

**Estudios de la crianza masiva de
Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)
(Lepidoptera : Noctuidae) en laboratorio**

Gerardo José Boquin Kivett

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Abril, 2002

**Estudios de la crianza masiva de
Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)
(Lepidoptera : Noctuidae) en laboratorio**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

presentado por

Gerardo José Boquin Kivett

ZAMORANO, HONDURAS
Abril, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Gerardo José BoquinKivett

Zamorano, Honduras
Abril, 2002

**Estudios de la crianza masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)
(Lepidoptera : Noctuidae) en laboratorio**

presentado por

Gerardo José Boquin Kivett

Aprobada :

Ronald D. Cave Ph. D.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph. D.
Coordinador de Area Temática

Roberto Cordero, M. Sc.
Asesor secundario

Jorge I. Restrepo, M. B. A.
Coordinador de CCPA

Rogelio Trabanino, M. Sc.
Asesor secundario

Antonio Flores, Ph. D.
Decano

Pablo Paz, Ph. D.
Coordinador PIA

Keith Andrews, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado vida y aliento para poder salir adelante en la escritura de este documento.

A mi abuelo Horton Scott Kivett (Q.D.D.G.).

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

AGRADECIMIENTO

A mi familia por creer en mi y apoyarme incondicionalmente.

A mis asesores, Ronald D. Cave Ph. D., Rogelio Trabanino M.Sc. y Roberto Cordero M. Sc. por su paciencia y sabios consejos para orientarme y transmitirme lo mejor de sus experiencias para ser un mejor profesional.

A Raúl Espinal Ph. D. por ayudarme en el análisis estadístico de mis datos.

A Maximino Rocha, Julio Torres, Sonia Maradiaga, Ana Luisa Ortega y Rosa Ortega por su ayuda y amistad a lo largo del tiempo de estudio de la ingeniería.

A Geraldine Piro por ser mi fuente de inspiración y acompañarme a pesar de la distancia.

A Felipe, Carlos y Erick por ayudarme tanto en momentos tan críticos.

A Wilma del Valle y Hernán Burbano por ayudarme.

RESUMEN

Boquin, Gerardo 2002. Estudios de la crianza masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) en laboratorio. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras 19 p.

Las prácticas de manejo en la crianza masiva de *Spodoptera frugiperda* son importantes ya que se utiliza este insecto para la producción de virus de la poliedrosis nuclear y *Telenomus remus*. El objetivo fue evaluar las concentraciones de ácido sórbico y formalina en la dieta artificial y evaluar dos prácticas de manejo de adultos en jaula en el proceso de la crianza masiva de *S. frugiperda*. Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Control Biológico de Zamorano desde enero hasta abril del 2001. El primer experimento consistió en desarrollar nueve dietas artificiales modificando las cantidades de ácido sórbico y formalina. El segundo experimento consistió en medir el efecto de cinco densidades de individuos en jaula de oviposición. El tercer experimento consistió en medir el efecto en jaula de la proporción de hembras por macho sobre la oviposición. La dieta con 50% más de ácido sórbico + 25% más de formalina, comparada contra la dieta utilizada en el laboratorio, aumentó 5.5 veces la mortalidad de larvas. También disminuyó 3.6 la contaminación por el hongo *Aspergillus* y aumentó 3.3 veces la tasa de empupación. La densidad de 80 adultos por jaula fue la que obtuvo el mayor número de masas de huevos, pero sólo varió significativamente de las densidades de 40 y 90. Esto se debió a que hubo un mejor aprovechamiento espacial por parte de los adultos en jaulas de 30 cm de alto por 17 cm de diámetro. La proporción 5 ♀ : 1 ♂ produjo más huevos por masa, pero no más masas por hembra.

Palabras claves: Acido sórbico, *Aspergillus*, cogollero, dieta artificial, formalina, oviposición.

Abelino Pitty Ph. D.

NOTA DE PRENSA

Estudios de la crianza masiva de gusano cogollero en laboratorio

Con el fin de reducir las perdidas en la crianza masiva de cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en dietas artificiales por contaminantes se realizó un experimento que consistió en nueve dietas diferentes modificando las cantidades de formalina y ácido sórbico, los cuales son preservantes. Los hongos contaminantes que parasitan la dieta artificial de larvas de cogollero y cubren la superficie de la dieta, crean una capa casi impenetrable, que impiden que las larvas se alimenten.

Para hacer estos cambios, se midieron los ingredientes y se hicieron cálculos para hacer 100 vasitos de cada dieta. Después se elaboró la dieta y se rotuló para poder distinguir los cambios de preservantes. Cada vasito fue inoculado con hongos provenientes de dietas contaminadas para medir la efectividad de los cambios en las cantidades de preservantes. Los variables que se midieron fueron: porcentaje de individuos no desarrollados, porcentaje de contaminación y tasa de empupación. Los datos fueron tomados periódicamente a lo largo del ciclo larval de cogollero en laboratorio. Las dietas con mejores resultados fueron las que tenían la interacción de ácido sórbico con 50% más de su concentración inicial, con 25% y 50% más formalina.

También se realizaron experimentos cambiando las densidades de adultos y las proporciones de hembra por macho en jaula, para medir la oviposición y determinar que cambio se debe hacer para obtener un mejor uso de las jaulas para la crianza masiva de cogollero. En estos experimentos, se sexaron las pupas identificando un puntito negro en la parte ventral caudal de las pupas. Ese puntito que es característico de las mariposas macho.

Los datos se tomaron colocando un acetato sobre las masas de huevos puestas por las mariposas. Después se saco el área de las masas y se dividió por el área de un huevo para sacar el numero de huevos por masa. Cuando había masa con varias capas de huevos, se midió cada capa individualmente, después se sumaron las capas hasta completar la masa.

