectos basados en el control biológico.

4.6 Controladores biológicos criado mediante *S. frugiperda*

***T. remus*:** es una avispa parasitoide de huevos de lepidóptero, estudios realizados han reportado que esta avispa puede parasitar huevos de hasta 30 especies de lepidópteros, se encontró parasitismo de *T. remus* entre un 80 - 100 % de huevos de *S. frugiperda*, *S. latisfacia*, *S. exigua* y *S. eridania*, debido a las kairomonas que estimulan el reconocimiento de Spodoptera por parte de las hembras de *T. remus* (INIA, 2020). En laboratorios de reproducción de este insecto utilizan huevos del género Spodoptera.

***Trichogramma spp*:** Constituyen uno de los grupos de enemigos naturales más estudiados en el mundo, Estos microhimenópteros parasitan exclusivamente huevos de

lepidópteros e impiden que el insecto llegue a la fase larval y que, consecuentemente, cause daños (CABEZAS, 2013). Al igual que *T. remus* el uso de huevos de las lepidópteras del género *Spodoptera* es muy empleado en los laboratorios de reproducción.

La forma en que trabaja *Trichogramma* es que cuando encuentra un huevo de un hospedero lo examina con sus antenas por varios segundos y en algunos casos hasta por más de un minuto. Si todavía no ha desarrollado el embrión del hospedero, no está contaminado por algún agente biótico o abiótico y tiene una buena calidad nutricional, el huevo será parasitado. (Vásquez K. B., 2000)

***B. thuringiensis*:** Es considerado como el principal agente promisorio de control biológico de dípteros, lepidópteros y coleópteros; presenta algunas ventajas en relación a los agentes de control químico, es un patógeno de invertebrados muy versátil, infecta protozoos, nemátodos, ácaros e insectos que son plagas fitopatógenas o peligrosas para la salud humana y animal. (Paucarima, 2011) Forma parte del control microbial de plagas insectiles y su aceptación por los productores va en aumento por su rapidez en la efectividad en comparación a otros entomopatógenos que se comercializan (Vásquez K. B., 2000).

4.7 Generalidades de la *S. frugiperda*

4.7.1 Clasificación taxonómica

Según SENASICA (2021) la clasificación taxonómica de la *S. frugiperda* es de la siguiente manera:

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *S. frugiperda* (J. E. Smith, 1797)

4.7.2 Origen y Distribución

El origen de este insecto parece ser tropical dada su mayor abundancia adaptándose a numerosos de plantas hospedantes en los países situados en tal posición geográfica. (Madrigal, s.f.).

El género *Spodoptera* se encuentra presente en todas las regiones agrícolas del mundo. Sin embargo, *S. frugiperda* es una especie de distribución limitada al continente americano, desde el sur de Canadá hasta Chile y Argentina, incluyendo todas las islas del Caribe, esto según SENASICA (2021).

4.7.3 Biología de *S. frugiperda*

Las palomillas depositan huevos blancos perla en grupos, protegidos con escamas y secreciones bucales. Cada hembra puede poner de 100 a 200 huevos por oviposición y hasta 1500 en su vida (PROAIN, 2020). La coloración de los huevos cambia de verde a negro antes de la eclosión. Las larvas, que pasan por seis o siete estadios, varían en color según la madurez y la dieta. Las últimas etapas carecen de setas primarias y son lisas, con colores que van desde verde claro hasta café o negro (SENASICA, 2021). Las larvas alcanzan hasta 35 mm de longitud durante un período larval de 14-22 días, consumiendo alrededor de 179.7 cm² de hojas de maíz. Después, se convierten en prepupas, bajan al suelo y se transforman en pupas de color café rojizo, enterrándose a 3-5 cm de profundidad. Permanecen en una cámara pupal durante 7-13 días antes de convertirse en adultos, palomillas de unos 3 cm con alas extendidas. Los machos tienen alas más claras con una mancha blanca cremosa. (PROAIN, 2020).

4.7.4 Comportamiento

El desarrollo total de los adultos de *S. frugiperda* variaran en dependencia a las condiciones y climas en las que se encuentre, el comportamiento de *S. frugiperda* llega a ser de la siguiente manera:

Huevos: Las hembras colocan las posturas en masas que contiene de 100 a 200 huevos por postura, son de forma globosa con estrías radiales, de color verde pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión. Las hembras depositan los huevos corrientemente 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. (CORPOICA, 2003)

Larvas: Las larvas al nacer se alimentan del coreon, más tarde se trasladan a diferentes partes de la planta o a las vecinas, evitando así la competencia por el alimento y el canibalismo sobre todo en sus primeros estadios. 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. (CORPOICA, 2003)

Las 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 hasta 28 milímetros y la cabeza es negra completamente; el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadio. A partir del tercer estadio se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciadas cuando la hoja se abre o desenvuelve. (CORPOICA, 2003)

Pupa: Son de color caoba y miden 14 a 17 milímetros de longitud, con su extremo abdominal (cremaster) terminando en 2 espinas o ganchos en forma de "U" invertida. Esta

fase se desarrolla en el suelo y el insecto está en reposo hasta los 8 a 10 días en que emerge el adulto o mariposa. (CORPOICA, 2003)

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 arabescos o figuras irregulares llamativas en las alas delanteras, y las traseras son blancas. En reposo doblan sus alas sobre el cuerpo, formando un ángulo agudo que permite la observación de una prominencia ubicada en el tórax. (CORPOICA, 2003)

Permanecen escondidas dentro de las hojarascas, entre las malezas, o en otros sitios sombreados durante el día y son activas al atardecer o durante la noche cuando son capaces de desplazarse a varios kilómetros de distancia, especialmente cuando soplan vientos fuertes. (CORPOICA, 2003)

4.8 Dietas

Una dieta artificial para insectos, es un alimento el cual no es la dieta natural, que ha sido formulado, sintetizado procesado y/o manufacturado por el hombre en el cual un insecto en cautiverio puede desarrollarse parcial o totalmente (Infante et al., 1994) (MENDOZA Y MENDEZ 2018). Las dietas para criar insectos deben ser económicas, fáciles de preparar utilizando ingredientes de mercados locales y que proporcionen todos los requerimientos nutricionales que necesitan los estados del insecto durante su ciclo de vida (Portilla, 1999) (Mendoza y Méndez 2018)

4.8.1 Utilización de dietas en insectos

Como una alternativa en la crianza de insectos se han evaluado numerosas dietas en insectos con la finalidad de seleccionar la que mejor se adapte al lugar en donde se realiza el estudio. Las dietas que se han evaluado son en base a harinas obtenidas de granos básicos como frijol, maíz, trigo, arroz entre otros, estas dietas probadas han presentado resultados positivos como los casos de Bavaresco (2010) evaluó cuatro dietas con diferentes tipos

de harinas, así como también Murrúa (2023) y Zambrano (2018). Ellos han presentado resultados favorables y que han servido de base para la realización de diversos estudios.

4.9 Forrajes hidropónicos

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. El forraje verde hidropónico es el resultado de la germinación de los granos de cebada, maíz, sorgo, avena, trigo, en condiciones óptimas de temperatura, iluminación y riego (MARTÍNEZ, 2005).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del lugar

La presente investigación se llevó a cabo en un periodo de 3 meses y 28 días abarcando los meses de enero a mayo del año 2024, en el Departamento de Horticultura de la Universidad Nacional de Agricultura, específicamente en el laboratorio de Control Biológico, ubicado en la ciudad de Catacamas Olancho, a una altura de 350 msnm, con una temperatura ambiente media anual de 24.2 °C y humedad relativa de 69.17 %.

5.2 Materiales utilizados

- | | |
|----------------------|-------------------|
| • Vasos desechables | • Estereoscopio |
| • Tela tipo gasa | • Jeringas |
| • Hules | • Balanza digital |
| • Cucharas medidoras | • Papel toalla |
| • Botes plásticos | • Tijeras |
| • Bandejas | • Pinceles |
| • Placas petrie | • Termohigrómetro |

5.3 Condiciones de laboratorio

Temperatura promedio en la duración del ensayo:

- Mañana: 25 °C
- Medio día: 34 °C
- Tarde: 35 °C

Humedad relativa promedio en la duración del ensayo:

- Mañana: 96 %

- Medio día: 49 %
- Tarde: 46 %

5.4 Tratamientos

Para esta investigación se realizaron tres tratamientos, dos de ellos fueron elaborado a base de harinas con componentes encontrados en la localidad o zonas cercanas al departamento, en el tercer tratamiento se utilizó forraje hidropónico de maíz tomado en consideración al ser su alimento en campo y que sirvió como testigo. Los componentes y dosificaciones de detallan en la (tabla 1).

