

DL
01
T(707)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DEL CICLO BIOLOGICO, COMPORTAMIENTO Y DINAMICA
DE POBLACION DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO (Heliothis spp.)
EN TOMATE (Lycopersicum esculentum) Cv. UC-82
EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA.



INGENIERO AGRONOMO

en el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Julio de 1983

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Oscar R. Leiva R.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Néstor E. Vargas N.
VOCAL CUARTO:	Prof. Heber Arana.
VOCAL QUINTO:	Prof. Francisco Muñoz N.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio A Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Luis Reyes Chávez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Rodolfo Albizurez P.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Héber Rodríguez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

Guatemala, 3 de Junio de 1983

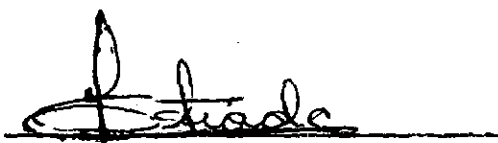
DOCTOR ANTONIO SANDOVAL
DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
GUATEMALA, CIUDAD

Señor Decano:

De la manera más atenta, manifiesto ante usted, que de acuerdo a la designación que mi persona fuera objeto, respecto al asesoramiento del trabajo de Tesis intitulado "ESTUDIO DEL CICLO BIOLOGICO, COMPORTAMIENTO Y DINAMICA DE POBLACION DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO (Heliothis spp.) EN TOMATE (Lycopersicum esculentum) Cv. UC-82 EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA", presentado por el bachiller Erick Roberto Bran Shaw, ha finalizado y a la vez considero, que el presente trabajo por su calidad científica y técnica reúne las condiciones necesarias para la opción del título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas. Por lo que, respetuosamente, recomiendo su aprobación

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Ronald Estrada H.

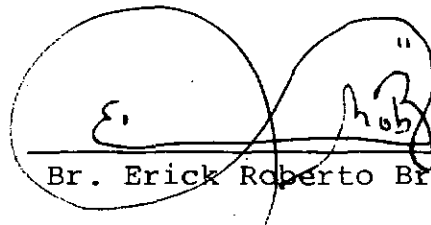
Guatemala, Junio de 1, 983

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

En cumplimiento con los preceptos que enmarca la ley -
orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ten-
go el alto honor de presentar a vuestra consideración, el -
trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO DEL CICLO BIOLOGICO, --
COMPORTAMIENTO Y DINAMICA DE POBLACION DEL GUSANO BARRENA--
DOR DEL FRUTO (Heliothis spp.) EN TOMATE (Lycopersicum escu-
lentum) Cv. UC-82 EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA".

Cumpliendo así con el requisito previo a optar el título
de INGENIERO AGRONOMO, en el Grado Académico de LICENCIADO -
EN CIENCIAS AGRICOLAS, el cual espero merezca vuestra apro--
bación.

Atentamente,



Br. Erick Roberto Brian Shaw

ACTO QUE DEDICO

AL SUPREMO CREADOR.

A MIS PADRES: Cr. Rafael Bran Echeverría.
Elizabeth Shaw de Bran (Q.E.P.D.)

A MI ABUELITA: María Elena Shaw.

A MIS HERMANOS: Gladys Amanda.
Rafael Estuardo.
Arq. Otto Gabriel.

A MI CUÑADO: Guzmán Villanueva Cubas.

A MIS SOBRINOS: Jorge Guillermo.
Nancy Jeanette.

A MIS FAMILIARES EN GENERAL.

A MIS AMIGOS.

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A MIS CENTROS DE ENSEÑANZA:

FACULTAD DE AGRONOMIA.

LICEO GUATEMALA.

COLEGIO SAN SEBASTIAN.

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS.

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento y reconocimiento a las siguientes personas y entidades que de una u otra forma, ayudaron a la realización de este trabajo.

-Al Ing. Agr. Ronald Estrada Hurtarte, Asesor del presente trabajo, por sus acertadas observaciones y valiosa orientación científica.

-Al Ing. Agr. Carlos Cajas Montenegro, cuyas sugerencias y asesoría en el trabajo de campo y laboratorio, hicieron posible la finalización del presente estudio.

-Al Ing. Agr. Oscar Lionel Orozco Barrios, por su valiosa colaboración para la realización de la presente investigación.

-A los Ings. Agrs. Luis Reyes Chávez, Sergio Gonzáles y Ronald Alemán Montenegro, por su interés y colaboración prestada en la realización de este trabajo de tesis.

-Al Programa de Hortalizas del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas, por permitirme realizar este estudio.

-Al personal del Centro de Producción "El Oasis" del ICTA, La Fragua, Zacapa.

-A Mildred Maricela Garavito Alvarado, por su ayuda en la transcripción mecanográfica del original de esta Tesis.

INDICE GENERAL

Página

RESUMEN

I. INTRODUCCION

II. OBJETIVOS

III. REVISION DE LITERATURA

3.1	Clasificación Taxonómica del Insecto	1
3.2	Descripción del Insecto	1
3.3	Comportamiento del <u>Heliothis</u> spp.	3
3.4	Daño al Cultivo	7
3.5	Distribución Geográfica	7
3.6	Días del Grado de Crecimiento	8
3.7	Método Falcon-Romero	9

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1	Ubicación del Estudio	9
4.2	Caracterización del Area	9
4.3	Ciclo Biológico del Gusano Barrenador del Fruto del Tomate	11
4.3.1	Biología a nivel de laboratorio	11
4.3.1.1	Huevo	11
4.3.1.2	Larva	11
4.3.1.3	Pupa	12
4.3.1.4	Adulto	12
4.3.2	Biología a nivel de campo	12
4.3.2.1	Huevo	12
4.3.2.2	Larva	13
4.3.2.3	Pupa	14
4.3.2.4	Adulto	14
4.4	Estudio del Comportamiento del <u>Heliothis</u> spp.	14
4.5	Dinámica de Población de la Plaga	16
4.6	Determinación del Porcentaje de Daño en el Fruto	18

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1	Ciclo Biológico del Gusano Barrenador del Fruto del Tomate	18
5.1.1	Huevo	18
5.1.2	Larva	19
5.1.3	Pupa	21
5.1.4	Adulto	23
5.2	Estudio del Comportamiento del <u>Heliothis</u> spp.	25
5.2.1	Larva	25
5.2.2	Pupa	31
5.2.3	Adulto y huevo	31

5.3	Dinámica de Población de la Plaga	54
5.4	Determinación del Porcentaje de Daño en el Fruto	66
VI.	CONCLUSIONES	67
VII.	RECOMENDACIONES	69
VIII.	BIBLIOGRAFIA	71
	APENDICE	75

INDICE DE CUADROS

	Páginas
CUADRO 1: Temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa para el Valle de la Fragua, período Octubre/Diciembre 82 y Enero/Febrero 83	10
CUADRO 2: Temperatura media, máxima y mínima para el Valle de La Fragua, a nivel de laboratorio, período Enero/Febrero 83	10
CUADRO 3: Tiempo promedio de duración de la etapa de huevo del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de laboratorio	18
CUADRO 4: Tiempo promedio de duración de la etapa de huevo del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	19
CUADRO 5: Tiempo promedio de duración de la etapa larval del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de laboratorio	20
CUADRO 6: Tiempo promedio de duración de la etapa larval del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	21
CUADRO 7: Tiempo promedio de duración de la etapa de pupa del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de laboratorio	22
CUADRO 8: Tiempo promedio de duración de la etapa de pupa del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	23
CUADRO 9: Tiempo promedio de duración de la etapa adulta del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de laboratorio	24
CUADRO 10: Tiempo promedio de duración de la etapa adulta del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	24
CUADRO 11: Número de plantas con larvas por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	26

CUADRO 12:	Número de larvas por planta del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	29
CUADRO 13:	Número de frutos dañados por hectárea, por el gusano barrenador del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	30
CUADRO 14:	Número de huevecillos blancos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	33
CUADRO 15:	Número de huevecillos rosados por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	36
CUADRO 16:	Número de plantas con huevecillo por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	39
CUADRO 17:	Número de huevos por planta del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	42
CUADRO 18:	Número total de huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	45
CUADRO 19:	Número total de larvas por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	46
CUADRO 20:	Número de frutos dañados por hectárea por el gusano barrenador del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	47
CUADRO 21:	Número total de huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en relación al número de flores de tomate Cv. UC-82, en condiciones de campo	51
CUADRO 22:	Número total de huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en condiciones de campo	54
CUADRO 23:	Número de larvas menores de 1 centímetro por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	57

CUADRO 24:	Número de larvas mayores de 1 centímetro por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	60
CUADRO 25:	Número total de larvas por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.), en condiciones de campo	63
CUADRO 26:	Porcentaje de fruto de tomate (<u>L. esculentum</u>), dañado en los diferentes estados de desarrollo, en condiciones de campo	66
CUADRO 27:	Cálculo de días grado del cultivo y días grado del insecto, en condiciones de campo, en el Valle de la <u>Fra</u> gua, Zacapa, del 15/10/82 al 9/2/83	81

INDICE DE GRAFICAS

	Páginas
GRAFICA 1: Tendencia del número de plantas por hectárea con larvas del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	28
GRAFICA 2: Tendencia del número de larvas por planta, del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	30(a)
GRAFICA 3: Tendencia del número de frutos dañados por hectárea, por el gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	32
GRAFICA 4: Tendencia del número de huevecillos blancos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	35
GRAFICA 5: Tendencia del número de huevecillos rosados por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	38
GRAFICA 6: Tendencia del número de plantas por hectárea con huevecillos del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	41
GRAFICA 7: Tendencia del número de huevos por planta del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	44
GRAFICA 8: Tendencia del número total de Huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en relación a días grado del insecto	46(a)
GRAFICA 9: Tendencia del número total de larvas por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en relación a días grado del insecto	48
GRAFICA 10: Tendencia del número de frutos dañados por hectárea por el gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en relación a días grado del insecto	50
GRAFICA 11: Tendencia del número total de huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.) en relación al número de flores por hectárea de tomate (<u>L. esculentum</u>).	53

GRAFICA 12:	Tendencia del número total de huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	56
GRAFICA 13:	Tendencia del número de larvas menores de 1 centímetro por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	59
GRAFICA 14:	Tendencia del número de larvas mayores de 1 centímetro por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	62
GRAFICA 15:	Tendencia del número total de larvas por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate (<u>Heliothis</u> spp.)	65

RESUMEN

Las hortalizas dentro de las cuales se encuentra el tomate (*L. esculentum*), constituye un rubro de importancia, tanto para mercados nacionales como para extranjeros.