Al comparar el cambio de densidades de individuos en jaula, la densidad de 80 individuos fue la mejor en cantidad de masas puestas, pero no fue significativamente diferente de las densidades de 50 y 60 individuos por jaula. En el número de huevos por masa, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. En el efecto del cambio de las proporciones de sexo, se pudo apreciar que hay una tendencia lineal en el incremento del número de huevos por masa según se incremente el número de hembras por macho. El mejor

tratamiento fue el que tenía una proporción de cinco hembras a un macho, el cual fue el único que tuvo diferencia significativa.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

		Página
	Portada.....	i
	Portadilla	ii
	Autoría	iii
	Página de firmas.....	iv
	Dedicatoria	v
	Agradecimiento	vi
	Resumen	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Índice de tablas.....	xi
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS.....	2
3	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1	Generalidades.....	3
3.1.1	Clasificación taxonómica	3
3.1.2	Origen y distribución.....	3
3.1.3	Biología de <i>Spodoptera frugiperda</i>	3
3.2	Daño e importancia económica.....	4
3.3	Antecedentes.....	5
3.4	Objetivos de la crianza masiva de insectos usando dietas artificiales	6
3.5	Dietas para la cría de insectos.....	6
3.5.1	Componentes principales de una dieta básica.....	6
3.5.2	Requerimientos nutricionales de insectos.....	6
3.6	Contaminantes.....	7
3.7	Higiene preliminar.....	7
3.7.1	Preservantes.....	7
3.8	Dieta especial para <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
3.9	Manejo de adultos en jaulas.....	9
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4.1	Experimento 1: Efecto de las proporciones de preservantes en la dieta larval de <i>S. frugiperda</i>	10
4.1.1	Diseño experimental.....	10
4.1.2	Procedimiento.....	10
4.1.3	Variables y análisis estadístico.....	11
4.2	Experimento 2: Efecto de densidad sobre oviposición en jaulas.....	12
4.2.1	Diseño experimental.....	12
4.2.2	Procedimientos.....	12
4.2.3	Variables y análisis estadístico.....	13
4.3	Experimento 3: Efecto de la proporción de hembras por macho sobre la oviposición en jaula.....	13

4.3.1	Diseño experimental.....	13
4.3.2	Procedimiento.....	14
4.3.3	Variables y análisis estadístico.....	14
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
5.1	Experimento 1: Cambio de preservantes en la dieta larval de <i>S.Frugiperda</i>	15
5.2	Experimento 2: Efecto de densidades sobre oviposición en jaulas.....	16
5.3	Experimento 3: Efecto de las proporciones de hembras por macho sobre la oviposición en jaula.....	17
6	CONCLUSIONES	18
7	RECOMENDACIONES.....	19
	LITERATURA CITADA.....	20

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Comparación de dieta artificial contra dieta de hojas de soya.....	5
2	Control de contaminantes en dietas de insectos.....	8
3	Comparación de dietas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	9
4	Dietas experimentales.....	10
5	Dieta para larvas de <i>S. frugiperda</i>	11
6	Densidades de adultos de <i>S. frugiperda</i> por tratamiento en una relación 1 ♂ : 1 ♀	12
7	Cantidad de hembras y machos por proporción.....	13
8	Efecto de variaciones de ácido sórbico y formalina en la dieta artificial sobre la mortalidad de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> antes de contaminación de la dieta por hongos.....	15
9	Incidencia de hongos y porcentaje de empupación de <i>Spodoptera frugiperda</i> en dieta con concentraciones variables de ácido sórbico y formalina.....	16
10	Efecto de densidades de adultos sobre oviposición por <i>S. frugiperda</i> en jaulas.....	17
11	Efecto de las proporciones de hembras por macho sobre la oviposición en de jaula. por <i>S. frugiperda</i>	17

1.INTRODUCCIÓN

En la crianza masiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el Laboratorio de Control Biológico de Zamorano se ha reportado contaminación de las dietas larvales de *S. frugiperda* por el hongo *Aspergillus*, por lo que es importante realizar experimentos modificando las dietas para medir su efecto en el desarrollo de larvas en dietas libres de contaminantes. En este trabajo se realizó un experimento cambiando las proporciones de preservantes en las dietas para medir si el incremento de los mismos mejora el control de el hongo contaminante de dietas y así hacer más eficiente el proceso de crianza.

También se realizaron dos experimentos con adultos en jaula, el primero cambiando las densidades para verificar si la densidad utilizada es la adecuada y el segundo cambiando las proporciones de hembras por macho para medir su efecto en la oviposición. Se sabe que *S. frugiperda* es una especie polígama. Es por esto que es importante hacer este tipo de experimentos para tomar decisiones y optimizar el uso de las jaulas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Optimizar el método de crianza masiva de *Spodoptera frugiperda* en laboratorio.

2.1.2 Objetivos Específicos

1. Optimizar el uso de preservantes para prevenir hongos en las dietas de *Spodoptera frugiperda*.
2. Optimizar las densidades de adultos de *S. frugiperda* por jaula para maximizar oviposición
3. Optimizar la proporción hembra y macho de *S. frugiperda* para maximizar oviposición.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades

3.1.1 Clasificación taxonómica:

Según IICA (2001), la clasificación taxonómica de *Spodoptera frugiperda* es la siguiente:

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Genero: *Spodoptera*

Especie: *frugiperda* (J. E. Smith)

Nombre común: cogollero o gusano cogollero.

3.1.2 Origen y distribución

Según Luginbill (1928), *S. frugiperda* es una plaga de origen tropical ya que no tiene capacidad de sobrevivir en invierno, solo en regiones donde hay zonas de vida tropical. *S. frugiperda* fue reportado por primera vez en 1845, sin embargo hubo período entre 1797-1845 donde se reportaron daños en las tierras bajas del sur de Estados Unidos. Para 1912 ya se habían reportado brotes de esta plaga en diferentes lugares de Estados Unidos, Canadá, Puerto Rico, Barbados y Centroamérica. Se presume que este brote tuvo como centro de origen en México. Las condiciones climatológicas con períodos frescos y lluvia abundante, fueron las causas que favorecieron su multiplicación y diseminación. Otro factor importante para su diseminación es que esta especie es polífaga. Esta plaga puede atacar alrededor de 60 cultivos y malezas gramíneas, pero los cultivos que más atacan son maíz, sorgo, arroz y muchos cultivos hortícolas (Navarro, 2001).