Tabla 1: Componentes y cantidades de las dietas artificiales y forraje.

Tratamiento Ingredientes	T1 ¹	T2 ²	T3 ³
Maíz entero	--	--	226 g
Harina de frijol blanco	32.70 g	--	--
harina de frijol rojo	--	35.44 g	--
Harina de trigo	7.85 g	14.18 g	--
Levadura	6.54 g	3.54 g	--
Acido sórbico	0.44 g	0.35 g	--
Acido ascórbico	1.74 g	1.06 g	--
Formalina	1.03 ml	1.12 ml	--
Agua destilada	49.70 ml	44.30 ml	--

^{T1} Cantidad estimada para 100g dieta

^{T2} Cantidad estimada para 100g de dieta

^{T3} Cantidad estimada para 3,172.16g a los 12 días.

5.5 Variables evaluadas

5.5.1 Tiempo de desarrollo larval

Las larvas se observaron diariamente desde la eclosión hasta el estado de prepupas, en sus primeros 3 estadios se observaron con la ayuda de un microscopio buscándose la capsula cefálica para corroborar el cambio de instar, para los demás instar como la capsula cefálica era más grande se podía ver a simple vista, esta actividad se realizaba cada 24 horas en jornada matutina.

5.5.2 Peso de larva en gramos

El peso de las larvas se determinó en el sexto estadio, se observó el consumo de alimento que la larva tenía cuando estaba en el sexto estadios, cuando presentaban poca ingesta de alimento se procedió a pesar la larva antes de entrar a estado de prepupas, la toma de datos se realizó en gramos mediante una balanza digital marca Scout-Pro.

5.5.3 Proporción de sexo

Para determinar el dimorfismo sexual de las pupas se realizó mediante un estereoscopio siguiendo el protocolo de (Vásquez E. R., 2023), metodología utilizada también con las pupas recolectadas de campo, observando distancias entre el orificio anal y genital 24 horas después de su formación. La distancia entre la hendidura genital y anal es más corta en los machos que en las hembras. En ambos sexos el cremáster se encuentra esclerosado, con forma casi triangular y presencia de setas en su parte distal. La hendidura genital femenina se aprecia como una línea longitudinal que une los márgenes anterior y posterior de este segmento abdominal. Por su parte, la hendidura genital masculina se aprecia como una línea longitudinal acompañada de dos lóbulos laterales. Esta se ubica en la parte posterior del 9° segmento abdominal e invade el margen anterior del 10° segmento. (figura 2 d, e).

5.5.4 conteo de huevos

Con la ayuda de un pincel, las masas de huevos eran distribuidos en un círculo de color café e identificados según el número de la postura y al tratamiento al cual pertenecía (figura 1), una vez distribuidos los huevos se tomaba una fotografía para posteriormente ser contados, estos huevos se colocaban nuevamente en vasos para darle seguimiento al ciclo.

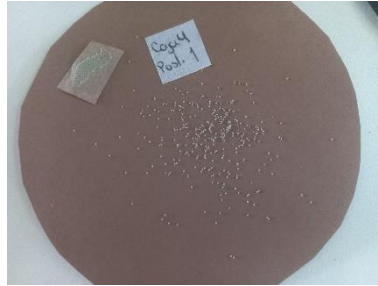


Figura 1: Distribución de la postura para el conteo

5.6 Diseño experimental

El experimento fue evaluado mediante un diseño experimental completamente al azar donde cada larva represento una repetición, contando con:

Numero de tratamientos: 3

Numero de repeticiones: 114

5.7 Análisis estadístico

El análisis de datos fue mediante el programa estadístico InfoStat profesional, versión 2020, realizándose ANOVA para determinar la existencia o no de diferencias estadísticas en los resultados, al encontrar significancia en el ANOVA, se procedió a realizar una prueba de medias Tukey en un nivel de significancia de 5%, para conocer cuáles de los tratamientos hacían dicha diferencia.

5.8 Manejo del experimento

Para este estudio se realizó dos fases que comprendieron en una fase establecimiento del pie de cría y desarrollo del ensayo

5.9 Establecimiento del pie de cría

5.9.1 Colecta de larvas de *S. frugiperda* en campo

La recolección de las larvas se realizó en cultivos de maíz (figura 2 c) ubicados en la Universidad Nacional de Agricultura y también en cultivo de sorgo perteneciente a productores con cultivos cercanos a la universidad, la colecta se realizó de noviembre del 2023 a febrero del 2024, se recolectaron 256 de larvas en campo buscándose únicamente en las plantas que presentaban daño de defoliación (figura 2b), con la ayuda de un pincel se retiraba la larva del cogollo, las recolectadas fueron colocadas en placas Petri con un segmento de hoja de donde se encontraba la larva (figura 2a).

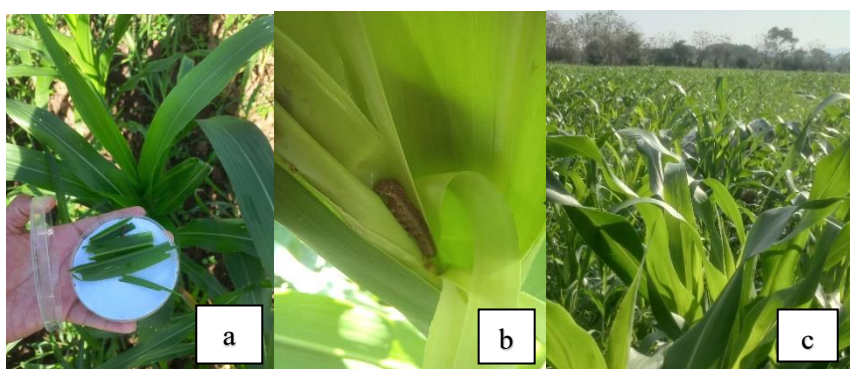


Figura 2: colecta de *S. frugiperda*, larva recolectada en placa Petri (a), larva en el cogollo del maíz (b), trabajo de recolección (c).

5.9.2 Pie de cría con alimento vegetativo dentro de laboratorio

Las larvas fueron llevadas a laboratorio y permanecieron en las placas Petri de manera individual (figura 3 a), diariamente se les proporcionaba alimento nuevo (hojas de forraje hidropónico) y realizando limpieza de los excrementos y residuos de comida (figura 3 c), este labor se llevó a cabo hasta que llegaron al estado de prepupas y posteriormente a pupa, en el estado de pupa se determinó el dimorfismo sexual observando por medio de un estereoscopio (figura 3 b) la distancia entre la hendidura genital y anal que es más

corta en los machos que en las hembras así lo menciona Vázquez *et al.* (2023) (figura 3 c,d).

La determinación del dimorfismo sexual se realizó con el objetivo de determinar el porcentaje de machos o hembras que se pueden encontrar en el campo, la muestra que se tomó en cuenta fueron 36 pupas que dio como resultado 16 machos y 20 hembras con una relación de 1:1, estas pupas establecieron el pie de cría.

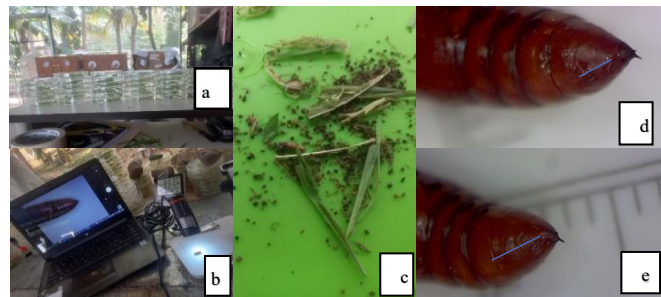


Figura 3: Establecimiento pie de cría; larvas en las placas Petri (a), estereoscópico para la determinación del sexo (b), suciedad dejada por las larvas (c), dimorfismo en pupa macho (d) y hembra (e)

5.9.3 Reproducción de adultos en cámara de apareamiento

Una vez determinado el sexo de las pupas se colocaron en la cámara de apareamiento (figura 4 c), dentro de ella se colocó en una placa Petri una fracción de algodón remojado con agua y miel en una relación 2:1, para facilitar la recolección de las posturas se utilizaron dos métodos, en uno colocaron plantas de maíz dentro de la cámara de