Las regiones productoras de tomate tales como la del Valle del Motagua, que incluye parte de los departamentos de El Progreso, Zacapa e Izabal, se ven muy afectados por el gusano barrenador del fruto (*Heliothis* spp.) en los meses en que se cultiva tomate bajo riego (Octubre-Diciembre).

Según Socioeconomía Rural del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (13), el 51% de los productores de tomate de la región nor-oriental del país, manifestaron en encuesta tener problemas con larvas, entre las que se encuentra el *Heliothis* spp. Debido a lo anterior, se plantea el presente estudio a fin de conocer más ampliamente el comportamiento de la plaga en el cultivo para que sirva de base a posteriores trabajos de investigación que tengan la tendencia de lograr un mejor control de esta plaga.

Los objetivos del trabajo fueron determinar el tiempo de duración de cada uno de sus estados de desarrollo, a nivel de laboratorio y campo, así como las características del comportamiento y el desarrollo de la población del insecto en el cultivo, desde Octubre 82 a Enero 83, en el Valle de La Fragua, Zacapa.

La Biología, a nivel de laboratorio, se determinó empleando tubos de ensayo esterilizados donde se introdujeron huevos; al nacer las larvas, fueron colocadas individualmente dentro de frascos de vidrio alimentándolas artificialmente, donde también se observaron las pupas. Los adultos resultantes fueron introducidos en jaulas de cría alimentándolos con agua y azúcar. Al final, se determinó que la duración del ciclo biológico a nivel de laboratorio del gusano barrenador del fruto, es de 47 días, correspondiendo 4 con $s=0.54$ días para la etapa de huevecillo, 19 con $s=3$ días para la etapa de larva; 14 con $s=4.46$ días para la etapa de pupa y 10 con $s=1.72$ días para la etapa de adulto.

La Biología a nivel de campo, se determinó utilizando jaulas de cedazo plástico y plantas de tomate, donde fueron pegados con clara de huevo, huevecillos de *Heliothis* spp. Larvas criadas en el laboratorio y alimentadas con fruto de tomate fresco, fueron trasladadas cuando tenían aproximadamente 1 centímetro de largo, a jaulas de manta, donde se observó también la fase de pupa. Finalmente las palomillas se acondicionaron en jaulas de cedazo plástico alimentándose con néctar de flores. Se concluyó que la duración aproximada del ciclo biológico a nivel de campo, es de 45 días correspondiendo 4 con $s=0.55$, 19 con $s=0.63$, 13 con $s=1.75$ y 9 con $s=0.98$ días para los estados de huevo, larva, pupa y adulto respectivamente.

I. INTRODUCCION

Las hortalizas dentro de las cuales se encuentra el tomate (L. esculentum) constituye un rubro de importancia, tanto para mercados nacionales como para extranjeros.

La demanda de hortalizas en Guatemala sigue aumentando, entre otras cosas, porque el aumento de la población y de consumo per capita también sigue aumentando.

En la zona Nor-Oriental del país, se cultiva tomate en gran cantidad, sin tomar en cuenta la rotación de cultivos; razón por la cual aumentan las plagas (19).

Las regiones productoras de este cultivo tales como la del Valle del Motagua que incluye parte de los departamentos de El Progreso, Zacapa e Izabal, se ven muy afectados por Heliothis spp., en los meses en que se cultiva tomate bajo riego (Octubre-Diciembre).

Los estudios biológicos realizados en Heliothis spp, son provenientes de los Estados Unidos, Alemania, Colombia y otros países con características climáticas y ecológicas, diferentes a las de nuestro medio y en especial a los Valles del Motagua y La Fragua.

En Guatemala no se ha realizado ningún estudio de esta naturaleza, que nos indique el comportamiento del Heliothis spp., y su interrelación con el cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum). Más sin embargo, los estudios que sí se han realizado, son los de control químico, tomando como referencia la biología del insecto en otros países.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en su programa de Hortalizas, manifiesta la necesidad de realizar estudios tendientes a conocer mejor la biología y hábitos del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.). Los resultados de la investigación aportarán más datos para la aplicación de un programa de manejo integrado de plagas en tomate, adaptado a las características propias de la región nor-oriental de Guatemala, pudiendo así resolver los problemas planteados por el uso inadecuado de los plaguicidas organo-sintéticos en la producción agrícola del país.

Importancia Económica:

Heliothis spp., es una plaga cosmopolita y considerablemente polífaga. Se conocen más de 70 plantas huésped frecuentadas por ella (6).

Según el Instituto de Comercialización Agrícola (11), el tomate (L. esculentum), se cultiva en los Valles del Motagua y La Fragua, lo que representa el 80% de la producción nacional. Este cultivo ha registrado hacia el área centroamericana y Alemania, una exportación importante para los productores

del de los lugares anteriores, lo que ha representado un valor monetario para los años 1975 a 1979, como sigue:

Año	Kilogramos	Valor (Q)
1975	3 625 289	203 739.00
1976	5 895 215	240 732.00
1977	3 935 084	389 274.00
1978	4 489 139	469 725.00
1979	5 932 493	344 177.00

FUENTE: INDECA.

Según Socioeconomía Rural del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (13), el 51% de los productores de tomate de la región nor-oriental del país manifestaron en encuesta, tener problemas con larvas, entre las que se encuentra el Heliothis spp.

Este insecto frecuentemente hace necesario deshechar del 5 al 25% de los tomates en las áreas productoras. Los frutos ligeramente dañados, conteniendo larvas o sus mudas de piel, con frecuencia contaminan los productos de las enlatadoras de tomate, ocasionando grandes pérdidas de prestigio. Los gusano son incansables y se cambian de un fruto al otro, por lo cual un solo gusano puede dañar muchos frutos sin siquiera comer el equivalente de uno solo. El 50 al 80% de los frutos, son algunas veces destruidos por estos gusanos (17).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Conocer el comportamiento de la plaga en el cultivo, para que sirva de base a posteriores trabajos de investigación, que tengan la tendencia de lograr un mejor control de esta plaga, minimizando la contaminación ambiental.

2.1 Objetivos Específicos:

2.1.1 Estudiar el ciclo biológico del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.), a nivel de laboratorio y campo, determinando el tiempo de duración de cada uno de sus estados de desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto).

2.1.2 Describir las características del comportamiento del insecto cuando se desarrolla en el cultivo.

2.1.3 Estudiar el desarrollo de la población del insecto en el cultivo establecido, desde Octubre 82 a Enero 83, en los estados de huevo y larva.

El estudio del comportamiento y dinámica de población se efectuó en una parcela de tomate, cultivar Universidad de California 82 (Cv. UC-82), en donde no se aplicó ningún tratamiento con productos químicos. En esta parcela experimental se realizaron observaciones directas y muestreos por el método "por área" de Falcon-Romero, desde que el cultivo principió a emitir botones florales. A los datos obtenidos se les aplicó el análisis de regresión y correlación, para encontrar las ecuaciones de las curvas de mejor ajuste a los datos observados y sus correspondientes coeficientes de correlación y determinación.

Se estableció también el porcentaje de daño en el fruto en diferentes estados de desarrollo.

De los respectivos análisis puede observarse que el incremento del número de frutos dañados por Heliothis spp. en lotes sin aplicación de insecticidas, ocurre en forma cuadrática y manifiesta alta dependencia con respecto a los días grado del cultivo, así mismo, la tendencia del número de frutos dañados causados por el gusano tomatero, en lotes sin aplicación de insecticidas, tiende a variar asintóticamente respecto a los días grado del insecto, manifestando una alta dependencia.

Respecto a la dinámica de población se puede concluir que la fluctuación del número total de huevos y larvas por hectárea, ocurren en forma asintótica y manifiestan una mediana dependencia con respecto a los días grado de cultivo. El mayor porcentaje de daño se presenta en fruto rojo con un 20.91%, así mismo, el menor daño se obtuvo en fruto sarazo con 14.75%.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Clasificación Taxonómica del Insecto:

El gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.), es conocido también con los nombres comunes de: gusano elotero o gusano de la mazorca, en maíz; gusano bellotero o gusano de la cápsula, en algodón y gusano de la yema, en tabaco. (10, 16, 18, 19, 23).

La clasificación taxonómica que tiene este insecto es la siguiente: (5, 10).

Clase	Insecta
Orden	Lepidóptera
Familia	Noctuidae
Género	Heliothis
Especies	Zea (Boddie) y virescens (Fabricius).

La especie *zea* y *virescens* son bastante similares en cuanto a su ciclo de vida y apariencias generales. Igualmente, causan en el tomate un daño muy semejante, por lo tanto, consideramos conveniente describirlos simultáneamente.

3.2 Descripción del Insecto:

Huevos: Son de forma esferoidal y/o redondeados, levantados, con la superficie estriada radialmente y un poco aplastados por los polos, más pequeños que una cabeza de alfiler. (10, 18, 23).

Inicialmente son de color blanco cremoso, pero a medida que maduran toman un color habano claro que se oscurece cuando se aproxima la eclosión (10), presentando además un punto oscuro en la parte superior (4).

Osorio A. y Vaughan M. (18), reportan que los huevos "recién puestos son de color blanquecino; sin embargo, a los dos o a los tres días siguientes, se puede observar en su superficie una pequeña banda de color rojizo. Al cuarto día esta franja es ya visible a simple vista, su longitud ha aumentado y se nota que se extiende alrededor del huevecillo. En el quinto día, la misma está completamente roja, lo que indica que la larva del bellotero está por nacer".