3.1.3 Biología de *Spodoptera frugiperda*

Los huevos son depositados por los adultos en masas que van desde 30 a 400 huevos. La masa de huevos está cubierta por una tela fina formada con las escamas de la hembra adulta. Los huevos inicialmente son de verde claro volviéndose grisáceos al eclosionar (Trabanino, 2001¹). las hembras ovipositan generalmente en el envés y muy ocasionalmente en el haz. Los huevecillos tienen un período promedio de incubación de 4 a 5 días IICA (2001). Las larvas pasan por 6 estadios (pero hay registros de 7). Navarro (2001) encontró que las hembras ovipositan la mayoría de sus huevos en el envés de las hojas como parte de un hábito de ataque localizado hacia el centro de los lotes. Según Luginbill (1928), el período de oviposición varía de acuerdo a la temperatura, reduciéndose en verano y siendo mayores en otoño porque el período de vida de los

¹Trabanino R. 2001, Zamorano, Comunicación personal

adultos se acorta con temperaturas altas. En la parte final de los períodos largos las masa de huevos contienen pocos huevos.

Las larvas durante los dos primeros estadios son de color verde amarillento con la cabeza oscura. Solo larvas grandes tienen hábito canibalístico y se destruyen entre sí cerca de la masa original; las que sobreviven se dispersan en las hojas y posteriormente al interior del cogollo donde generalmente se localiza una sola larva. Las larvas grandes llegan a medir 3 cm, son de color café oscuro grisáceo o verdoso con tres bandas longitudinales en el cuerpo y una sutura en forma de "Y" invertida en la cabeza. La duración en la etapa larval es de aproximadamente 21 días (IICA 2001).

La pupación ocurre en el suelo y dura unos 7 días. Las pupas son de color café rojizo y de 2 a 3 cm de largo. Los adultos son palomillas de 2 a 3 cm de largo y de 3 a 3.5 cm de expansión alar. En total el ciclo de vida tiene una duración aproximada de 32 días en condiciones de clima tropical, el cual se prolonga bajo otras condiciones (IICA 2001).

Díaz y Vázquez (1997) encontraron que los adultos al emerger se alimentan del néctar de varias plantas. Son nocturnos y en el día permanecen escondidos en las plantas. Las alas de las hembras son de color gris a café-gris. En el macho son de color beige con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala; las alas traseras son blancas.

3.2 Daño e importancia económica El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América IICA (2001). Es una plaga de presencia universal pero de importancia variable. Ciertas áreas son más susceptibles al daño que otras. Generalmente es muy importante en tierras bajas y a final del año, pero pueden ocurrir irrupciones locales en cualquier época (King y Saunders, 1984). Luginbill (1928) encontró que el daño que el cogollero ocasiono hizo que los agricultores replantaran hasta cuatro veces, destruyendo casi toda la plantación.

Las larvas de los dos primeros estadios se alimentan de las hojas causando unas descarnaduras aisladas, sin romper el parénquima, lo que da la apariencia de zonas blanquecinas transparentes como “ventanitas”. Las larvas que llegan al cogollo se alimentan de él causando unos agujeros de tipo irregular que retrasa el desarrollo de la planta. Este tipo de daño es muy notorio e impresionante. Las larvas maduras en el suelo cortan los tallos de las plantitas a nivel del suelo. Algunas larvas grandes logran penetrar a la mazorca, destruyen los granos y favorecen la entrada de otros insectos o patógenos (IICA 2001).

Según Andrews (1984), las etapas larvales en plantas de 4 hojas o más generalmente viven en el cogollo comiendo tejidos tiernos. Este daño resulta con agujeros de forma irregular y de gran tamaño, pero generalmente no mata la planta. En infestaciones severas puede comer todo el follaje, dejando solamente la vena central de la hoja. Las larvas también comen elote, panojas tiernas comportándose como eloteros, mientras que en hortalizas se alimentan de sus frutos.

La larva puede comportarse como raspador durante los primeros tres estadios, alimentándose de la epidermis de las hojas, lo que ocasiona un daño de ventanilla. Según

Pérez (2001), en el estadio larval se introducen al cogollo haciendo perforaciones que producirán el mayor daño reduciendo el área fotosintética de las plantas y debilitando las mismas provocando un menor rendimiento por unidad superficial de terreno.

El comportamiento de la larva es importante en la relación con la selección del lugar de alimentación en el huésped. En grandes densidades pueden matar las plantas jóvenes por defoliación o destruir los puntos de crecimiento. El hecho de saber que son caníbales, reduce normalmente el número de larvas a una por planta. Plantas mayores sufren defoliación los tallos aparecen cortados o minados a nivel del suelo. En la formación de frutos, las larvas se alimentan de su interior. (Díaz y Vásquez 1997).

3.3 Antecedentes

Según Estrada ² (2000), la cría de *Spodoptera spp.* se realizaba a partir de hojas de las plantas huéspedes, removiendo los residuos de las hojas comidas cada dos días. Se administraron hojas hasta que las larvas alcanzaban el estadio de pupa, esta actividad era muy laboriosa, además al traer hojas del campo se corría el riesgo de traer agentes patogénicos que se desarrollan normalmente en condiciones de campo y provocar epizootias incontrolables en el laboratorio. La limitante de este método era que no se obtenía follaje de las plantas huéspedes de manera constante en el año. Con el desarrollo de dietas artificiales la cría masiva de insectos ha tenido mayor éxito

Green *et al.* (1976) realizaron varios intentos para criar lepidópteros en laboratorio combinando frijoles y germen de trigo, pero tuvieron éxito hasta que adicionó caseína y proteína de soya. En ausencia de proteína de soya más del 50% de las larvas no pudieron convertirse en adultos. La dieta artificial fue comparada (Tabla 1) con la dieta de hojas de Soya.