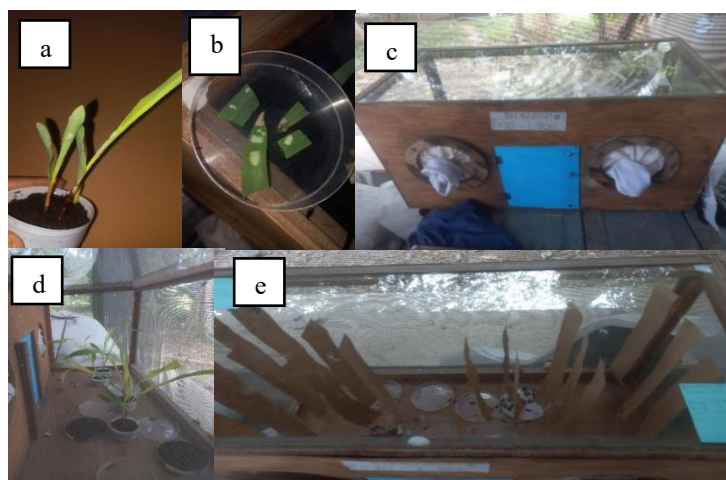


Figura 4: planta de maíz con postura (a), posturas colocadas en la placa Petri (b), cámara de reproducción (c). planta de maíz dentro de la cámara de reproducción (d), tiras de papel kart en la cámara de reproducción (e).

reproducción sembradas en vasos desechables (figura 4d), en el segundo método se utilizó tiras de papel Kraft pegadas al vidrio e la caja (figura 4 e). La cámara de reproducción se revisaba cada 24 horas extrayendo las posturas que fueron ubicadas en placas Petri (figura 4b).

5.9.4 Siembra del material vegetativo

Para poder obtener el forraje hidropónico se realizó de dos maneras diferentes utilizadas en el laboratorio de control biológico de la Universidad Nacional de Agricultura, en una se dejó al maíz descubierto y en la otra se cubrió el maíz con sustrato de coco estéril, con los siguientes pasos, (flujograma, anexo 1):

- Obtención de la materia prima, esta debe de ser una variedad de maíz que no presente resistencia a la *S. frugiperda*.
- Se limpian los granos, eliminando los dañados por plagas, hongos y daños mecánicos.
- Se lavan la semilla, en un recipiente vertiendo agua a manera que cubra las semillas, se remueven para que suban a la superficie las impurezas y semillas partidas y cualquier otra suciedad.
- Después del lavado, se dejan en el recipiente y se les coloca agua hasta taparlas, dejándolas en remojo por 16 horas.
- Pasada las 16 horas, se lavan nuevamente las semillas y se procede a realizar una desinfección colocando en un litro de agua un mililitro de cloro, se dejan reposar

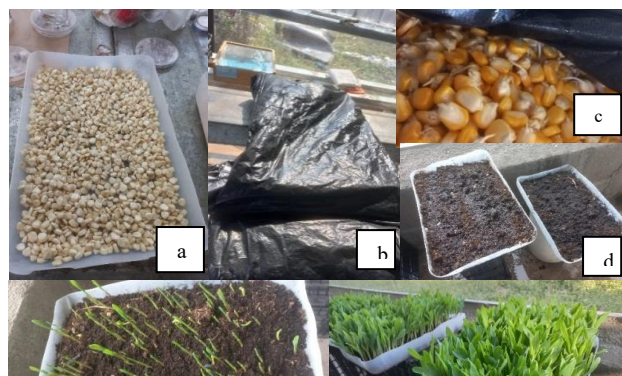


Figura 5: Maíz lavado y desinfectado (a), maíz puesto a germinar ausente de luz (b), maíz ya germinado (c), semillas de maíz colocadas en sustrato (d), maíz ya emergido (e), y plantas de maíz 2 días después de haber emergido (f).

por una hora. El cloro se utiliza por ser un desinfectante y germicida, evita formación de algas por la humedad y la aparición de hongos

- Una vez desinfectadas los granos pasan a una bandeja en donde se distribuyen de manera uniforme (figura 5a), se les coloca un nailon negro que impida la entrada de luz (figura 5 b), por un aproximado de 3 días, se revisan diariamente y se remojan en caso de faltar humedad.
- Pasado los tres (3) días y si la mayoría de los granos ya han emergido (figura 4c) se colocan en un lugar en donde les pueda dar luz solar y el forraje pueda empezar a desarrollarse, se les proporciono agua dos veces al día.
- En caso de utilizar sustrato, 24 horas después de haber colocado en maíz en bandejas y ser tapado con nailon, se sacas las semillas y se colocan en una bandeja con sustrato a manera que cubra el grano (figura 4d), al día siguiente empiezan a brotar las semillas.

5.10 Desarrollo del ensayo

5.10.1 Elaboración de las harinas

La elaboración de las tres harinas se realizó con la metodología utilizada por (Aguilera, 2022) siendo de la siguiente manera, flujograma (anexo 2):

- Obtención de la materia prima (maíz, frijol blanco, frijol rojo y trigo)
- Limpieza de los granos, en donde se eliminó granos dañados, impurezas (piedras, rastrojos, plagas, entre otros)

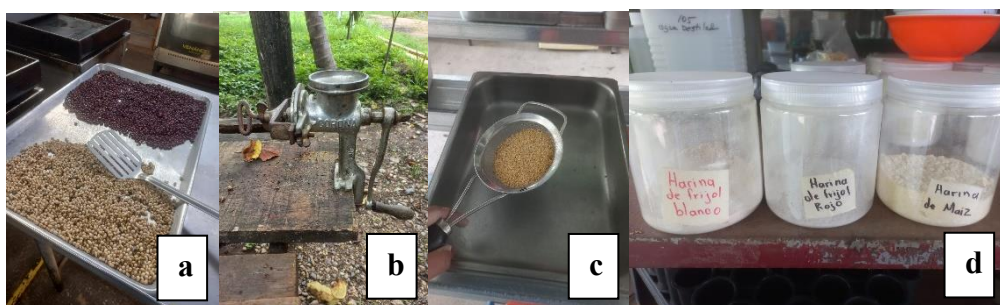


Figura 6: granos tostados (a), molino casero (b), tamizado (c), harinas en almacén (d)

- Se prosiguió a tostar el grano en una plancha a una temperatura aproximada de 90°C con un tiempo aproximado de 15 min, removiendo los granos hasta tomar una tonalidad oscura y perdieran humedad.
- Se dejó enfriar.
- Se molieron los granos en un molino casero para obtener la harina.
- Se tamizó la harina para lograr obtener partículas más finas.
- Las harinas fueron almacenadas en botes de plásticos.

5.10.2 Preparación de las dietas artificiales

La preparación de las dietas se llevó a cabo en el laboratorio de control biológico, realizándose con el siguiente protocolo utilizado por (ZAMBRANO, 2018), flujograma (anexo 3):

- Se realizó de manera individual los diferentes componentes sólidos de las dietas, colocándose las cantidades requeridas en botes plásticos.
- Los componentes en los botes se mezclaron hasta conseguir la homogeneidad de las dietas.
- Una vez ya preparada la dieta se almacenó, al momento de dar alimento a las larvas se pesaba la cantidad de dieta a utilizar y con regla de tres se calculaba la cantidad de agua y formalina correspondiente.



Figura 7: Peso de los ingredientes sólidos (a), combinación de los ingredientes ya pesados (b), peso de la cantidad de dieta a utilizar para alimentar a las larvas (c).

5.10.3 Crianza de *S. frugiperda* con las dietas

Con la segunda generación (F2) de las larvas recolectadas en campo, se llevó a cabo el ensayo, consistió en tomar 120 larvas neonatas (figura 8a) y se colocaron de manera

individual en vasos desechables (cámara de desarrollo larval) por cada tratamiento, teniendo un total de 360 larvas correspondientes a todo el ensayo, cada cámara de desarrollo larval fue marcado con códigos preestablecidos correspondiente a cada tratamiento ensayo, dentro de cada cámara de desarrollo larval se colocó una cantidad aproximada de 1g de dieta de la cual las larvas se alimentaban (figura 8c). La dieta se suministra cada dos días, hasta que la larva llega al estado de prepupas.