Larva: Recién nacidas miden de 1 - 1.5 mm. de largo y presentan color café claro con cabeza oscura. Aunque en los estados iniciales, las larvas generalmente son verdes, la coloración del complejo Heliothis en el campo, es muy variable, pudiéndose encontrar tonos de verde, amarillo, verde amarillento, verde rojizo, café, rosado

y pardo o negro (1, 4, 10, 24). Las larvas son de color más claro en la parte inferior (17). El color del cuerpo parece ser afectado por las plantas que comen (22). No es posible distinguir en el campo, entre las dos principales especies en el estado de larva (10).

Las larvas maduras pueden presentar una línea blanca longitudinal en el dorso y varias líneas supraespiraculares de tonos oscuros en forma de zig-zag. Aunque el cuerpo presenta numerosos setos o pelos, es fácil distinguir cuatro tubérculos setíferos negros, dispuestos en trapecio en cada uno de los segmentos abdominales, característica ésta, que permite diferenciar bien al Heliothis de otras larvas de lepidópteros: (10).

La presencia de espinas delgadas microscópicas (espínulas), en la base de la parte dorsal sobre el abdomen, en los segmentos 1, 2 y 8 del Heliothis virescens, diferencia del Heliothis zea, en el cual corresponde el abdomen desnudo (sin espínulas). (22).

Así mismo, la parte interior de la mandíbula del H. virescens tiene un proceso semejante a un diente prominente, mientras que el H. zea, posee la mandíbula sin proceso, como diente. (2).

En las larvas maduras, que miden entre 4 y 5 cm. se distinguen bien tres pares de patas torácicas, 4 pares de pseudopatas abdominales y un par de terminales o telson. (10).

Según Lizen y Trelles (14), la oruga tiene color muy variado; en el dorso dos líneas más claras que el fondo y cuatro placas quintinizadas en cada segmento, de las cuales nacen pelos cortos y muy duros; la cabeza y las patas varían entre el amarillento y el rojo negruzco. Metcalf y Flint (17), añaden que la cabeza además de ser amarilla no posee manchas y las patas son oscuras o casi negras.

Chiessa Molinari (8) identifica un gusano verde o pardo amarillento, con bandas negruzcas y puntuaciones negras, que alcanza un largo de hasta 50 mm.

Pupas: Son de color café claro y oscuro y brillante. Miden entre 15 y 18 mm. de longitud, típicamente obtusas (10). Toscano, Sevacherian y Van Steenwyk, añaden que la pupa mide 1.88 cms. de largo y 1.25 cms. de grueso (22).

Adultos: Son mariposas o papalotes nocturnos, el H. zea, con las alas abiertas, miden de tres y medio a cuatro centímetros de envergadura. Las alas anteriores son de color pardo, variable entre rojizo

y amarillento, y presentan en su tercio exterior una línea curva-transversal, formada por pequeños puntos mitad negros o mitad blancos, mientras que en el sector central se distingue una mancha casi negra, semi-circular, con la porción curva hacia adentro. Las alas posteriores son blancas amarillentas, con la tercera parte exterior, aproximadamente marrón gris-oscuro. En ambas alas hay una tendencia a destacarse las nervaduras. (1).

El adulto macho varía del gris al verde olivo, mientras que la hembra es de color café claro. Los machos son de mayor tamaño que las hembras en la proporción 1.09 : 1. (16). La amplitud de las alas es de 40 mm. y el largo del cuerpo es de 18 mm.

Osorio y Vaughan (18), añaden que el color del adulto varía de café claro brillante a café-grisáceo oscuro o también gris verdoso, de ojos color verde-mate; en reposo mide de 2.5 a 3.13 cms. de largo y de extremo a extremo de las alas extendidas, mide de 3.13 a 3.75 cms.

El *H. virescens* en su forma adulta, es una pequeña mariposa nocturna muy variable aún en los ejemplares procedentes de una misma madre. (14). Con las alas anteriores expandidas, mide de dos y medio a tres centímetros. Estas últimas son de color amarillento con cuatro bandas diagonales, anchas, de color oscuro, que varía desde el casi negro hasta el verde. En cambio, las alas posteriores son blancas con el margen exterior casi negro. (1).

Estrada H.R. 1/ menciona que es en el estado adulto en el cual se pueden distinguir fácilmente las dos especies de *Heliothis* más importantes del país.

3.3 Comportamiento del *Heliothis* spp.

Adulto: Las mariposas son crepusculares (14), los adultos rara vez se ven volando durante el día en campos fuertemente infestados (5).

La palomilla hembra a los 3 o 4 días de emerger de la pupa, y después de la cópula, oviposita durante las noches, en forma aislada y/o individualmente en las terminales, estructuras florales y haz de las hojas tiernas, de preferencia en cultivos de aspecto vigoroso

1/ ESTRADA H.R. Identificación de las especies *zea* y *virescens*. Guatemala, Diciembre de 1982. Comunicación Personal.

(4, 10, 16). En cuanto a la hora de oviposición, Castro (5), dice que las hembras de *H. zea*, ponen sus huevos a cualquier hora de la noche. En un período de 3 a 4 días, pone de 1,000 a 2,000 huevecillos. (4).

Una hembra es capaz de poner hasta 3,000 huevos, siendo fértiles únicamente cuando se han alimentado con néctar. (16). McCulloch citado por Castro (5), reporta que una hembra puso 570 huevos en una sola noche. Cuando las hembras emergen de la pupa, no contienen huevos maduros, pero la maduración procede rápidamente después del segundo día de emergidas. (5).

La mayoría de las hembras de *H. zea*, copulan solo una vez o dos, durante su vida. Entre los machos se ha observado que copulan hasta unas 3 veces durante su vida.

Dependiendo de las condiciones ambientales reinantes en su estado adulto, el insecto dura aproximadamente de 6 a 10 días (16), pudiendo vivir hasta 20. (1). Callahan, citado por Castro (5), reporta que el máximo número de huevos se produce del 5o. al 7o. día y luego el número decrece hasta el 11o. día, cuando ya se espera la muerte de los adultos.

Con respecto al estado de huevo, en Colombia los mismos pueden durar de 2 a 5 días, con promedio de 3 a 4. (10). En El Salvador, se reportan 3 días. (16).

Osorio y Vaughan (18), añaden que "el período de incubación del huevo, es decir, desde que es puesto hasta el nacimiento de la larva, es de 6 días como promedio, 3 días como mínimo y 10 como máximo".

El número de generaciones que se producen por año, varía entre 1 y 5. (6). En los E.E.U.U. se reporta que en una estación pueden ocurrir dos o más progenies. (23).

Está ahora bien documentado el hecho, (Nicaragua, California y Texas, E.E.UU.), de que las fases lunares influyen en la actividad reproductiva de varias especies de Noctuidae (p. ej. *H. zea*, *H. virescens*, *T. ni*, *S. exigua*, *S. frugiperda*). El apareamiento y la oviposición son mínimos con luna llena; empiezan a aumentar un día o dos, después de la luna llena y alcanzan un máximo en luna nueva o cerca de ella; y declinan desde la luna nueva hasta la siguiente luna llena. La cubierta de nubes o cualquier otra cosa que obstruya el paso de la luz de la luna, pueden interferir

también con los tipos de población arriba descritos. (9).

Larva: Al cabo de 4 a 6 días, de los huevos salen pequeñas larvas, al principio, las mismas se alimentan de las hojas tiernas, más tarde penetran a la fruta. (4).

Osorio y Vaughan mencionan que desde que nace la larva hasta alcanzar su máximo tamaño, tardan 16 días como promedio. Los investigadores le han observado 5 a 6 mudas (cambios de piel), durante su desarrollo.

En Colombia, aunque el ciclo larval puede durar de 14 a 21 días, se estima como promedio para ese país, unos 18 días. (10). En El Salvador se estima una duración de 12 a 15 días. (16).

Gast, Guthrie y Early, citados por Gómez y Berrios, (12), encontraron que el insecto atravieza por seis estadios larvales. Añaden que estudios realizados utilizando dietas sintéticas en la alimentación de larvas de Heliothis zea, muestran que el período larval dura entre 16.6 y 25.5 días; con variaciones intermedias de 21.4, 22.1 días.

En el cultivo del tomate, a medida que incuban las larvas, se arrastran en las hojas alimentándose ligeramente de ellas; y eventualmente encuentran el camino a los frutos, en los que perforan agujeros y los minan, generalmente en el extremo del tallo. Un gusano puede alimentarse en un solo tomate, hasta que está completamente desarrollado o puede moverse de un tomate a otro, dañando varios de ellos antes de que complete su crecimiento. (23).

Cuando una larva en tercer estadio ataca una bellota o fruta, (dependiendo del cultivo donde está parasitando), se introduce en ella y no permite la cohabitación con otra larva. Una sola larva es capaz de comer diariamente diez veces su propio peso. (16).

En el cultivo del algodón, la larva tarda de 3 a 5 días, en los primeros estadios, durante los cuales vive en las hojas o en los cuadros, causando un daño superficial. Después del tercer estadio, la larva se introduce y vacía los cuadros, pudiendo dañar una gran cantidad de ellos, o bien bellotas, cuando ataca a éstas. (16).

Osorio y Vaughan (18), añaden que "las larvas de los colores más variados son voraces y sus daños están dirigidos primeramente a las pachas. Cada larva desarrollada puede dañar de 5 a 6 pachas diariamente, o más tarde, perforar las guayabas alimentándose ávidamente de su contenido. Se ha comprobado que antes de que hayan pachas, se

se producen infestaciones y que las larvas penetran por el cogollo, y se alimentan de la madera tierna, avanzando hacia abajo hasta 6 u 8 pulgadas. La parte terminal se dobla y las plantas presentan el aspecto de haber sido "capadas". Otro lugar en que se pueden encontrar es en las flores". Se ha podido comprobar que una larva puede atacar hasta 18 estructuras. (10).

Pupa: El gusano del tomate totalmente desarrollado deja el fruto y se deja caer al suelo, penetra a la tierra y construye una cámara dentro de la cual se transforma en pupa. (10, 23).