Tabla 1. Comparación de dieta artificial contra dieta de hojas de soya

Dieta	% Pupación	Días a pupación	% de emergencia de adultos	Huevos / ♀
Artificial	79	15.5	95	189
Hojas de Soya	89	13.4	95	176

Fuente: modificado de Green et al.(1976)

Según Castillo *et al.* (1994), en un laboratorio de cría masiva de insectos, las prácticas de sanidad deben ser muy estrictas puesto que puede ocurrir contaminación causada por entomopatógenos y por microorganismos que invaden las dietas y el ambiente en el insectario afectando la crianza hasta eliminarla.

Es importante conocer acerca de entomopatógenos puesto que hay hongos que contaminan las dietas larvales y tienen una acción patogénica sobre las larvas, afectando todos los estadios del ciclo de crianza, aunque podría haber cierta tolerancia por parte de *S. frugiperda* dependiendo del estadio en que se encuentre.

² Estrada R. (2001), Comunicación personal.

3.4 Objetivos de la crianza masiva de insectos usando dietas artificiales

El principal objetivo de la crianza masiva de insectos utilizando dietas artificiales es producir económicamente tanto hospedantes como parásitos obligados tales como virus, bacterias, hongos, protozoarios, nematodos entomopatógenos y parasitoides para propósitos de control biológico de plagas; estudios de resistencia genética y feromonas, producción y liberación de insectos estériles y otros estudios biológicos (Castillo *et al.*, 1994). En la práctica, las dietas artificiales son importantes porque nos permiten planificar las actividades de crianza y manejo de individuos.

3.5 Dietas para la cría de insectos

El término dieta artificial ha sido definido como cualquier dieta que no es alimento natural para el insecto. En todo caso en los procesos de crianza también se incluyen dietas suplementarias de tipo practico por su simplicidad y economía utilizando alimentos procedentes de cultivos producidos localmente (Castillo *et al.*, 1994)

3. 5. 1 Componentes principales de una dieta básica

Castillo *et al.*,(1994), consideran que una dieta debe incluir los siguientes componentes:

- Agentes aglutinantes de los cuales el agar es el más comúnmente usado, porque forma un gel rígido usado en concentración baja de 2-3%
- Proteínas y carbohidratos cuyas fuentes se hayan en frijoles, la caseína, la soya, y en el germen de trigo. Este ultimo tiene todos los nutrientes menos ácido ascórbico.
- Elementos químicos como sales de Wesson.
- Vitaminas y mezclas de ellas incluyendo levaduras, ácido ascórbico y ácido sórbico.
- Inhibidores microbiales que previenen la contaminación de las dietas para combatir microorganismos indeseables.

3.5.2 Requerimientos nutricionales de insectos

Los requerimientos nutricionales de las dietas para insectos según los componentes aquí descritos fueron pre-establecidos por Castillo *et al.* (1994).

Proteínas: Un elemento fundamental lo constituye la proteína. La caseína es la proteína más usada en dietas de insectos ya que contiene todos los aminoácidos esenciales, es soluble en agua y no se precipita con calor.

Carbohidratos: Los carbohidratos son fuentes de energía y también sirven como fagoestimulantes. Se logra satisfacer sus necesidades incorporando almidones, polisacáridos y azucares en las dietas.

Grasas: Lípidos, ácidos grasos y esteroides proveen energía. En general el insecto los sintetiza fácilmente, pero se ha demostrado que los lepidópteros requieren de ácido linoléico y linolénico en las dietas, ya que su deficiencia provoca la deformación de las alas, cuyas escamas se adhieren a la cámara pupal durante su emergencia. Estos ácidos se pueden adicionar en forma pura y si no se dispone de ellos se puede adicionar aceite de maíz.

3.6 Contaminantes

En el proceso de la crianza masiva de *S. frugiperda*, las larvas crecen y desarrollan en unos vasitos que contienen la dieta de la cual se nutren. Esta dieta también es un sustrato nutritivo y propicio para la propagación de microorganismos que la contaminan. Las infecciones por hongos pueden contribuir a la formación de una capa superficial impenetrable en los medios alimenticios (Castillo *et al.*, 1994). Según Estrada² (2001), las dietas de larvas se pueden contaminar especialmente con *Aspergillus* o *Penicillium*. Castillo *et al.* (1994), opinan que los microorganismos más comúnmente encontrados en las dietas, son ciertas levaduras (*Aspergillus*), bacterias (*Rhizopus*) y mohos (*Penicillium*) y su principal fuente de contaminación son los insectos (*S. frugiperda*), la calidad de los ingredientes utilizados en sus dietas, la falta de higiene general del edificio y el equipo empleado.

3.7 Higiene preliminar

Según Castillo *et al.* (1994), para descontaminar insectos y equipo de laboratorio se recomienda utilizar formalina o hipoclorito de sodio aunque los tratamientos con cualquiera de ambos puede ser peligroso. Según Couso (2001), la formalina tiene la potencia de causar cáncer en humanos. La exposición repetida y prolongada aumenta el riesgo. En los humanos, la exposición al formaldehído ha sido asociada con cáncer de pulmón, nasofaringe y conductos nasales.

También es recomendable el empleo de luz ultravioleta con propiedades bactericidas (257nm de radiación), la cual debe ser activada solo en ausencia de personal (Castillo *et al.*, 1994).

3.7.1 Preservantes:

Los preservantes químicos se engloban dentro de un grupo de sustancias denominadas aditivos alimentarios, que son las sustancias que pueden ser añadidas en los alimentos para desempeñar diferentes funciones (Fukuda³, 2001). Según Castillo *et al.* (1994), dentro de los preservantes (Tabla 2) para dietas artificiales de insectos se deben considerarse en primer lugar los antibióticos, como tetraciclina y la aureomicina. En segundo lugar son el metil parabenceno o metil parahidrobenzoato y la formalina que deben ser utilizados con sumo cuidado pues en exceso afectan el desarrollo y el tamaño de los insectos e incrementan la mortalidad de larvas y pupas. Existe un nivel de seguridad de concentración para no afectar la producción de pupas y adultos y evitar que el tiempo de desarrollo no se incremente en más de un 25% de lo normal.