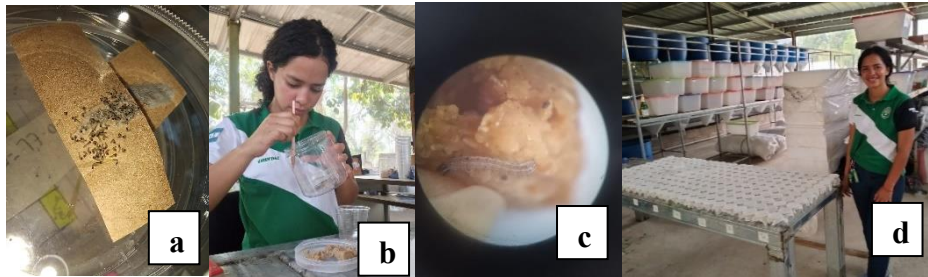


Figura 8: larvas neonatas (a), colocación de la dietas y larvas en los vasos (b), larva en una porción de dieta (c), organización de las cámaras de desarrollo.

5.10.4 Manipulación de los adultos

Una vez realizado el dimorfismo sexual de las pupas del ensayo y pasos alrededor de 5 días de la formación de las pupas, las pupas fueron identificadas (figura 9a) eran pasada a las cámaras de reproducción (figura 9b) en una relación 1:1 colocando 5 parejas, cada cámara fue identificada según el tratamiento al cual pertenecía. Una vez eclosionará el primer adulto se les era suministraba alimento colocando una fracción de algodón humedecida con una solución de agua y miel (vol. 2:1), cada pupa era identifica.

Dentro de cada cámara de reproducción se colocaron de 4 a 5 tiras de papel Kraft para que las hembras ovipositaran, las cámaras eran tapadas con una manta para proporcionarles oscuridad, se revisaban cada 24 horas para extracción de las posturas (figura 9c) y cambiarle la alimentación. Las masas de huevos extraídas se colocaban en placas Petri.

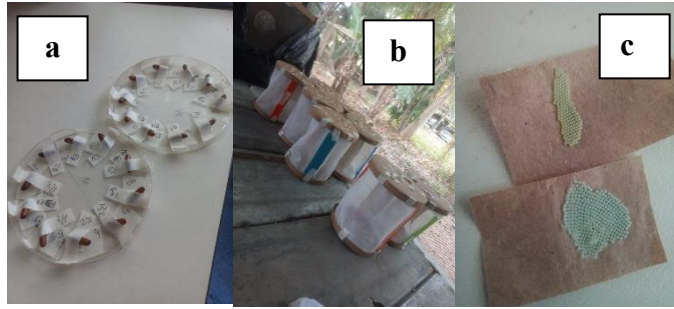


Figura 9: pupas listas para pasar a la cámara de reproducción (a), cámaras de reproducción (b), masas de huevos (c).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El poder determinar la mejor dieta para reproducir *S. frugiperda* como base para la instalación de crías de controladores biológicos es de suma importancia, por tal razón el objetivo de la presente investigación consistió en evaluar tres dietas con las cuales el laboratorio de control biológico pueda tomar en consideración al momento de instalar los pie de cría, dicha investigación se enfocó en evaluar las variables, desarrollo larval, peso larval en el sexto estadio, proporción de sexo, capacidad de oviposición y el costo de cada tratamiento, resultados que se muestran a continuación.

6.1 Tiempo de desarrollo larval

Mediante el análisis de varianza (ANOVA), se pudo determinar que en el comportamiento de los tratamientos existe una diferencia altamente significativa ($P=0.0001$), diferencia que pudo identificarse a través de la prueba de Tukey al comparar el comportamiento de la variable tiempo del desarrollo larval de *S. frugiperda* con las dietas artificiales establecidas.

Los resultados obtenidos (figura 10), expresan una diferencia altamente significativa entre las dietas y el forraje verde hidropónico (FVH), siendo FVH quien completo en menor tiempo el desarrollo larval (18.35 días), mostrando además una diferencia

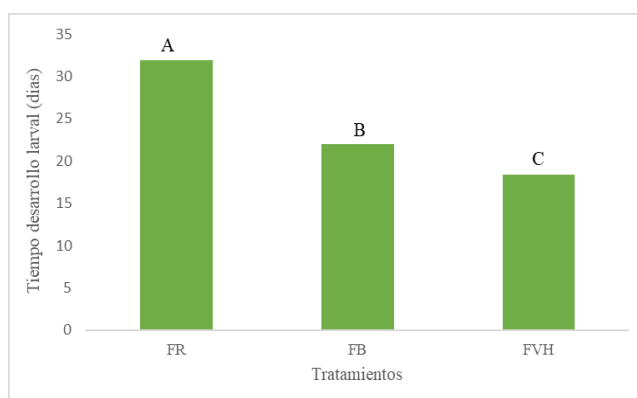


Figura 10: Promedio de tiempo en días para el desarrollo larval de las larvas de *S. frugiperda* criadas con dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestra diferencia

significativa del resto de los tratamientos. Al comparar los dos tratamientos restantes se encontró que FB con 22.03 días fue el segundo mejor tratamiento, mostrando diferencia significativa de FVH y de FR (31.93 días).

La diferencia entre el tiempo de desarrollo de las larvas se vio influenciada por los diferentes componentes de cada dieta, la FVH simula la alimentación natural de las larvas en campo brindándole el menor tiempo para su desarrollo larval, todo lo contrario, para las dietas formuladas FR (harina de frijol rojo, harina de trigo y levadura) y FB (harina de frijol blanco, harina de trigo y levadura) que presentaron el mayor tiempo para su desarrollo.

La dieta a base de FVH permitió a las larvas neonatas la facilidad de adaptarse a la cámara de desarrollo larval, permitiéndoles alimentarse desde el momento de su eclosión aportándoles los nutrientes que generalmente tendrían en su habitat natural, donde se alimentan principalmente del cultivo de maíz desarrollándose en un ciclo de seis instar larvales, datos que concuerda con Maldonado (2009), quien en la evaluación de tres dietas y la alimentación con hojas verdes de maíz obteniendo promedios de 18.5 días para el desarrollo larval. Castro et al. (2009) y Morales et al. (2010) demuestran lo contrario, en donde las larvas alimentadas con dieta natural presentan mayor número de días a comparación de las dietas a base de harinas. Las dietas FR y FB presentaron el mayor tiempo para completar el ciclo larval esto pudo verse influenciado por bajo contenido nutricional presenten en cada una de las dietas y por la baja alimentación de las larvas en los primeros estadios por la poca tolerancia a las dietas.

De las larvas de la dieta FR, el 64.5% presentó un sexto estadio larval, esto concuerda con la investigación de Bavaresco et al. (2010), donde en su evaluación de dietas a base de harina de frijol, reportando que a mayor número de instar que las larvas presentes en el desarrollo puede ser un indicador de que la dieta cuenta con un bajo porcentaje de nutrientes que son esenciales para las larvas. La dieta FB obtuvo su desarrollo en 22.03 días, en la investigación realizada por Mendoza y Menéndez (2018), a cuatro dietas en la cría de *S. frugiperda*, la dieta a base de frijol blanco obtuvo el mayor promedio de días en

el desarrollo larval sobre la dieta a base de harina de frijol rojo, por su textura más homogénea y suele las larvas lograron alimentar más.

6.2 Peso de larva en gramos

Los resultados obtenidos entre los tres tratamientos al momento de evaluar la variable el peso de larva en el sexto estadio muestra según el análisis de varianza una diferencia significativa ($P= 0.0419$) entre los resultados obtenidos.

La diferencia encontrada en el ANOVA fue evaluada según la prueba de medias de Tukey al 0.05 (figura 11), encontrándose que tanto las dietas FVH (0.36 g) y FB (0.34 g) mostraron los valores más altos en peso de larva sin mostrar diferencia significativa entre ellos, mientras que la dieta FR obtuvo las larvas con el menor peso (0.27 g), aunque no difiere estadísticamente de la dieta FB, pero sí de la dieta FVH.

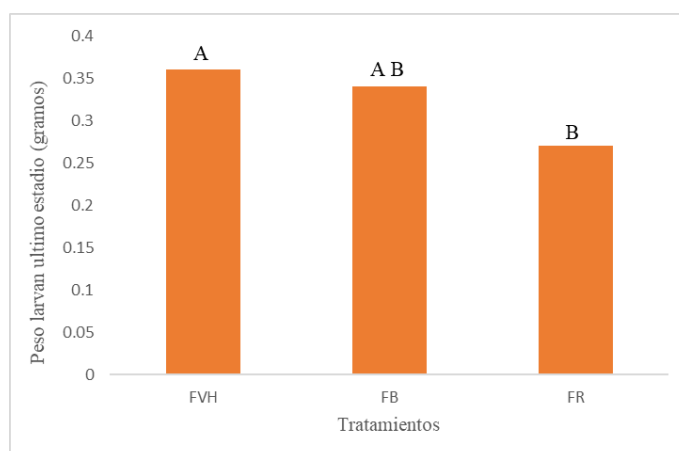


Figura 11: Promedio de peso en gramos en el sexto estadio de las larvas de *S. frugiperda* criadas con dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestra diferencia significativa según prueba de medias de Tukey al 0.05

Una de las variables para determinar la calidad de las dietas es el peso de las larvas, Maldonado (2009) asume que un mayor peso en un momento dado, puede asegurar mayor supervivencia, mayor longevidad y fertilidad en los adultos.