En Colombia, este estado puede durar entre 10 y 18 días. (10). En El Salvador se reportan de 12 a 17 días. (16). Pérez, citado por Gómez y Berrios (12), dicen que el período pupal habiendo utilizado dieta sintética, varía de 10.5 a 11.3 días.

Según Osorio y Vaughan (18), cuando la larva alcanza su tamaño máximo, baja de la planta y se introduce en el suelo unas 2 a 3 pulgadas, donde forma una crisálida o pupa. En este estado de reposo absoluto no se alimenta y es en donde acontece su transformación en mariposa. En forma de pupa dura de 12 a 18 días.

En la especie Heliothis zea, se han comprobado períodos de latencia como pupas, de hasta 200 días. (1).

Metcalf y Flint (17), dicen que en la parte Sur de los EE.UU., por lo menos este insecto pasa el invierno en forma de una pupa café, que será encontrada de 5.0 a 15 cms. debajo de la superficie del suelo. En la primavera y el principio del verano, las palomillas que emergen de estas pupas, caminan hacia afuera de los agujeros de salida que la larva preparó antes de pupar.

De las pupas emergen adultos que inician nuevos ciclos en la vida de la especie. (10). En El Salvador se reporta que el ciclo completo tarda aproximadamente 40 días. (16).

Osorio y Vaughan (18), reportan que el proceso, desde la postura del huevo hasta la formación y muerte de la mariposa, dura aproximadamente 36 días.

Castro (5), dice que el ciclo de vida de la especie Heliothis zea, en el trópico, requiere unos 45 días, pero en todo el tiempo se encuentran huevos, larvas, pupas y adultos, porque las generaciones se traslapan.

3.4 Daño al cultivo:

El cuadro de daños para el cultivo del tomate se presenta de la manera siguiente: (4, 18).

- a) Roeduras en las superficies de las hojas tiernas.
- b) Perforaciones en el fruto (el orificio de entrada presenta excresiones acuosas y sucias en gran cantidad).
- c) Frutos caídos en descomposición.

En el cultivo del algodón, el insecto se convierte en plaga muy seria por su hábito de descender en busca de botones, flores y cápsulas, como consecuencia del ataque, los botones abren sus brácteas y caen al suelo; las flores y cápsulas se pierden. El daño se reconoce no solo por el orificio circular que aparece en las estructuras, sino también por la presencia de los excrementos amontonados en la base de bellotas y botones ya "bandereados" y por el "vaciado" completo de las estructuras que ataca. (10).

3.5 Distribución Geográfica:

Heliothis spp., tiene una gran cantidad de plantas hospederas, la mayoría de las cuales son cultivadas en nuestro medio; es una plaga que está generalmente distribuida en todos los climas. (3). Ocurre en todas las áreas aldoneras, tomateras, maiceras, tabaqueras, incluyéndose además, regiones donde se cultivan plantas de ornato, por consiguiente, la distribución es mundial. (10, 14, 16, 17).

El gusano del fruto del tomate, ocurre en todo el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica. En los estados del Sur y en California, constituye una plaga grave de los tomates cada año. En el extremosur, las mariposas pueden salir de sus celdas de crisálidas desde enero, aunque la mayoría de ellas aparece en primavera. (23).

Cajas C.A. 2/, menciona que en Guatemala, el gusano tomatero se ha dispersado en varias regiones productoras de tomate, como son los departamentos de Zacapa, Jalapa, Chiquimula y Jutiapa.

2/CAJAS MONTENEGRO, C.A. Informe sobre el daño del gusano barrenador del fruto (Heliothis spp.) en el cultivo del tomate (L.esculentum), en el Valle de La Fragua. Guatemala, Julio de 1982. Comunicación Personal.

3.6 Días del Grado de Crecimiento:

Investigadores en la ciencia moderna, reconocieron la influencia de la temperatura en la cantidad de crecimiento en organismos (15).

Un modo conveniente de tratar las relaciones de la temperatura con el crecimiento y desarrollo de la planta, es en función del número de "días del grado de crecimiento", (GDD o growing degree days). Los cálculos de días de grado de crecimiento son sumas del número de grados de temperatura media, por encima de la temperatura base para un tiempo dado. (9).

La acumulación GDD en algodón, por ejemplo: para un día particular puede calcularse por la fórmula:

$$\text{GDD} = \frac{\text{máx. diaria } (\leq 30^{\circ}\text{C}) + \text{mín. diaria } (\leq 10^{\circ}\text{C})}{2} - 10^{\circ}\text{C}$$

Las temperaturas máximas que pasan de 30°C, se introducen en la fórmula como 30°C, y las mínimas por debajo de 10°C, como 10°C. Estas restricciones tienen en cuenta las diferentes respuestas de las plantas a las temperaturas muy altas o muy bajas, efectuadas en Fitotrom, bajo condiciones controladas. A temperaturas por debajo de 10°C, el crecimiento y desarrollo de muchos cultivos de temporada cálida, es despreciable. A medida que la temperatura va aumentando por encima de 30°C, el calor adicional no contribuye al crecimiento de la planta. (9).

Toscano, Sevacherian y Van Steenwyk (22), dicen que el concepto de "días grado", es basado en lo siguiente: El desarrollo umbral en la temperatura, es la temperatura del aire bajo el cual un organismo no muestra un desarrollo biológico no real, y arriba del cual su desarrollo progresa. Por lo tanto, para predecir el crecimiento del organismo, es la temperatura arriba de este límite la que es importante. Algunos organismos también tienen límites superiores de la temperatura, más allá de los cuales el desarrollo cesa. (22).

Días grado, son la cantidad de calor con esos bajos y altos desarrollos límites, o sea el calor que genera el crecimiento de organismos. De este modo, días grado puede ser definido como valores arbitrarios del acumulo de temperatura mínima y máxima diaria, que están asociados con varios procesos biológicos. (22).

Luckman, citado por Mangat y Apple (15), investigó el período de incubación con huevos de gusano de maíz (Heliothis zea), a varias

temperaturas y reportó una temperatura máxima de 12.22°C, en acumulación de 1824 horas-grado, arriba de esta base, era requerida para huevos.

3.7 Método Falcon-Romero:

Este método absoluto de recuento, es empleado para la toma de muestra en los cultivos. Los datos se registran en una hoja de recuento, que tiene las principales plagas. El sistema de recuento llamado "milésima de hectárea", es en base a 5 estaciones cuya longitud varía con la distancia entre los surcos y su distribución es totalmente al azar (en diagonal, en cruz, etc.). Cuidando no tomar muestras de las orillas del cultivo. Debe buscarse cómo muestrear todas las zonas representadas del lote.

En cada estación (sección del surco que tiene una longitud, dependiendo de la distancia entre surcos del cultivo), se revisan todas las plantas que caen solamente dentro de la medición y para registrar los datos en la hoja de recuento, se pone el número de insectos de cada especie encontrados en cada estación y al final se suman y se multiplican por 1,000 (la suma de las cinco estaciones es una milésima de hectárea) y obtenemos los miles/hectárea. Los datos se toman de preferencia en horas de la mañana y se hacen diariamente o por lo menos 3 veces por semana. En el cultivo del algodón, cada recuento es para un máximo de 14 hectáreas, pero si todavía no se ha raleado, el máximo es de 7 hectáreas. (2, 9).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del Estudio:

La investigación se realizó en el Centro de Producción El Oasis, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), localizado en la jurisdicción del municipio de Estanzuela, en el Valle de La Fragua del departamento de Zacapa. Durante los meses de octubre de 1982 a febrero de 1983.

4.2 Caracterización del Area:

De la Cruz (7), enmarca al Valle de la Fragua, dentro de la zona de vida Monte Espinoso Subtropical, mencionando que la temperatura media anual de la zona varía entre 24 a 26.8°C, con precipitación pluvial de 400 a 600 mm. anuales y se localiza a elevaciones de 180 a 400 metros sobre el nivel del mar.

De acuerdo a la clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala, según Simmons et al (21), los suelos pertenecen tanto a la serie chicalaj, como a los valles no diferenciados.

Para la realización de este estudio, se estableció una parcela experimental de tomate (*L. esculentum*), cultivar Universidad de California 1982 (Cv. UC-82), con un área de 0.35 hectáreas.

CUADRO 1

TEMPERATURA, PRECIPITACION PLUVIAL Y HUMEDAD RELATIVA PARA EL VALLE DE LA FRAGUA, PERIODO OCTUBRE-DICIEMBRE DE 1982 Y ENERO - FEBRERO DE 1983.

Mes	Año	Temperatura media * en grados centígrados.	Precipitación * Pluvial en mm.	Humedad ** Relativa %
Oct.	1982	29.94	7.76	80.00
Nov.	1982	26.33	0.00	74.87
Dic.	1982	27.56	0.00	73.81
Ene.	1983	25.32	17.78	72.50
Feb.	1983	26.30	10.87	68.00

FUENTES: * ICTA. Termómetro de Máximas y Mínimas.
** INSIVUMEH. Estación 22.3.2.

CUADRO 2

TEMPERATURA MEDIA, MAXIMA Y MINIMA PARA EL VALLE DE LA FRAGUA, A NIVEL DE LABORATORIO, PERIODO ENERO-FEBRERO DE 1983.

Mes	Temperatura media en grados centígrados.	Temperatura media máxima en grados centígrados.	Temperatura media mínima en grados centígrados.
Ene.	23.47	25.71	21.16
Feb.	24.84	27.32	22.36

FUENTE: ICTA. Termómetro de Máximas y Mínimas.

4.3 Ciclo Biológico del Gusano Barrenador del Fruto del Tomate.

El estudio del ciclo biológico se realizó a nivel de laboratorio y campo en la siguiente manera:

4.3.1. Biología a nivel de laboratorio:

4.3.1.1. Huevo:

Este estudio se realizó mediante la obtención de 100 huevos recién ovipositados por la palomilla adulta, recolectados en la parcela experimental y lugares aledaños a la región. Los mismos fueron colocados en igual número de tubos de ensayo previamente esterilizados con cloro y agua en proporción 1:4 durante 5 minutos, seguidamente fueron desaguados con agua destilada. Luego de secados los tubos de ensayo mediante el uso de un mechero Bunsen, fueron taponeados con algodón para proporcionarles a los huevecillos una adecuada ventilación.