² Estrada R. 2001, Comunicación personal

³ Fukuda Gladis. 2001, Ingredientes de dietas artificiales. Comunicación personal

Tabla 2. Control de contaminantes en dietas de insectos

Preservantes	Microorganismo controlado					
	Bacteria	Rickettsias	Hongos	levadura	Protozooario	Virus
Tetraciclina	X	X			x	
Metil parabenceno	X		x	x		
Acido sórbico			x	x		
Formalina	X		x	x		x

Fuente: Modificado de Castillo, *et al.* 1994

Ácido sórbico: El ácido sórbico es el único ácido orgánico no saturado normalmente permitido como conservador en los alimentos. Posee un espectro antimicrobiano interesante ya que es relativamente ineficaz contra las bacterias catalasa-negativas como las bacterias lácticas. El ácido sórbico posee un amplio espectro de actividad contra los microorganismos catalasa-positivos, que incluyen las levaduras, mohos, y bacterias y se utiliza, por tanto, para inhibir los contaminantes aeróbicos en los alimentos fermentados o acidificados. Estos últimos microorganismos resultan generalmente inhibidos por concentraciones de ácido no disociado de 0.01a 0.03 %. Este compuesto constituye un eficaz agente antimicrobiano a valores de pH inferiores a 6. (ACIDO SORBICO EN ALIMENTOS 2001)

Formalina: El formaldehído es incoloro, posee olor acre-detectable a temperatura ambiente, a 1 ppm y sus sinónimos son formalina, formol o solución de aldehído metílico. Es soluble en agua y alcohol. Sus límites de explosión varían entre 7% y 73%. También es un compuesto registrado como esterilizante por la EPA. (Couso, 2001).

3.8 Dieta especial para *Spodoptera frugiperda*

La dieta especial de *S. frugiperda* utilizada en Zamorano es la dieta predeterminada por Green *et al.* (1976). También existen otras dietas (Tabla 3) para crianza de lepidópteros, pero son similares a la dieta de Zamorano.

Tabla 3. Comparación de dietas de *Spodoptera frugiperda*

Universidad de León

	<u>Zamorano</u>	<u>Texana</u>	<u>Soya</u>	<u>CN</u>
Agua	3400ml	1600ml	3500 ml	1600 ml
Germen de trigo o arroz	200g	160 g	200 g	179.2 g
Proteína de soya	200g	-	120 g	-
Proteína de frijol	-	375g	275 g	-
Agar	80g	41 g	60 g	12 g
Frijoles	250g	-	-	-
Caseína	140g	-	-	-
Levadura	200g	106.2g	125 g	106.2 g
Acido sórbico	18g	3.3 g	8 g	3.3 g
Acido ascórbico	9g	11.6g	15 g	11.6 g
Vitaminas	30g	25 g	25 g	25 g
Tetraciclina	250mg	500 mg	500 mg	500 mg
Formalina 40%	18ml	-	-	-
Metil parabenceno	15g	6.6 g	10 g	6.6 g
Benlate	-	1g	2 g	1 g
Tuza	-	-	-	110.42 g
Aceite	-	7g	-	10 g

Fuente: ¹Trabanino (2001), adaptado por Gerardo Boquin

3.9 Manejo de adultos en jaulas

Para poder tener una jaula con adultos en una relación 1:1 de pupas es importante sexar eficientemente las pupas, proceso que se facilita gracias al dimorfismo sexual que estos insectos tienen, donde los machos presentan un puntito muy característico en la parte ventral del abdomen, puntito que las hembras no tienen.

Según Trabanino (2001), una vez sexados los adultos, son colocados en las jaulas de reproducción de 1:1, generalmente usan 25 pupas machos y 25 pupas hembras, que al eclosionar inician la cópula y oviposición de los huevos en masa. Luginbill (1928) encontró que los adultos de *S. frugiperda* en jaula inician la oviposición hasta después de media noche, en muchos casos se prolonga más, posiblemente debido a exposición de los adultos al reflejo de luz eléctrica. Según Simmons y Lynch (1990), la dieta de solución mielosa permite que las palomillas vivan 8.4 días, permitiendo una oviposición diaria de 254 huevos por hembra. Navarro (2001), reportó que las palomillas en condiciones naturales pueden alcanzar a vivir hasta 12 días, alcanzando a poner un promedio de 1000 huevos. El período donde hay mayor oviposición es durante los primeros cinco días (Trabanino 2001). En Zamorano los adultos son descartados cuando el 60% ha muerto.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Experimento 1: Efecto de los niveles de ácido sórbico y formalina en la dieta larval de *S. frugiperda*

Las condiciones climáticas en el laboratorio fueron: humedad relativa 85%, temperatura promedio estimada de 27° C y un fotoperíodo de 11.5 horas luz.

4.1.1 Diseño experimental

El experimento consistió en 9 tratamientos (Tabla 4), con 100 repeticiones por tratamiento en un diseño estadístico completamente al azar.

Tabla 4. Dietas experimentales

Tratamiento	Acido Sórbico (g)	Formalina (cc)
Testigo	1.07	1.22
Testigo +25% ácido sórbico	1.33	1.22
Testigo +50% ácido sórbico	1.60	1.22
Testigo +25% formalina	1.07	1.48
Testigo +50% formalina	1.07	1.80
Testigo +25% ácido sórbico +25% formalina	1.33	1.48
Testigo +25% ácido sórbico +50% formalina	1.33	1.80
Testigo +50% ácido sórbico +25% formalina	1.60	1.48
Testigo +50% ácido sórbico +50% formalina	1.60	1.80

4.1.2 Procedimiento

El procedimiento que se describirá a continuación es el procedimiento utilizado en la crianza masiva de *S. frugiperda* en el Laboratorio de Control Biológico de Zamorano. Primero se pesaron los ingredientes (Tabla 5) de las dietas, poniéndolos por separado en bolsitas Ziploc. Para cada dieta se pusieron a hervir los frijoles junto con el arroz en un litro de agua hasta llevar a ebullición agitándose constante. Luego se agregaron la proteína de soya, leche, levadura y por último el agar. Estos ingredientes se mezclaron por un minuto y luego se agregaron los preservantes en las proporciones correspondientes a cada tratamiento. Una vez mezclados todos los ingredientes fueron licuados y depositados en vasitos de 30 ml. Cada vasito contenía 5 ml de dieta. Los vasitos con la dieta fueron cubiertos con bolsas plásticas para posteriormente ser llevadas al cuarto de colocación de larvas. Las tapaderas de cartón de los vasitos fueron rotuladas para poder identificar los tratamientos.