Los resultados muestran que los mayores pesos obtenidos estuvieron en la dieta FVH y FB, debido principalmente a que la dieta FVH asimila a la dieta natural de las larvas que favorece la buena nutrición y desarrollo del insecto, la dieta FB a diferencia de la FR presento una textura más suave facilitándole a la larva la ingesta, para ambas dieta la temperatura del laboratorio jugo un papel importante, ya que el laboratorio no cuenta con condiciones controladas la temperatura y humedad depende netamente de la presente en el ambiente, la mayor temperatura promedio registrada durante la investigación fue por horas de la tarde siendo 35 °C, en el medio día de 34 °C y por las mañana se registró una temperatura promedio de 25 °C, y porcentaje de humedad relativa de 46%, 49% y 96% relativamente.

Estas condiciones de laboratorio desfavoreces a las dietas a base de harinas, ya que al tener presencia de agua, las altas temperaturas son causa de deshidratación, las dietas al perder agua se vuelven más duras y como consecuencia las larvas dejan de comer, la textura de la dieta FB al ser suave formaba una capa seca lo que reducía la evaporación del agua, la larva creaba una galería por la parte baja y se alimentaba en el centro de la porción de la dieta que aún estaba blanda, en el caso de la dieta FR tenía una textura más granulada con una porosidad más alta lo cual tenía una evaporación de agua más elevada se endurecía y le impedía a la larva alimentarse.

Según los análisis estadísticos de las dietas FVH y FB no difieren significativamente en el peso de las larvas, esto concuerda con las investigaciones de Maldonado (2009) y Mendoza et al. (2018), en la comparación de los resultados en la dieta a base de harina de frijol blanco y de hojas de maíz.

6.3 Proporción de sexo en adultos

Mediante el análisis de varianza (ANOVA) y los resultados obtenidos en los tres tratamientos se pudo determinar que existe una diferencia significativa ($P= 0.0270$) para la variable proporción de sexo en relación a la presencia de machos. El análisis realizado para determinar la proporción de hembras demostró que no existe diferencia significativa (figura 12) para la cantidad hembras presenten en los tres tratamientos.

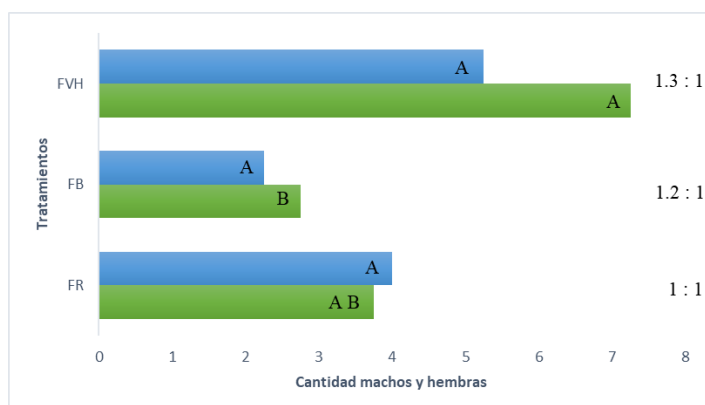


Figura 12: Promedio de machos y hembras en adultos de *S. frugiperda* criados con las dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestras diferencia significativa según prueba de medias de Tukey al 0.05.

Producto de este análisis realizado, se comprobó que existe una relación de 1.3:1 en FVH, 1.2:1 FB y 1:1 en la dieta FB. La proporción de sexo de las larvas sobrevivientes crías por las dietas es algo relevante para la finalidad establecida por el laboratorio, de manera natural en el campo se encuentra una relación 1:1 dato que fue comprobado en las pupas sexadas de las larvas recolectas de los cultivos en el establecimiento del pie de cría.

Los resultados obtenidos en la investigación no varían en relación a los datos antes mencionado, en los tres tratamientos evaluados la presencia de machos fue mayor a la presencia de hembras en cada tratamiento, estos datos concuerdan con Murua (2023), quien obtuvo resultados de la evaluación de cuatro dietas en la cría de *S. frugiperda* en proporciones donde la presencia de machos fue mayor a la presencia de hembras.

6.4 Capacidad de oviposición

El análisis de variancia (ANOVA) demostró que existe una diferencia altamente significativa ($P= 0.0029$) en la evaluación de la variable de la capacidad de oviposición. Los resultados obtenidos (figura 13) expresan una diferencia significativa entre los tres tratamientos, resultando ser FVH quien obtuvo la mayor media (2778.75), mostrando además una diferencia altamente significativa a los dos tratamientos restantes. Al comparar las dietas FR (1946.50) y FB (1561.00) no se encontró diferencia significativa entre ambas de manera estadística.

Las masas de huevos colectadas de las cámaras de reproducción sirven para lograr mantener los pie de cría de *S. frugiperda*, con ellos se puede lograr conseguir aumentar la población y de igual manera conseguir mantener los pie de cría de los controladores biológicos que se establecerán en el laboratorio, las hembras empiezan a ovipositar tres días después de la eclosión de las pupas.

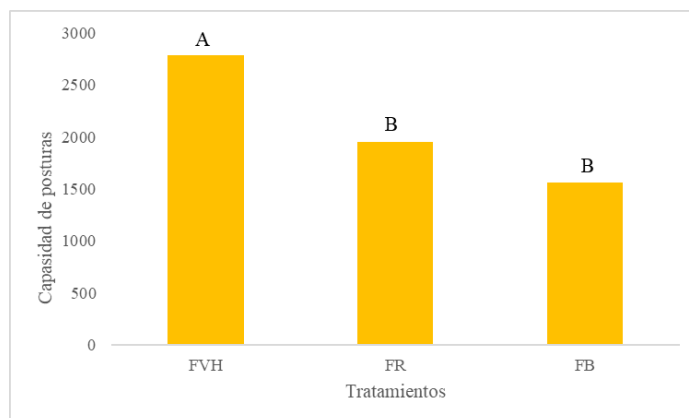


Figura 13: Promedio de capacidad de oviposición en hembras adultas de *S. frugiperda* criados con las dietas a base de frijol rojo (FR), frijol blanco (FB) y forraje verde hidropónico (FVH). Diferencia de letras entre las columnas o tratamientos muestra diferencia

El análisis estadístico de los datos demostró que quien tuvo la mayor proporción de huevos fue la dieta FVH y que difiere significativamente a las demás dietas, las dietas FB y FR quienes obtuvieron la menor cantidad de huevos se pudo observar en las cámaras de reproducción que las hembras morían al poco tiempo de haber emergido de la pupa y

no lograban colocar todas las posturas puesto morían con el abdomen inflamado y con numerosos huevos dentro de él, por el peso de su abdomen dejaban de volar y comer.

La cantidad de huevos según Kivett (2002), esta relacionados con el peso que llegan las larvas a pupa, la dieta FR fue quien presento en menor peso en larva por lo cual llego a obtener un menor peso en pupa, la dieta FVH presento el mayor peso y la mayor capacidad de oviposición. El mismo autor tambien presento resultados para las dietas a base de frijol blanco (promedio 632) y rojo (promedio 720) en donde los promedios andan similares a los obtenidos en esta investigación.

La coloración en las posturas para las dietas fue muy marcada, los huevos de la dieta FVH presentaron un color verde tiernos, y los huevos de las dietas FR y FB presentaron una coloración de un verde un poco más oscuro. Se observó de igual manera que el tiempo de eclosión de los huevos en el caso de la dieta FVH y FB fue similar alrededor de tres 3 días, pero los huevos de la dieta FR tardaron más días para eclosionar.

6.5 Costos de los tratamientos

Para poder reproducir y mantener los pies de cría de *S. frugiperda* durante la investigación en su ciclo larval, a las larvas se les suministraba la dieta cada día de por medio y en el caso de FVH se suministraba todos los días por horas de la mañana, los costos se ven reflejados en la tabla 2.