Las observaciones se realizaron cada 24 horas, anotando color, forma, tamaño aproximado y tiempo de duración a la eclosión, llevando además registro de las temperaturas máximas y mínimas.

A cada estado de desarrollo (huevo, larva, pupa y adulto) del Heliothis ssp. se le determinó el promedio ponderado del tiempo de duración así como su respectiva desviación standard.

4.3.1.2 Larva:

Luego de nacidas las larvas de la etapa anterior, fueron colocadas individualmente dentro de frascos de vidrio previamente esterilizados en el horno a 110°C durante 12 horas. Las tapaderas de los frascos de vidrio fueron perforadas para proporcionarles ventilación. Diariamente se les alimentó artificialmente; la dieta estuvo constituida por una mezcla a base de: 30 gr. de agar, 226 gr. de frijol pinto, 100 gr. de germen de trigo, 64 gr. de levadura de cerveza, 2 gr. de ácido sórbico, 7 gr. de ácido ascórbico, 4 gr. de metil parabén, 2 cc. de formaldehído al 35% y 5 gr. de tetraciclina.

La frecuencia de observación continuó a cada 24 horas, anotando color, forma, tamaño aproximado, número de mudas o instar y tiempo de duración de la fase larval llevando además registro de las temperaturas máximas y mínimas.

4.3.1.3 Pupa.

La observación del insecto para este estado de desarrollo, se realizó en los frascos de vidrio. La frecuencia de observación continuó cada 24 horas hasta la transformación del insecto en adulto. Se anotó color, forma, tamaño aproximado, tipo de pupa y tiempo de duración de este estado, registrando en igual forma las temperaturas máximas y mínimas.

4.3.1.4 Adulto.

Los adultos resultantes de la etapa anterior, fueron introducidos en jaulas de cría (construidas con cedazo, vidrio y madera), instaladas dentro del laboratorio y jaulas de cedazo plástico de 40 x 40 x 75 centímetros. Se les proporcionó alimento artificial (agua con azúcar) con el uso de filtros de cigarro y bebederos.

La frecuencia de observación continuó invariable tomándose datos de color, tamaño aproximado, hasta su muerte, anotando el tiempo de duración de la etapa adulta. Se registró además las temperaturas máximas y mínimas.

4.3.2 Biología a Nivel de Campo:

4.3.2.1 Huevo.

Para realizar esta fase de la biología del insecto, se recolectaron 44 huevos recién ovipositados. Se seleccionaron 11 plantas de tomate Cv. UC-82 de la parcela experimental, las que fueron cubiertas con nylon, procurando que las hojas no estuvieran en contacto con el nylon. Se introdujo una pastilla de Phoxin (Fosfuro de aluminio) por mata, durante 12 horas.

Seguidamente se utilizaron 11 jaulas de cedazo plástico de 60 x 60 x 75 centímetros, las que fueron instaladas en las plantas seleccionadas de la parcela experimental.

Dentro de cada jaula, hubo una mata de tomate en donde fueron pegados con el uso de clara de huevo, 4 huevos por planta, en el haz de las hojas.

Las observaciones se realizaron cada 24 horas, anotando el tiempo de duración a la eclosión, registrándose además temperaturas

máximas y mínimas. Similar a la biología a nivel de laboratorio, para cada estado de desarrolló se estableció el promedio ponderado del tiempo de duración y su desviación Standard.

4.3.2.2 Larva.

Esta fase metamórfica del insecto, se estudió a partir de huevos recolectados en la parcela experimental, los cuales fueron criados en forma similar a la etapa de huevo de la biología a nivel de laboratorio. Luego de nacidas, las larvitas fueron colocadas individualmente en frascos de vidrio, proporcionándoles alimento fresco, consistente en pedazos de tomate, diariamente. Cuando las larvas alcanzaron un tamaño aproximado de 1 centímetro, fueron trasladadas a jaulas de manta de 40 x 40 x 60 centímetros, (mismas que sirvieron para observar el comportamiento de la larva). Acá fueron introducidas 30 larvas, empleando 20 jaulas, es decir, fueron colocadas 20 larvas en 10 jaulas (2 larvas/jaula); en las restantes 10 jaulas fue introducida solamente una larva.

Las observaciones se realizaron cada 2 días, anotando el tiempo de duración de la fase larval, llevando registro de las temperaturas máximas y mínimas.

4.3.2.3 Pupa:

Para realizar esta parte de la biología del insecto, se emplearon 11 plantas de tomate introducidas, en igual número de jaulas de manta. En la parte inferior de las plantas, sobre la superficie del suelo, fue acondicionado un nylon rodeando al tallo, encima del mismo hubo de colocarse arena (esto debido a que según la literatura, el Heliothis spp. empupa dentro del suelo). Una vez que las larvas se habían introducido en la arena, se utilizó un cernidor a efecto de hacer pasar la arena por el mismo y obtener de esta manera las pupas.

Las observaciones se efectuaron cada 2 días anotando el tiempo de duración, desde que se introducían las larvas a efecto de pupar, hasta su transformación en adultos. Similar a las etapas anteriores se llevó registro de las temperaturas máximas y mínimas.

4.3.2.4 Adulto:

Esta fase metamórfica del insecto se estudió mediante la obtención de algunas pupas y además, adultos resultantes de la etapa de pupa del estudio de la biología a nivel de laboratorio. Las mismas fueron colocadas en las jaulas de cedazo plástico, luego de haber emergido de las pupas. Se alimentaron en forma natural con néctar de flores de las plantas de tomate.

Se observaron cada 24 horas hasta su muerte. Se registraron las temperaturas máximas y mínimas, anotando el tiempo de duración de esta etapa.

4.4 Estudio del Comportamiento del Heliothis spp.

Esta parte de la investigación, se realizó en la parcela experimental.

La forma de obtener la información, según Estrada H.R.^{3/}, se realizó mediante muestreos por el método "por área" de Falcon-Romero, usado en algodón y adaptado al cultivo del tomate.

^{3/}ESTRADA H.R. Utilización de métodos para muestreo del Heliothis spp. Guatemala, Agosto de 1982. Comunicación Personal.

Este método consistió en delimitar 5 subparcelas de 2 metros cuadrados cada una. Las subparcelas, estaban localizadas para los muestreos impares en cada esquina de la parcela experimental y una en el centro. Para los muestreos pares, las subparcelas fueron ubicadas entre cada subparcela impar, es decir, se muestreó las áreas no muestreadas anteriormente, ésto se delimitó así, con el objeto de cubrir en su totalidad la parcela y obtener recuentos representativos del campo*.

Los muestreos se iniciaron al momento en que el cultivo principió a emitir botones florales. Se debe indicar que en la parcela de tomate Cv. UC-82, establecida para el estudio, no se aplicó insecticida.

Todos los datos obtenidos para esta parte de la investigación, fueron recabados ordenadamente, mediante el empleo de una hoja de recuento. (Ver modelo en apéndice.)

Huevo: La información recabada para este estado de desarrollo del insecto, fue la siguiente:

- a) Número de plantas con huevecillos.
- b) Número de posturas por planta.
- c) Número de huevecillos blancos.
- d) Número de huevecillos rosados; y
- e) Número de flores.

Larva: Fue la parte del estudio más importante al que nos referimos por cuanto es en este estado biológico, cuando el insecto se alimenta del fruto, causando el daño directo. Las observaciones que se realizaron fueron las siguientes:

- a) Número de plantas con larvas.
- b) Número de larvas por planta.
- c) Número de frutos.
- d) Número de frutos dañados por la larva.

Paralelo a la obtención de información por el método de Falcon-Romero, se hicieron también observaciones directas en la parcela de tomate Cv. UC-82, establecida para el estudio y además, se complementó con la investigación del ciclo biológico del insecto a nivel de campo, para las etapas de larva, pupa y adulto, con el fin de tener más bases para establecer el comportamiento del mismo.

Para estimar el número de frutos dañados por la larva, durante su desarrollo, se utilizaron 20 jaulas de manta en donde fueron introducidos igual número de gusanos; a medida que los frutos iban siendo

*Para mayor información, ver Apéndice.

comidos, se señalaban. Finalmente, se obtuvo el promedio.

6 Pupa: Aquí se observó en qué lugar se desarrolla, posible movilidad y profundidad a la que se encuentra.

Adulto: En esta etapa, se observó qué partes de la planta frecuente, hábito de oviposición, haciendo énfasis en aspectos tales como, en qué órganos oviposita, si lo hace individualmente o en grupo y posible día de oviposición.

4.5 Dinámica de Población de la Plaga.

Esta parte de la investigación se estudió en forma similar al comportamiento del insecto, en la parcela experimental, empleando el método "por área" de Falcon-Romero.

Para la dinámica de población se obtuvieron los recuentos siguientes:

- a) Número total de huevos por hectárea.
- b) Número de larvas menores de 1 centímetro por hectárea.
- 6 c) Número de larvas mayores de 1 centímetro por hectárea.
- d) Número total de larvas por hectárea.

Con los datos obtenidos durante los muestreos y anotados en las hojas de recuento, se procedió a sumar las cifras de las cinco estaciones (subparcelas), seguidamente se multiplicó por 1,000, lo cual dio la cantidad estimada por hectárea.

A los datos se les aplicó el Análisis de Regresión, para obtener el modelo de la ecuación de la curva de mejor ajuste a los datos observados. El mejor modelo se seleccionó en base al coeficiente de determinación (r^2) y a la F calculada, (20).

Se obtuvo además el Coeficiente de Correlación (r) para observar el grado de dependencia de las distintas variables dependientes con respecto a la variable independiente. (Días Grado del Cultivo y Días Grado del Insecto).