Tabla 5. Dieta para larvas de *Spodoptera frugiperda*

Ingrediente	Cantidad para 100 vasitos de dieta
Frijol soya	29.76 g
Arroz	23.8 g
Proteína de soya	23.8 g
Caseína	16.66 g
Levadura	23.8 g
Agar	9.52 g
* Acido ascórbico	2.14 g
* Acido sórbico	Según tratamiento
* Antibiótico	29.7 g
* Metil parabenceno	1.78 g
Formalina 40%	Según tratamiento
Agua	1 l

* Ingredientes pesados con balanza de precisión.

Para las dietas que contenían un 25% y/o 50% más de formalina o ácido sórbico, solo se modificaron las proporciones de ácido sórbico y formalina (Tabla 4), manteniendo los demás ingredientes constantes. La formalina, por ser el único componente líquido aparte del agua, se calculó la dosis utilizando una jeringa de 5 cc.

Los vasitos con dieta fueron puestos dentro de una cámara de flujo laminar para evitar cualquier tipo de contaminación ambiental ya sea por polvo o microorganismos. Se utilizó la cámara de flujo laminar para transferir las larvas recién eclosionadas, dichas larvas pasaron toda su etapa larval hasta ser recolectadas como pupas. Se inocularon las dietas colocando esporas del hongo *Aspergillus* con la punta de un pincel.

Los hongos que contaminaron las dietas fueron identificados a nivel de género con la ayuda de la microbióloga Elsa Barrientos.

4.1.3 Variables y análisis estadístico

Las variables a medir fueron, 1. Tasa de mortalidad por otros factores ajenos a hongos, 2. Porcentaje de contaminación de vasos por hongo, 3. Tasa de empupación de las larvas por dieta. El muestreo se realizó cada dos días a lo largo de la vida de las larvas en los vasitos.

El análisis consistió en un ajuste logarítmico ($\log n$) de todos los datos (tasa de mortalidad, porcentaje de vasos contaminados por hongos y porcentaje de empupación) para reducir variación entre datos. Se hizo un ANDEVA más una separación múltiple (SNK) de medias transformadas.

4.2 Experimento 2: Efecto de la densidad de adultos de *S. frugiperda* por jaula sobre oviposición

Este experimento se realizó variando la densidad de adultos de *S. frugiperda* por en jaula que el Laboratorio de Control Biológico de Zamorano utiliza para su crianza masiva. Se utilizaron jaulas de tela metálica reforzada con una medida de 30 cm de alto por 17 cm de diámetro. Las condiciones climáticas en el laboratorio fueron: humedad relativa de 80%, temperatura promedio estimada 27 °C y un fotoperíodo de 11.5 horas luz.

4.2.1 Diseño experimental

El experimento consistió de 5 tratamientos (Tabla 6), 10 repeticiones por tratamiento, para un total de 50 unidades experimentales, utilizando un diseño estadístico completamente al azar.

Tabla 6. Densidad de adultos de *Spodoptera frugiperda* por tratamiento en una relación 1♀: 1♂

<u>Tratamiento</u>	<u>Pupas/ jaula</u>
1	40
2	50
3	60
4	80
5	90

4.2.2 Procedimientos

Al momento de organizar el experimento los pasos que se tomaron fueron:

1. Elección de las jaulas en mejor estado, reparación de las jaulas que estaban desformadas o con agujeros. Las jaulas se limpiaron de polvo y telaraña.
2. Cosecha de pupas de la cría principal de *S. frugiperda*.
3. Sexado de pupas. Las pupas se sexan buscando un puntito negro en la parte caudal ventral de la pupa; si la pupa presenta dicho punto corresponde a un macho, de lo contrario es hembra.
4. Conteo de pupas hembras y machos para los tratamientos.
5. Colocación de las pupas sexadas y contadas en las jaulas según el tratamiento.
6. Colocación de papel bond reciclado como sustrato en la parte interna de las jaulas para la oviposición.
7. Cosecha de masas de huevos diariamente.
8. Medición de las áreas de las masas de huevos con el planímetro.

9. Tabulación de datos.

El experimento demandó un total de 320 pupas por repetición. En vista de que el laboratorio también tuvo que utilizar pupas para crianza, no siempre se contaba con todas las pupas disponibles del laboratorio.

Se determinó el área de una masa de diez huevos colocando un acetato cuidadosamente sobre la masa para evitar dañar a los huevos. Se dibujó su área y se la midió con ayuda de un planímetro. En las masas de huevos que tenían diferentes capas, se midió cada capa individualmente, después se sumaron para obtener el número total de huevos de la masa. El planímetro es un instrumento que se utiliza para medir áreas superficiales, graduado según la escala y unidad métrica de medida deseada, en este caso milímetros. Se dividió la medición del área por el número de huevos para sacar el área por huevo. El área superficial de un huevo es de 0.4 mm^2 , por lo que todas las áreas fueron divididas entre 0.4 mm^2 para calcular el número de huevos por masa.

4.2.3 Variables y análisis estadístico

Las variables a medir fueron :

- el número de masas puestas por jaula
- el número de huevos por masa

El análisis del número de masas y el número de huevos consistió primero en una transformación logarítmica ($\log n$). Posteriormente se realizó un ANDEVA más una separación múltiple de medias (SNK) transformadas con medidas repetidas en el tiempo.

4.3 Experimento 3: Efecto de la proporción de hembras por macho sobre la oviposición en jaula

Este experimento se realizó variando la cantidad de hembras por macho en jaulas de oviposición. Se utilizaron las mismas jaulas del experimento de cambio de densidades, ya que este experimento se realizó una vez terminado el anterior. Las condiciones climáticas en el laboratorio fueron: humedad relativa 80%, temperatura promedio estimada de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y un fotoperíodo de 11.5 horas luz.