Para la dieta FB tomando en consideración el tiempo de su desarrollo larval que fue de 22.03 días, a la larva se les suministro alimento durante 11.05 días, si se quiere alimentar a 100 larvas con esta dieta tomando en cuenta el tiempo y método de alimentación implementado en la investigación tendrían un costo de 110.44 Lps. durante todo su ciclo larval, de esta misma manera para la dieta FR tomando su ciclo de 31.93 días y alimentar a 100 larvas se tendría un costo de 63.40 Lps.

Los ingredientes más costosos por dieta son las harinas que fueron la base para la elaboración, el en caso de la harina de frijol blanco sus costos se lograrían reducir si se cultivara el frijol y no se comprara, se debe de tener en consideración también los gastos del tostado y la molienda de los granos lo que aumentaría un poco más los costos por la mano de obra realizada.

Tabla 2: Costros de producción de 100g para las dietas a base de harinas y 3,172.16g de FVH

Tratamiento Ingredientes	FB	FR	FVH
Maíz entero	--	--	3
Sustrato	--	--	2.5
Harina de frijol blanco	5.89	--	--
harina de frijol rojo	--	0.78	--
Harina de maíz	--	--	--
Harina de trigo	0.24	0.43	--
Salvado	..	--	--
Levadura	1.77	0.96	--
Acido sórbico	0.17	0.34	--
Acido ascórbico	0.33	0.19	--
Formalina	0.20	0.22	--
Agua destilada	1.41	1.26	--
TOTAL (Lps.)	9.99	3.96	5.5

Para poder producir el FVH se necesita sustrato y la semilla, el costo para producir 3,172.16g de biomasa es en total de 5.5 Lps. Sin tomar en consideración la mano de obra, al inicio los valores pueden ser elevados en la compra del sustrato, un saco de 300 libras tiene un precio de 1500 Lps. Dándole un valor de 5 Lps a cada libra de forraje. Con 0.5 libras de maíz y 0.5 libras de sustrato se siembras 3 bandejas de sustrato, el forraje se puede utilizar de dos a tres cortes y cada corte puede alimentar a 50 larvas.

Dado que el sustrato tiene la desventaja de que al deshidratarse se vuelve seco y ya no es comestible para las larvas el cambio o suministro debe de ser diario, tomando en consideración y el tiempo de 18.25, se necesitan de 1.5 libras de semilla y sustratos distribuidas en 9 bandejas, con una diferencia de siembra de una semana por cada 0.5 libras distribuida en 3 bandejas para poder completar el ciclo. La desventaja que esta dieta presenta, es que requiere mayor trabajo por parte de la persona encargada de la crianza, puesto que a mayor numero de larvas que se quiera tener, mayor tendría que ser la producción del forraje, lo que elevaría los costos por el aumento en la mano de obra.

6.6 Parasitoides encontrados

A de más de todos los parámetros evaluados, producto de la investigación se identificaron los parasitoides larvo-pupal:

Archytas marmoratu: este es el parasitoide encontrado más frecuente en las larval colectadas. Pertenece a la orden díptera, esta es una especie muy robusta; los adultos miden 12-13 mm. Los machos tienen dos cerdas en el margen posterior del tergito III, mientras a las hembras les faltan. Hembras larvipositan sobre plantas con hospederos y las larvas penetran las larvas hospederas al contactarlas. El desarrollo de la mosca inmadura es interno hasta que el hospedero empupa. La larva de la mosca sale de la pupa del hospedero y empupa en el suelo. (Cave R. , 1993)

Enicospilus merdarii: este parasitoide pertenece al orden Hymenoptera, parasita a las larvas de *S. frugiperda* y desarrolla su ciclo larval en su interior, la larva de Spodoptera muere y *Enicospilus* se convierte en pupa.

Asi como tambien se encontraron otros parasitoides que no fueron reconocimos y que se pueden observar en el anexo 4.

VII. CONCLUSIONES

Las larvas de *S. frugiperda* lograron completar su desarrollo larval con las dietas FVH, FB y FR, se demostró la influencia que tiene la alimentación sobre el tiempo de desarrollo larval, en donde la dieta FVH presento los tiempos más cortos (18.35 días) que las dietas FB (31.93 días) y FR (22.03 días) presentando diferencias de tiempos muy marcados.

Las larvas alimentadas con las dietas FVH y FB presentaron pesos similares lo que demuestra que las larvas lograron alimentarse adecuadamente y sin ningún problema, dejando a la dieta FB como una alternativa a la dieta FVH.

La presencia de hembras para los tratamientos evaluados, no difieren entre ellos, dando una proporción cercana a la 1:1 macho-hembra encontrada de manera natural en los campos, lo cual asegura el aumento en la población de *S. frugiperda* en el laboratorio.

La dieta FVH sobresalió en el promedio de la capacidad de oviposición, dejando en segundo lugar a las dietas a base de harinas con una diferencia muy notable de 1217,76 huevos, que entre ambas dietas no hubo una diferencia significativa y las hembras presentaron mayores problemas de oviposición.

De las dietas utilizadas la de menor costo fue a dieta FVH con 16.5 Lps por ciclo, a diferencia de las otras dos que requieren de 9.99 Lps (FB) y 3.96 (FR) para producción de 100g, y para completar todo el ciclo tuvo un costo de 110.44 Lps. (FB) y 63.40 (Lps.), quedando FVH como la que presento los mejores resultados de los parámetros evaluados por lo cual será la utilizada para la alimentación de las larvas de *S. frugiperda* en el laboratorio de control biológico de la Universidad Nacional de Agricultura, campus central.

VIII. RECOMENDACIONES

Seguir con la investigación en donde se comparen las dietas evaluadas con otra a base de frijol negro, que cuenta con un porcentaje de proteína mayor que la del frijol rojo.

Buscar una estrategia para hacer más duradera la dieta, utilizando conservantes o gelificantes como el agar que proporcionen mayor humedad a las dietas.

Probar alimentar las larvas con diferente materia vegetal, forraje de sorgo, u hojas procedentes de otros cultivos.

Estudiar los parasitoides encontrados en la colecta de las larvas en campo y buscar la forma de conservación de dichos insectos.

IX. REFERENCIAS

- Aguilera, R. B. (2022). *Evaluación de harina de amaranto (Amaranthus spp) variedad INTA soberano en productos de panificación en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, en el periodo de octubre 2021 a junio 2022*. Managua. Recuperado el 2024 de 06 de 13, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnq02a367.pdf>
- Azúa, M. J. (2013). *Perspectiva de los agricultores ante la elección de maíz para producción y consumo en Olancho, Honduras*. Olancho. Obtenido de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1793/1/IAD-2013-027.pdf>
- Bavaresco, A. (2010). *Adequação de uma dieta artificial para a criação de Spodoptera cosmíoides (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório*. Brasil. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/ne/a/F9tKvcqB6xXn8SdFk8StnDM/?lang=pt#>
- C., P. D. (2020). Programa nacional para la aplicación de la normativa fitosanitaria. España. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/pncspodopterafrugiperda_octub2020update_tcm30-536046.pdf
- Cabezas, F. (2013). *Parasitismo de Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre Spodoptera cosmíoides (Lepidoptera: Noctuidae) a diferentes temperaturas*. Revista. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v39n2/v39n2a07.pdf>
- Castro, Y. C. (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*. Cartago. Obtenido de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/123
- Cave, R. D. (2013). DOI: 10.5377/ceiba.v52i1.96626Ceiba, 2011. Volumen 52(1):26-38Zamorano y sus Contribuciones a la Agricultura Sostenible a Través del Control Biológico de Plagas. La Ceiba. Recuperado el 06 de 25 de 2024, de <https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/view/486/466>
- DICTA. (Dirección de Ciencias y Tecnología Agropecuaria) 2017. *Manual para la producción del cultivo del maíz en Honduras*. Recuperado el 13 de 06 de 2024, de <https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>
- Embrapa. (2018). *Biological control*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recuperado el 2024 de 06 de 02, de <https://www.embrapa.br/en/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (12 de Mayo de 2021). Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/1398821/icode/#:~:text=La%20FAO%20estima%20que%20entre,las%2>

Oplagas%20de%20las%20plantas.