Para determinar los "Días del Grado de Crecimiento" del cultivo, se procedió a utilizar la fórmula siguiente:

$$DGC = \frac{T^{\circ} \text{ máxima } (\leq 38^{\circ}C) + T^{\circ} \text{ Mínima } (\leq 12^{\circ}C)}{2} - 12^{\circ}C$$

Estas restricciones según Cajas C.A. 3/, tienen en cuenta las diferentes respuestas de la planta de tomate Cv. UC-82 (variedad de hábito determinado compacto) a las temperaturas muy altas o muy bajas. A temperaturas mayores de 38°C, se detiene el crecimiento y desarrollo de la planta quedándose enana, las hojas se deforman y hay aborción de la flor en un 80 a 90%. A temperaturas menores de 12°C, la planta solo desarrolla follaje, las hojas se tornan anchas, pronunciadas, presentando el ápice un color morado con quemaduras en todo el borde, además, el polen se vuelve estéril afectado por la excesiva humedad en el aire.

Seguidamente, se obtuvo los DGC acumulados desde el primer día de la siembra, hasta el último corte.*

Los "Días del Grado de Crecimiento" del insecto, se obtuvo mediante la siguiente fórmula: (22)**

$$DGC = \frac{T^{\circ} \text{ máxima } (\leq 31.67^{\circ}C) + T^{\circ} \text{ mínima } (\leq 15.5^{\circ}C)}{2} - 15.5^{\circ}C.$$

Posteriormente, se obtuvo los DGC acumulados desde el primer muestreo donde se encontró huevecillos, que correspondió a los 37 días después del trasplante (fecha de trasplante 3-11-82), hasta el último corte.*

Toda la información fue analizada en el Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

* Para más detalle ver Apéndice, Cuadro 27.

3/CAJAS MONTENEGRO, C.A. Informe sobre la influencia de la temperatura en tomate (*L. esculentum*) Cv. UC-82, en el Valle de La Fragua, Zacapa, Febrero de 1983. Comunicación Personal.

** Esta fórmula es empleada para determinar los DGC del gusano rosado del algodón, con un límite de 15.5°C y con grados mínimos de -12.22 a 32.22°C y máximos de 15.5 a 47.78°C; en esta tesis utilizaremos estos datos como una referencia para medir la actividad biológica del *Heliothis* spp.

4.6 Determinación del Porcentaje de Daño en el Fruto.

El fruto del tomate presenta diferentes estados de desarrollo (madurez), por lo que para realizar este análisis se tomaron muestras de los frutos en estado de:

- a) Fruto pequeño verde.
- b) Fruto con su madurez fisiológica y color verde.
- c) Fruto maduro color rojo.

Esta parte del estudio se realizó en la parcela experimental de tomate Cv. UC-82.

Se hicieron caminamientos en zig-zag en la parcela y a cada 25 pasos se observaba una planta, en donde se seleccionaba al azar un fruto para cada estado de desarrollo, anotando el número de frutos dañados hasta un total de 50 frutos para cada día de muestreo.

Los muestreos se realizaron cada 4 y 5 días, alternativamente, a partir de los 57 días después del trasplante.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1 Ciclo Biológico del Gusano Barrenador del Fruto del Tomate.

5.1.1 Huevo: Es de forma esférica, un tanto achatado en los polos, presenta estrias radiales, su color es crema al estar recién ovipositado, luego cambia a rosado, en tamaño no excede de 1 mm., es notable a simple vista y su consistencia es suave.

En los datos del Cuadro 3, se observa que el tiempo de duración de la etapa de huevo, a nivel de laboratorio, varía entre un mínimo de 3 y un máximo de 5 días, con un promedio aproximado de 4 días:

CUADRO No. 3:

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA DE HUEVO DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE LABORATORIO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de observaciones	Porcentaje
3	37	38.95
4	55	57.89
5	3	3.16

Promedio Ponderado.

$$X_p = \frac{3 (37) + 4 (55) + 5 (3)}{95};$$

$$X_p = 3.64 \text{ días}$$

Desviación Standard:

$$0.5441 \pm 0.54$$

Según los datos obtenidos en el Cuadro 4, se observa que el tiempo de duración de la etapa de huevecillo a nivel de campo, varía entre un mínimo de 3 y un máximo de 4 días, con un promedio aproximado de 4 días.

CUADRO No. 4

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA DE HUEVO DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.) EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de Observaciones	Porcentaje
3	2	40.00
4	3	60.00

Promedio ponderado:

$$X_p = \frac{3 (2) + 4 (3)}{5}; \quad X_p = 3.60 \text{ días.}$$

$$\text{Desviación Standard} = 0.5477 = \pm 0.55$$

Comparando los Cuadros 3 y 4, se observa que la variación entre el tiempo de duración de la etapa de huevo a nivel de laboratorio y campo, es de 0.04 días, lo cual es una mínima diferencia.

Cabe hacer mención que a nivel de campo, fueron colocados 44 huevos de donde el 11.36% eclosionaron, 22.73% fue parasitado y el 65.91% restante, fueron estériles y/o dañados.

5.1.2 Larva: Al eclosionar, la larva del *Heliothis* spp., mide poco más de 1 mm., cabeza notablemente grande y de color café negruzco, el cuerpo es de color blanco amarillento, durante su crecimiento la cabeza disminuye de tamaño, en relación al cuerpo, éste presenta

microespinas a lo largo del dorso del cuerpo, en todos los segmentos.

El color varía, pudiendo ser verde, café, rosado, beige o amarillo, sin manchas o con bandas bien definidas. En el estado de larva, atravieza por 5 mudas o instar. Las larvas mayores, ya bien desarrolladas, alcanzan un largo aproximado de 45 mm.

En el Cuadro No. 5, se observa que el tiempo de duración de la etapa larval a nivel de laboratorio, varía entre un mínimo de 16 y un máximo de 35 días, con un promedio aproximado de 19 días.

CUADRO No. 5

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA .LARVAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (Heliothis spp.), EN CONDICIONES DE LABORATORIO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de observaciones	Porcentaje
16	5	5.81
17	18	20.93
18	22	25.58
19	16	18.60
20	9	10.47
21	5	5.81
22	2	2.33
23	3	3.49
24	3	3.49
29	2	2.33
35	1	1.16

Promedio Ponderado:

$$X_p = \frac{16(5) + 17(18) + 18(22) + 19(16) + 20(9) + 21(5) + 22(2) + 23(3) + 24(3) + 29(2) + 35(1)}{86}$$

$$= \frac{16.49}{86} ; \quad X_p = 19.17$$

$$\text{Desviación Standard} = 2.9949 = \pm 3.00$$

Observando el Cuadro 6, vemos que el tiempo de duración de la etapa larval, a nivel de campo, varía entre un mínimo de 18 y un máximo de 20 días, con un promedio aproximado de 19 días.

CUADRO No. 6

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA LARVAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.) EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de Observaciones	Porcentaje
18	8	50.00
19	7	44.00
20	1	6.00

Promedio Ponderado:

$$X_p = \frac{18 (8) + 19 (7) + 20 (1)}{16} ; \quad X_p = 18.56 \text{ días.}$$

$$\text{Desviación Standard} = 0.6291 = \pm 0.63$$

Comparando los Cuadros 5 y 6, se observa que la variación entre el tiempo de duración de la etapa de larva a nivel de laboratorio y campo, es de 0.61 días, la cual es una mínima diferencia.

En la etapa larval a nivel de campo, fueron introducidas a las jaulas, 30 larvas de donde el 33.3% de las mismas fueron comidas, dado que son caníbales, 13.33% destino desconocido, no siendo posible llevarles la secuencia. Finalmente, se trabajó con el 53.34% de las larvas.

5.1.3 Pupa: La pupa del *Heliothis* spp., es del tipo de apéndice cubiertas, su forma es aproximadamente elíptica, el color es café y mide entre 18 a 20 mm.

El resultado obtenido en el Cuadro 7, indica que la pupa a nivel de laboratorio, vive un promedio aproximado de 14 días, con un rango desde 10 días como mínimo y 46 como máximo.

CUADRO No. 7

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA DE PUPA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE LABORATORIO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de observaciones	Porcentaje
10	1	1.27
11	8	10.13
12	15	18.99
13	26	32.91
14	22	27.85
15	5	6.33
36	1	1.27
46	1	1.27

Promedio ponderado:

$$X_p = \frac{10(1) + 11(8) + 12(15) + 13(26) + 14(22) + 15(5) + 36(1) + 46(1)}{79}$$

$$X_p = 13.65 \text{ días.}$$

$$\text{Desviación Standard} = 4.4636 = \sqrt{\quad} 4.46$$

Al observar el Cuadro No. 8, se aprecia que el tiempo de duración de la etapa de pupa, a nivel de campo, oscila entre 11 días como mínimo y 16 como máximo, con un promedio aproximado de 13 días.

CUADRO No. 8

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA DE PUPA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de observaciones	Porcentaje
11	2	18.18
12	1	9.09
13	3	27.28
14	2	18.18
15	1	9.09
16	2	18.18

Promedio Ponderado:

$$X_p = \frac{11(2) + 12(1) + 13(3) + 14(2) + 15(1) + 16(2)}{11} ; \quad X_p = 13.45 \text{ días.}$$

$$\text{Desviación Standard} = 1.7259 = \pm 1.75$$

Al comparar los Cuadros 7 y 8, se observa que la diferencia entre el tiempo de duración de la etapa de pupa, a nivel de laboratorio, y campo, es de 0.20 días, no existiendo por lo tanto mucha diferencia.

- 5.1.4 Adulto: Es una palomilla de hábito nocturno, su color es variable, pudiendo ser café claro, gris verdoso a beige. El tamaño aproximado es de 20 mm. de longitud y 13 mm. en su parte más ancha (alas plegadas) y/o 25 mm. (alas desplegadas).

En los datos del Cuadro 9, se observa que el tiempo de duración de la etapa adulta a nivel de laboratorio, varía entre un mínimo de 8 días y un máximo de 14 días, con un promedio aproximado de longevidad de 10 días.