4.3.1 Diseño experimental

Se establecieron 5 tratamientos (Tabla 7), con 10 repeticiones, en un diseño en bloques completos al azar.

Tabla 7. Cantidad de hembras y machos de *Spodoptera frugiperda* por tratamiento

<u>Proporción</u> 1♀: 1♂	<u>Número de machos</u>	<u>Número de hembras</u>
1:1	30	30

1:2	20	40
1:3	15	45
1:4	12	48
1:5	10	50

4.3.2 Procedimiento

El procedimiento es similar al procedimiento descrito en el experimento anterior. La diferencia está en que en este experimento se modificaron proporciones de hembra: macho en jaula, manteniendo una densidad constante de 60 adultos por jaula. Las variables medidas fueron número de masas por jaula y número de huevos por masa.

4.3.3 Variables y análisis estadístico

Las variables a medir fueron:

- el número de masas puestas por jaula
- el número de huevos por masa

El análisis del número de masas y el número de huevos consistió primero en una transformación logarítmica ($\log n$). Posteriormente se realizó un ANDEVA más una separación múltiple de medias (SNK) transformadas con medidas repetidas en el tiempo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Experimento 1: Efecto de los niveles de ácido sórbico y formalina en la dieta larval de *S. frugiperda*

Se identificaron tres hongos contaminantes. Los hongos contaminantes fueron dos tipos de *Aspergillus*, uno con esporas color café y otro con esporas color mostaza, y un *Penicillium* con esporas de color verde pálido.

La cantidad de preservantes afectó significativamente ($F=11.2$, $P= 0.0001$, $R^2=0.47$) la mortalidad de larvas antes de la colonización del hongo (Tabla 8). La dieta con el menor porcentaje de mortalidad fue la dieta Testigo con solamente 8%. La dieta con mayor mortalidad fue la de +50% ácido sórbico +25% formalina, cuyo mortalidad fue 5.5 veces mayor que la mortalidad en el testigo. No hubo diferencia significativa entre la dieta de +50% ácido sórbico +25% formalina y la dieta de +50% ácido sórbico +50% formalina.

Tabla 8. Efecto de variaciones de Acido Sórbico y Formalina en la dieta artificial sobre la mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* antes de contaminación de la dieta por hongos

Tratamiento	% de mortalidad
Testigo	8 a*
Testigo +25% ácido sórbico	19 b
Testigo +50% ácido sórbico	19 b
Testigo +25% formalina	31 b
Testigo +50% formalina	24 b
Testigo +25% ácido sórbico +25% formalina	24 b
Testigo +25% ácido sórbico +50% formalina	32 b
Testigo +50% ácido sórbico +25% formalina	52 c
Testigo +50% ácido sórbico +50% formalina	50 c

* cifras con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente

La cantidad de preservantes afectó significativamente ($F= 124.63$, $P= 0.0001$, $R^2=0.52$) el porcentaje de control de contaminantes (Tabla 9). El porcentaje de contaminación más bajo fue de 21%, porcentaje correspondiente a la dieta con la interacción de 50% más ácido sórbico y 25% más formalina. La dieta de +50% ácido sórbico +25% formalina tienen el porcentaje más alto (96%), que fue 3.6 veces mayor que el porcentaje más bajo. No hubo diferencia significativa entre la dieta de +50% ácido sórbico +25% formalina y la dieta de +50% ácido sórbico +50% formalina para las variables tasa de empupación y porcentaje de contaminación.

La concentración de preservantes afectó significativamente ($F=5.01$, $P= 0.0001$, $R^2=0.51$) la empupación (Tabla 9). La tasa de empupación más alta fue 34%, correspondiente a la dieta con la mayor dosis de los dos preservantes modificados. La tasa de empupación más baja fue 8%, valor correspondiente a la dieta testigo. Este porcentaje fue 24% menor que el

porcentaje más alto. No hubo diferencia significativa entre la dieta de +50% ácido sórbico +25% formalina y la dieta de +50% ácido sórbico +50% formalina.

Tabla 9. Incidencia de hongos y porcentaje de empupación de *Spodoptera frugiperda* en dieta con concentraciones variables de ácido sórbico y formalina

Tratamiento	Variables	
	% de vasos contaminados por hongos	Tasa de empupación
Testigo	92 a	8 a*
Testigo +25% ácido sórbico	93 a	7 a
Testigo +50% ácido sórbico	96 a	4 a
Testigo +25% formalina	95 a	5 a
Testigo +50% formalina	96 a	7 a
Testigo +25% ácido sórbico +25% formalina	94 a	6 a
Testigo +25% ácido sórbico +50% formalina	94 a	7 a
Testigo +50% ácido sórbico +25% formalina	21 b	27 b
Testigo +50% ácido sórbico +50% formalina	24 b	34 b

* cifras con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente

5.2 Experimento 2: Efecto de la densidad de adultos de *S. frugiperda* por jaula sobre oviposición

El número de individuos por jaula afectó significativamente ($F= 10.28$, $P= 0.0001$, $R^2=0.47$) la postura en jaula por *S. frugiperda* (Tabla 10). La densidad que obtuvo la mayor cantidad en promedio de masas de huevos fue el tratamiento que tenía 80 individuos por jaula, la cual solo varió significativamente con las densidades de 40 y 90 individuos por jaula. A la densidad de 90 individuos por jaula hubo un efecto negativo en la oviposición. Posiblemente se debe a que hay competencia por espacio y esto afecta la oviposición de individuos en la jaula. En lo que respecta al efecto de densidad en el número de huevos puestos por masas, no se observó diferencia significativa ($F= 1.90$, $P=0.1277$, $R^2=0.1441$) entre los tratamientos (Tabla 10).