FAO. *Organizacion mundial de la Salud*. (15 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Gasoni, L. (agosto de 2018). Control biológico, una estrategia tan sostenible como rentable. (L. P. CASAR, Entrevistador) Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/ria/v44n2/v44n2a02.pdf>

Grijalba, F. M. (2002). *El empleo de Trichogramma en control biológico de plagas: problemas taxonómicos*. Obtenido de sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_31/B31-055-239.pdf

Infante, F. (1994). *Investigación referente al control biológico de la broca del café Hypothenemus hampei mediante la utilización de parasitoides de origen africano*. Mexico: IICA. Recuperado el 2024 de 05 de 31, de https://books.google.com.ec/books?id=dOoNAQAAIAAJ&pg=PP7&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false

INIA. (2020). *Protocolo de crianza de controladores biologicos*. Peru: Vayu Advertising & Communications S.A.C. Recuperado el 25 de 06 de 2024, de <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1157>

Jiménez, E. (2009). *Métodos de Control de Plagas*. Universidad nacional agraria , Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>

Kivett, G. J. (2002). *Estudios de la crianza masiva de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) en laboratorio*. Zamorano. Recuperado el 2024 de 06 de 23, de <https://bdigital.zamorano.edu/items/ed4d42e3-1b57-4c58-9ade-16963abf6ffc>

Letelier, G. G. (2023). *INSECTOS Y ÁCAROS ASOCIADO A CITRICOS DE PICA*. Obtenido de https://www.unap.cl/prontus_unap/site/docs/20231025/20231025163028/revista_faren_nro6_crisopas.pdf

Madrigal, J. A. (s.f.). *Pkaga de importancia economica en lo cultivo de algodón, maíz y otros*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/29642/27074_14970.pdf?sequence=1

Maldonado, H. A. (2009). *Evaluación de dietas meridicas para la cría en laboratorio de Spodoptera frugiperda (Je. Smith)(lepidoptera: noctuidae) evaluation of meridic diets for rearing Spodoptera frugiperda (je smith)(lepidoptera: noctuidae) under laboratorio conditions*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/304799628_evaluacion_de_dietas_meridicas_para_la_cria_en_laboratorio_de_Spodoptera_frugiperda_JE_SMITHLEP

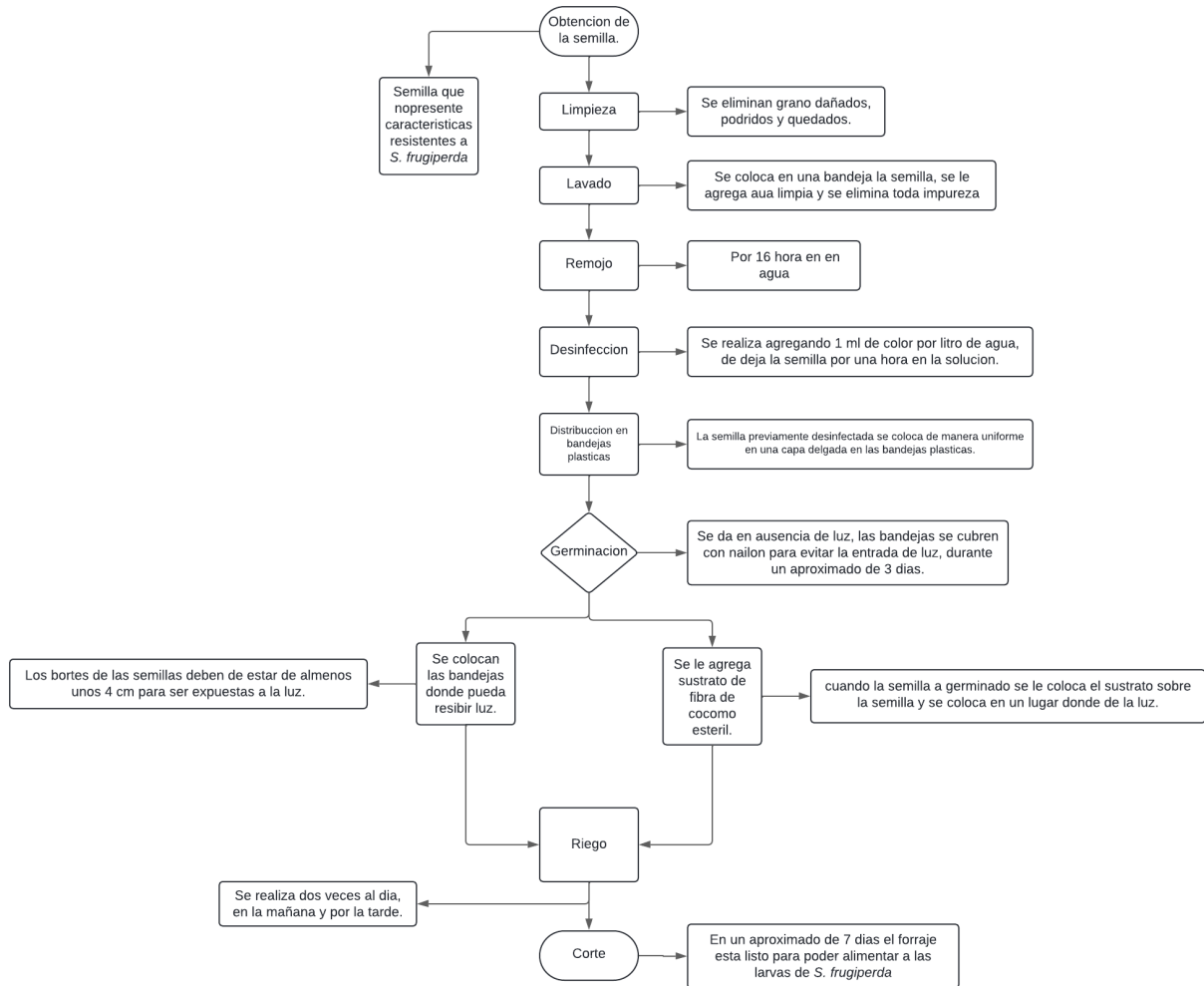
IDOPTERA_NOCTUIDAE_EVALUATION_OF_MERIDIC_DIETS_FOR_RE
ARING_Spodoptera_frugiperda_JE_SMITHLEPIDOPTERA_NOCT

- Maradiaga, R. (2008). *Análisis del impacto económico de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras*. Zamorano, Honduras. Recuperado el 13 de 06 de 2024, de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/110/1/T2651.pdf>
- MARTÍNEZ, L. Á. (2005). *"producción de forraje verde hidropónico"*. Saltillo, coahuila. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/403/1/Luis%20Angel%20Lopez%20Martinez.pdf>
- Morales, P. (2010). *Sobrevivencia larval de Spodoptera frugiperda Smith con dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio*. Venezuela. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400007&lang=es
- Murrua, M. G. (2023). *Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de Spodoptera frugiperda (Lep.: Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides*. Argentina . Recuperado el 23 de 06 de 2024
- Paucarima, A. F. (2011). *Biodiversidad de Bacillus thuringiensis aislados de agroecosistemas peruanos y evaluación del potencial bioinsecticida*.
- Portilla, M. (1999). *Desarrollo y evaluación de una dieta artificial para la cría de Hypothenemus hampei*. Colombia: Cenicafe. Recuperado el 31 de 05 de 2024, de [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050\(01\)024-038.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc050(01)024-038.pdf)
- PROAIN . (10 de Septiembre de 2020). *Ciclo biológico del gusano cogollero*. Obtenido de proain tecnología agrícola: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/ciclo-biologico-del-gusano-cogollero>
- SAG. (Secretaría de Agricultura y Ganadería) 2020. *Maíz, Análisis de Coyuntura*. Obtenido de <https://www.ueg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2022/03/AC-MAI%CC%81Z-V20.4.pdf>
- Salazar, O. E. (2002). *Determinación del ciclo biológico de Sitotroga cerealella Oliver hospedero facticio de Trichogramma Riley, en la cría comercial del centro de investigaciones y Reproducción de controladores biológicos de la UNAN- León*. México. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1842/1/tnh10p438d.pdf>
- SENASICA .(Servicio nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) 2021. *Gusano cogollero*. México. Recuperado el 10 de octubre de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_ma_z_y_arroz.pdf
- VAM. (2019). *La cosecha de ciclo agrícola de primera será insuficiente para reabastecer las reservas de alimentos de gran parte de los hogares entrevistados del Corredor*