CUADRO No. 9

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA ADULTA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE LABORATORIO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de Observaciones	Porcentaje
8	1	6.67
9	4	26.67
10	5	33.33
11	3	20.00
14	2	13.33

Promedio ponderado:

$$X_p = \frac{8 (1) + 9 (4) + 10 (5) + 11 (3) + 14 (2)}{15} ; \quad X_p = 10.33 \text{ días.}$$

$$\text{Desviación Standard} = 1.7182 = \pm 1.72$$

El resultado obtenido en el Cuadro 10, indica que el insecto en el estado adulto, a nivel de campo, vive en promedio 9 días, con un rango mínimo de 8 días y máximo de 11 días de longevidad.

CUADRO No. 10

TIEMPO PROMEDIO DE DURACION DE LA ETAPA ADULTA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1983.

Tiempo (días)	Número de Observaciones	Porcentaje
8	10	21.28
9	18	38.30
10	12	25.53
11	7	14.89

Promedio ponderado:

$$X_p = \frac{8 (10) + 9 (18) + 10 (12) + 11 (7)}{47} ; \quad X_p = 9.34 \text{ días.}$$

Desviación Standard = $0.9841 = \pm 0.98$

Comparando los Cuadros 9 y 10, observamos que la variación entre el tiempo de duración de la etapa adulta a nivel de laboratorio y campo, es de 1 día aproximadamente.

Al comparar los resultados obtenidos del tiempo de duración de la biología del insecto, con los reportados en la literatura, se ve claramente que coinciden.

5.2 Estudio del Comportamiento del Heliothis spp.

Para esta parte del estudio, los datos fueron tomados de la parcela de tomate (L. esculentum) Cv. UC-82, donde no se aplicó insecticida y en consecuencia la fauna benéfica ejerció control sobre las poblaciones de huevos y larvas de Heliothis spp.

5.2.1 Larva: En base a las observaciones realizadas, se pudo establecer que la larva luego de nacer, empieza a alimentarse del tejido vegetal más próximo a ella, posteriormente, busca el camino hacia los frutos. La misma, durante su desarrollo, daña entre 5 a 6 frutos, de los que se alimenta sucesivamente, perforando además botones florales.

Es la fase del insecto que daña en forma directa al cultivo del tomate, pues causa perforaciones en los frutos, muchos de los cuales no completan su desarrollo, provocando la caída de éstos para posteriormente descomponerse.

La larva es fitófaga y además caníbal; según observaciones realizadas en la investigación, se puede afirmar que más de una larva no fue encontrada en un mismo fruto.

Mediante el método Falcon-Romero, la información obtenida para establecer en mejor forma el comportamiento del insecto en la fase de larva, comprendió los siguientes análisis de regresión:

/...

CUADRO No. 11

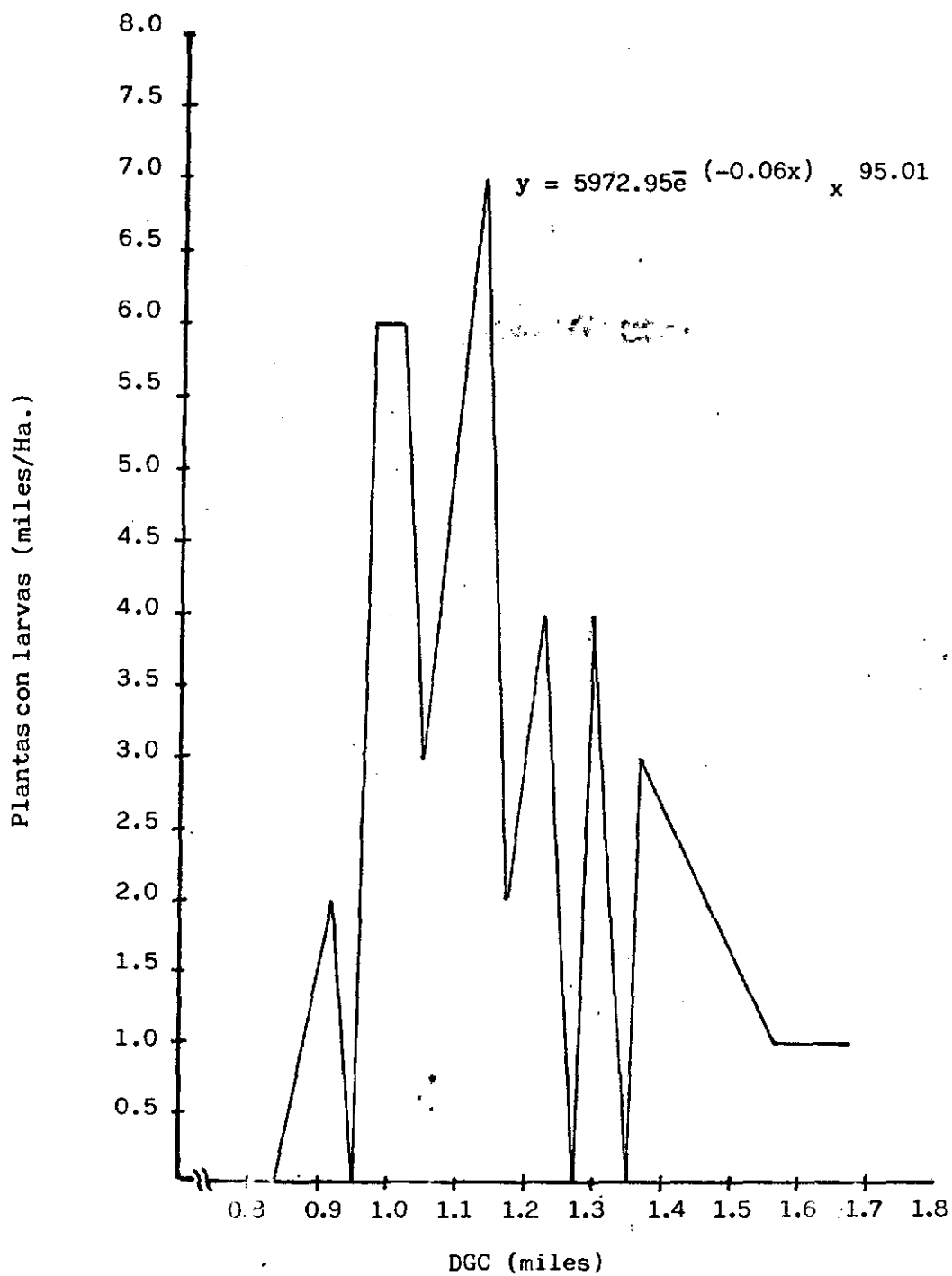
NUMERO DE PLANTAS CON LARVAS POR HECTAREA, DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (Heliothis spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982.

Días Grado del cultivo.	No. de Plantas con larvas.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1000
918.50	2000
947.50	-
1015.00	6000
1043.00	6000
1138.50	3000
1169.00	7000
1239.50	2000
1270.00	4000
1295.50	-
1343.00	4000
1365.50	3000
1568.50	1000
1669.50	1000

Del análisis de regresión de los datos del Cuadro 11, se determinó que la ecuación de la curva de mejor ajuste, es del modelo Gamma, con valores: $y = 5972.95e^{(-0.06x)} \times 95.01$

El Coeficiente de Correlación $r = 0.66$, indica una mediana dependencia entre el número de plantas con larvas por hectárea y los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 44.18\%$ - expresa el porcentaje en que los días grado del cultivo explica el comportamiento del número de plantas con larvas de Heliothis spp.

En la Gráfica 1, se observa la tendencia de los datos del Cuadro 11. En un inicio no se observaron larvas, sino hasta los 870.00 DGC, que corresponde a los 37 días después del trasplante (DDT); alcanza su punto máximo a los 1138.50 DGC (55 DDT), luego decrece hasta no encontrar larvas, debido posiblemente, a que ya han transcurrido 20 días desde que empezara a incrementarse el número de plantas con larvas, por consiguiente, éstas ya se han enterrado a fin de pupar, ya que según el estudio de la biología de la fase de larva, ésta dura aproximadamente 19 días.



Gráfica 1. Tendencia del número de plantas por hectárea con larvas del gusano barrenador del fruto del tomate, (Heliothis spp.)

CUADRO No. 12

NUMERO DE LARVAS POR PLANTA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. de larvas por Planta.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1.00
918.50	1.00
947.50	-
974.50	1.17
1015.00	1.00
1138.50	1.00
1169.00	1.00
1239.50	1.00
1270.00	-
1295.50	1.00
1343.00	-
1365.50	2.00
1568.50	1.00
1669.50	1.00