Tabla 10. Efecto de densidades de adultos sobre oviposición por *Spodoptera frugiperda* en jaulas

Densidad	Número promedio de masas (\pm SE)	Número promedio de huevos/ masa (\pm SE)
40	22.9 (\pm 8.5) b	81.3 (\pm 8.8)a*

50	44.0 (± 3.6) a	80.2 (± 2.7)a
60	42.3 (± 11.6) a	81.1 (± 14.0)a
80	50.4 (± 17.2) a	76.6 (± 9.7)a
90	32.4 (± 6.9) b	70.4 (± 2.4)a

*cifras con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente

5.3 Experimento 3: Efecto de la proporción de hembras por macho sobre la oviposición en jaula

El número de hembras por macho no afectó significativamente ($F=1.66$, $P= 0.1757$, $R^2= 0.1286$) la cantidad de masas ovipositadas por hembra (Tabla 11). El número de huevos por masa osciló en un rango de 74.8-160.5 huevos por masa. Sin embargo, la cantidad de huevos puestos en cada masa varió significativamente ($F=1.66$, $P= 0.0163$, $R^2= 0.23$) (Tabla 11). El único tratamiento significativamente diferente fue el que tenía una relación de 5 ♀ : 1 ♂. Se sabe que hay una relación directa entre el peso de las pupas y la cantidad de huevos ovipositados por las hembras, por lo que posiblemente esto se debe a que las pupas hembras de este tratamiento eran más pesadas que las pupas por hembra del resto de los tratamientos. El rango de número de masas de huevos puestas fue entre 3.8-4.8 masas.

Tabla 11. Efecto de las proporciones de hembras por macho sobre la oviposición en de jaula por *Spodoptera frugiperda*

Proporción ♀: ♂	Número promedio de masas/ ♀:(± SE)	Número promedio de huevos/ masa (± SE)
1:1	4.8 (± 7.8) a*	74.8 (± 13.5) a
2:1	3.8 (± 9.8) a	76.1 (± 12.5) a
3:1	4.1 (± 9.8) a	79.1 (± 20.7) a
4:1	4.2 (± 9.0) a	82.3 (± 9.0) a
5:1	4.2 (± 6.4) a	160.5 (± 138.7) b

* Cifras con letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente

6. CONCLUSIONES

6.1 Experimento1: Efecto de los niveles de ácido sórbico y formalina en la dieta larval de *S. frugiperda*

- ✓ El aumento de ácido sórbico y formalina incrementa la mortalidad de larvas antes de contaminación de las dietas por hongos.
- ✓ En presencia de hongos, el aumento de 50% ácido sórbico + 25% formalina incrementa la tasa de empupación.
- ✓ En presencia de hongos, el incremento de 50% ácido sórbico + 25% formalina disminuye la incidencia de hongos en la dietas artificiales de *S. frugiperda* en laboratorio.
- ✓ En una población de cría en dieta artificial los hongos causan mayor mortalidad que el incremento de ácido sórbico y formalina.
- ✓ En presencia de hongos, la dieta con 50% más de ácido sórbico y formalina, y la dieta con 50% más de ácido sórbico y 25% más de formalina son las dietas que tienen los mejores resultados en control de contaminantes y tasas de empupación.

6.2 Experimento 2: Efecto de la densidad de adultos de *S. frugiperda* por jaula sobre oviposición

- ✓ La densidad optima para la postura de masas de huevos de *S. frugiperda* en jaula es entre 50-80 pupas/jaula.

6.3 Experimento 3: Efecto de las proporciones de hembras por macho sobre la oviposición en jaula

- ✓ La mejor proporción de sexo es la de 5♀: 1♂, en la cual la cantidad de huevos/masa es mayor que las demás relaciones, pero el número de masas de huevos no presenta diferencia significativa entre las demás proporciones. Sin embargo, esta diferencia talvez se debe a factores no relacionados con la proporción de sexo.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Repetir el experimento de control de hongos contaminantes de dietas artificiales de *S. frugiperda* bajo condiciones de incidencia natural en laboratorio.

- ✓ Utilizar 1.6 g de ácido sórbico y 1.48 cc de formalina en dietas de 100 vasitos por dieta. Es necesario hacer los ajustes según el tamaño de la dieta.
- ✓ Utilizar la densidad de 80 adultos por jaula.
- ✓ Hacer más pruebas incrementando la proporción de hembras por macho para evaluar hasta donde es conveniente incrementar el número de hembras.

LITERATURA CITADA

ACIDO SORBICO EN ALIMENTOS, 2001. Ácido sórbico (en línea). 15 enero 2001.
Disponible en <http://www.geocities.com/ohcop/acsorbic.html>

ANDREWS, K. 1984. El Manejo integrado de plagas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales. Tegucigalpa, Honduras. s.n.t. (85) p.

CASTILLO, P.; NARVÁEZ, C.; RIZO, C. 1994. Procedimiento para la crianza masiva de insectos noctuidos. León, Nicaragua. Editorial COMPU-VAUGHAN. 24 p.

COUSO, M. 2001. FORMALINA, Uso y abuso de una pastilla que intoxica. 15 enero 2001. Disponible en <http://www.adecei.org.ar/educacion/formalina.htm>

DIAZ, J.; VASQUEZ, L. 1997. Manejo integrado de plagas: un manual para extensionistas. Tegucigalpa, Honduras. 156 p.

GREEN, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. 1976. Velvet caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. Economic Entomology 69: 4, 487-488p.

IICA. 2001. Ciclo biológico del gusano cogollero en maíz (en línea). El Zamorano, Honduras. Accesado 14 septiembre 2001. Disponible en <http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/maiz/gucol.htm>

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América central. Londres, Inglaterra. 182 p.

LUGINBILL, P. 1928. The fall army worm. Washington, D.C., Estado Unidos de Norte América. 91 p.

NAVARRO, R. 2001. Plagas del Algodonero en Venezuela (en línea). 10 septiembre 2001. Disponible en http://www.plagasagricolas.info.ve/artropodos/area_agricola/algodon/spodoptera_frugi_perda.html

PEREZ, E. 2001. Control biológico de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en maíz. El Zamorano, Honduras. Accesado 16 febrero 2001. Disponible en <http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/SPODOPTA.htm>

SIMMONS, A.; LYNCH, R. 1990. Egg production and adult longevity of *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, (Lepidoptera: Noctuidae) and *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on selected adult diets. Florida entomologist. 73(4): 665-671p