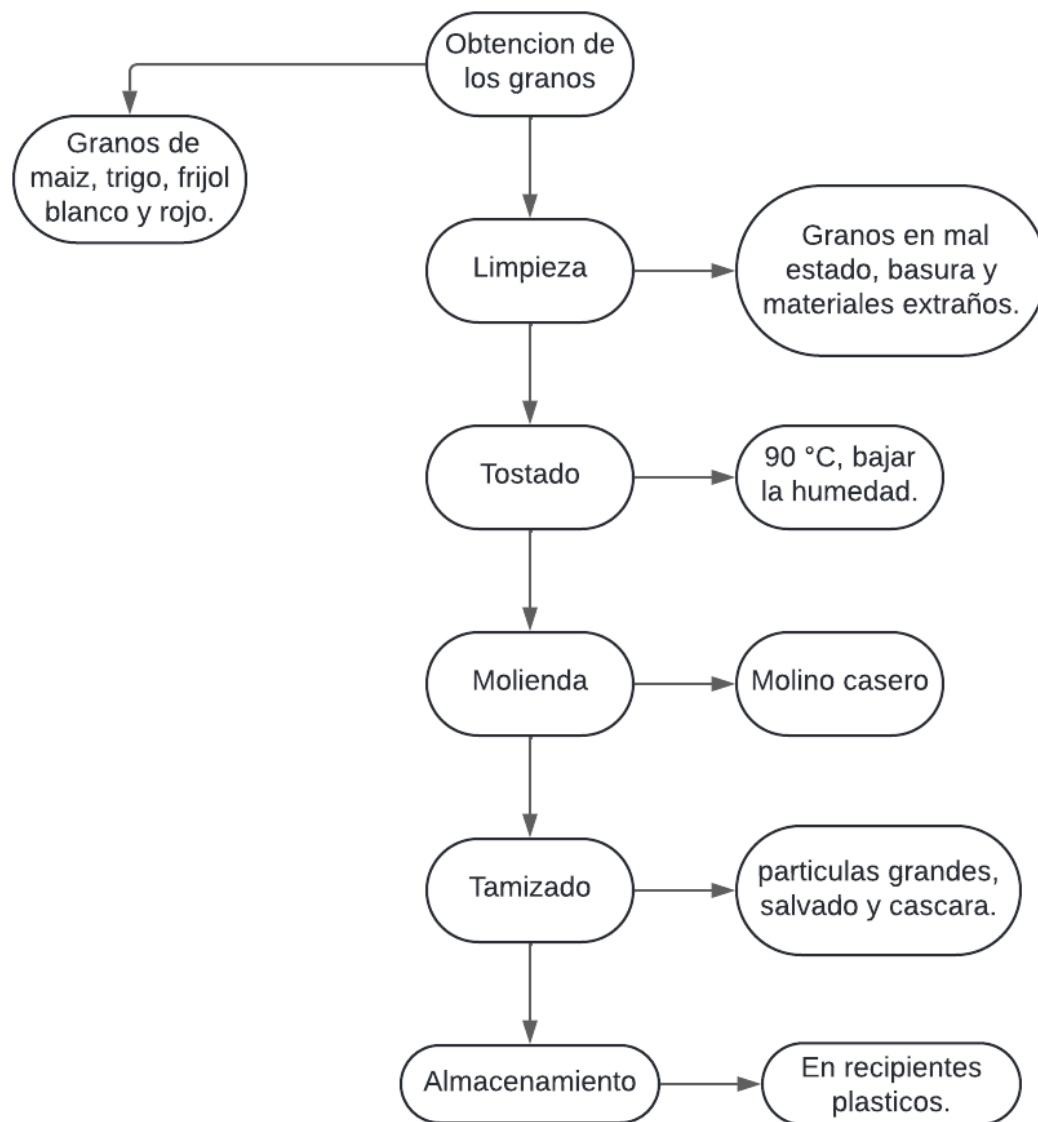
- Seco de Honduras*. Honduras. Recuperado el 17 de 06 de 17, de <https://obsan.unah.edu.hn/assets/OBSAN/PMA/PMA-mVAM-11.pdf>
- Vásquez, E. R. (2023). *Dimorfismo sexual, diagnosis y daños causados por Duponchelia fovealis (Lepidoptera: Crambidae)*. Mexico. Recuperado el 4 de Abril de 2024
- Vásquez, K. B. (2000). *Tomate, Control Biológico de Helicoverpa zea con Trichogramma pretiosum y Bacillus thuringiensis en*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3700cb6c-a50e-4cf3-857c-7f1dab6fec57/content>
- Villarraga, D. M. (2019). *Control biológico: Camino a la agricultura moderna*. Colombia. Recuperado el 02 de 06 de 2024, de http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752019000100002
- Vives, S. G. (2002). *Cría masiva de Rhyzobius lophanthae Blaisdell (Coleoptera:Coccinellidae) depredador de la cochinilla roja de las palmeras (Phoenicococcus marlatti Cockerell)*. España.
- ZAMBRANO, L. A. (2018). ''evaluación de cuatro dietas artificiales para la crianza del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith,1797) bajo condiciones de laboratorio''. Ecuador . Obtenido de <http://repositorio.utm.edu.ec/items/218f6055-6fb3-4a34-97bb-de17f9625db2>

X. ANEXOS

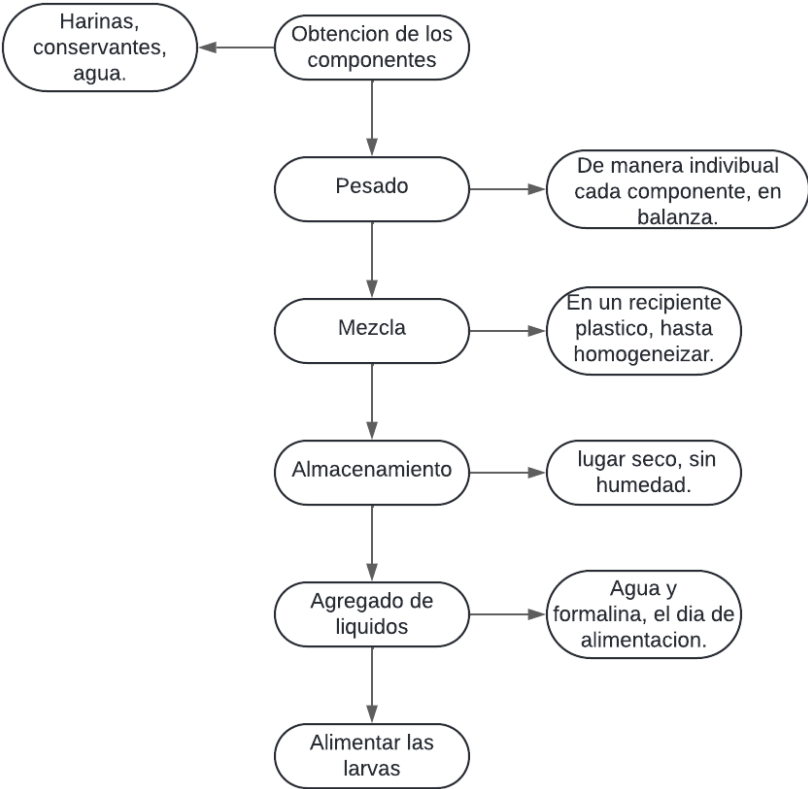
Anexo 1: Flujograma de la elaboración de forraje hidropónico utilizada en el laboratorio de control biológico ubicado en la Universidad Nacional de Agricultura.



Anexo 2: Flujograma de la elaboración de las harinas.



Anexo 3: Flujograma de la elaboración de las dietas.



Anexo 5: Cuadro análisis de

FX	G. L	TDL	PL	MACHO	HEMBRA	POSTURAS
Trat.	2	197.2**	0.007*	22.3*	9.08 ^{NS}	1,549,443.5**
Error	9	1.92	0.001	4.02	3.27	129,683.02
Total	11					
C. V (%)		5.8	12.84	43.79	47.23	17.19
R²		0.96	0.51	0.55	0.38	0.73

** Diferencia altamente significativa, * diferencia significativa, NS no significativo.

Anexo 6: cuadro de medias de los tratamientos

Trat.	TDL	PL	Macho	Hembra	Posturas
FR	31.92 c	0.27 b	3.75 ab	4.0 a	1946.5 b
FB	22.02 b	0.33 ab	2.75 b	2.25 a	1561.0 b
FVH	18.35 c	0.35 a	7.25 a	5.25 a	2778.7 a

Columnas con la misma letra no son significativamente diferentes. TDL: Tiempo de desarrollo larval, PL: peso larval.

Anexo 4: Parasitoides encontradas en larvas de *S. frugiperda* recolectadas en campo



Anexo 7: Adultos de *S. frugiperda*, razones de muertes prematuras



Anexo 8: Diferencia de coloración en posturas, arriba posturas colectadas de adultos criados con forraje hidropónico, abajo posturas recolectadas de adultas criadas con dieta a base de harinas.