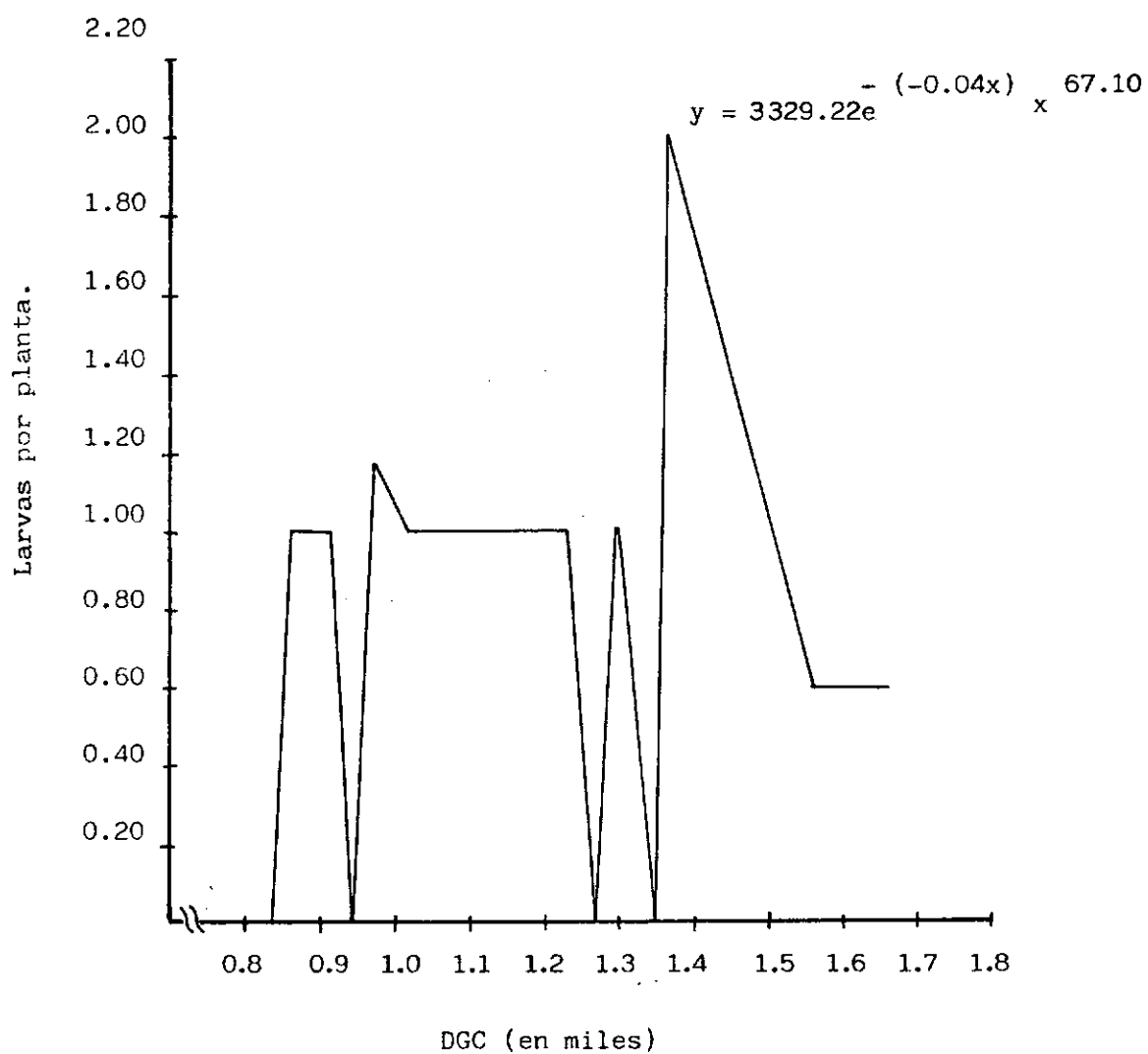
La ecuación de la curva de mejor ajuste para los datos del Cuadro 12, corresponde al modelo Gamma, con valores de: $y = 3329.22e^{-(0.04x)^{67.10}}$. Se estableció para los mismos datos, un Coeficiente de Correlación $r = 0.67$, que expresa una mediana dependencia entre el número de larvas por planta y los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 44.38\%$, indica el grado en que los días grado de cultivo, puede explicar el comportamiento del número de larvas por planta.

La Gráfica 2, representa la tendencia de los datos del Cuadro 12. En ella se nota un ascenso del número de larvas por planta, alrededor de los 870.00 DGC (37 días después del trasplante), luego decrece para posteriormente incrementarse y mantenerse estable, hasta alcanzar su punto máximo a los 1365.5 días Grados del Cultivo (71 DDT), para finalmente decrecer.

CUADRO 13

NUMERO DE FRUTOS DAÑADOS POR HECTAREA, POR EL GUSANO BARRENADOR DEL TOMATE (*Heliothis* spp.) EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. de Frutos Dañados.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1000
918.50	5000
947.50	2000
974.50	20000
1015.00	35000
1043.00	30000
1138.50	60000
1169.00	63000
1239.50	65000
1270.00	89000
1295.50	78000
1343.00	60000
1365.50	43000
1568.50	67000
1669.50	33000



Gráfica 2. Tendencia del número de larvas por planta del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.).

Luego del análisis de los datos del Cuadro 13, se determinó que la ecuación de la curva de mejor ajuste, es el modelo Cuadrático con valores $y = -544149.28 + 906.97x + (-0.335x^2)$

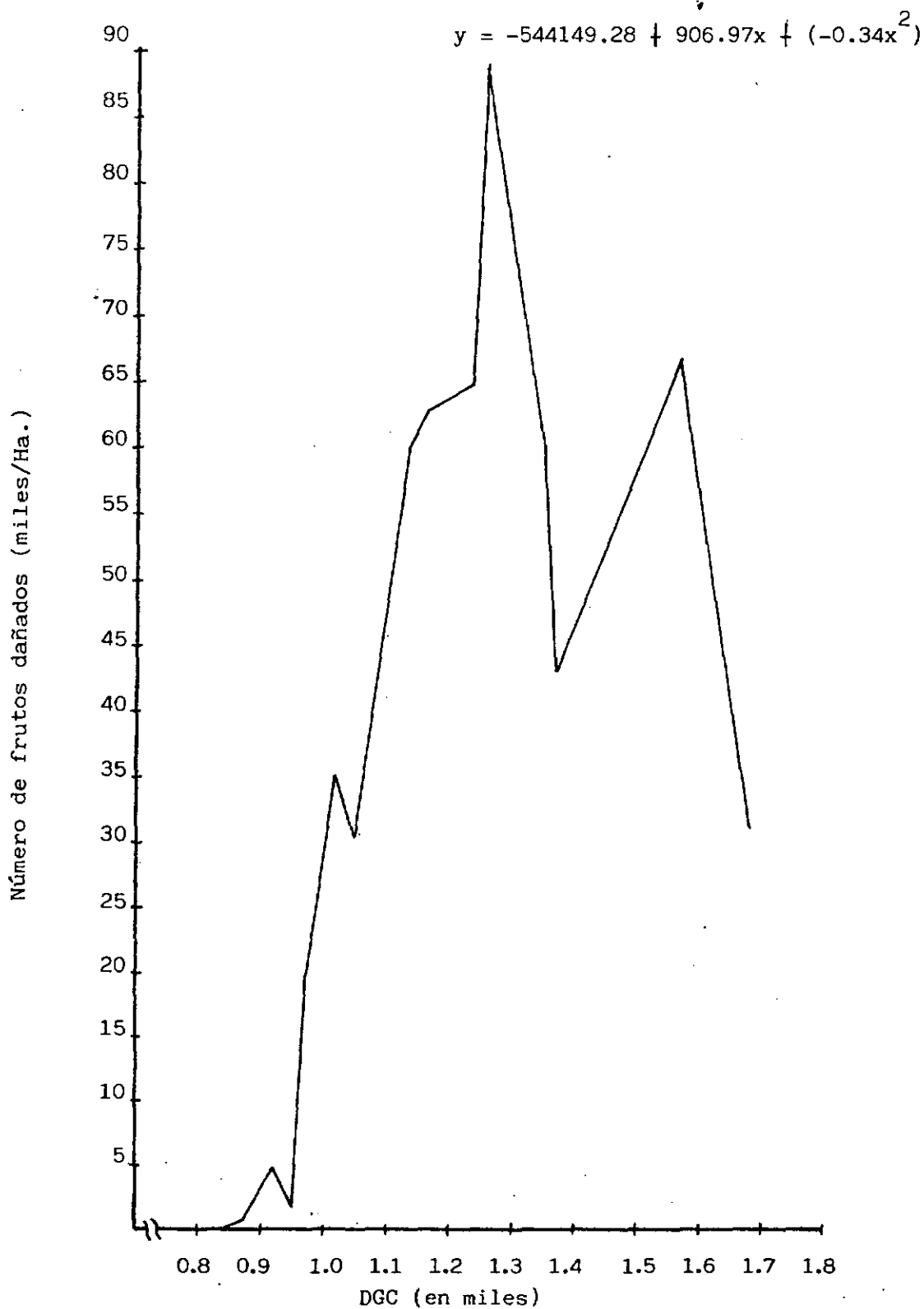
El Coeficiente de Correlación $r = 0.91$, indica una alta dependencia entre el número de frutos dañados, y los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 82.8\%$, es el porcentaje en que los días grado del cultivo explica el comportamiento del número de frutos dañados por el gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliothis* spp.). Observando la Gráfica 3, se nota claramente la tendencia de los datos del Cuadro 13. Los frutos dañados se empiezan a presentar a los 870.00 DGC (37 días después del trasplante) incrementándose sucesivamente hasta los 1270 DGC (64 DDT), donde se observa el mayor número de frutos dañados, esto posiblemente debido a que es cuando las larvas están alcanzando su máximo desarrollo, exactamente a los 20 días de haberse presentado el mayor número de huevos (Gráfica 13), esto es comprobado por cuanto, según los datos obtenidos durante el estudio de la biología, aproximadamente de 22 a 23 días tarda el ciclo desde huevo hasta alcanzar su máximo desarrollo la larva. Posteriormente, se observa un decremento, esto debido a que las larvas han entrado a la fase de pupa y acá no causan daño al fruto.

- 5.2.2 Pupa: Una vez que la larva ha finalizado su desarrollo, inicia el siguiente estado biológico, el cual desarrolla únicamente en el suelo, cesando en parte sus movimientos y dejando de alimentarse.

Según observaciones realizadas durante el estudio de la biología a nivel de campo, se pudo establecer que el insecto pupa individualmente y la profundidad a la cual se encontraron éstas, oscilaba entre 8 a 13 centímetros. Así mismo, poco antes de convertirse en adultos, se arrastran desde su galería para estar más cerca de la superficie del suelo, en el momento de la emergencia.

- 5.2.3 Adulto y Huevo: El adulto es una palomilla de hábito nocturno, la hembra aproximadamente a los 5 a 6 días de nacida, oviposita aisladamente en forma individual, pone sus huevos principalmente en el haz de las hojas, así también en el envés, en botones florales, tallos y en flores.

Estando estos dos estados de desarrollo del insecto muy relacionados, se presenta a continuación los resultados obtenidos de los análisis de regresión, en base a los datos recopilados mediante las hojas de recuento:



Gráfica 3: Tendencia del número de frutos dañados por hectárea, por el gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.)

CUADRO No. 14

NUMERO DE HUEVECILLOS BLANCOS POR HECTAREA, DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. Huevecillos Blancos.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1000
918.50	24000
947.50	22000 L.N.
974.50	28000
1015.00	10000
1043.00	8000
1138.50	14000
1169.00	1000 L.LL.
1239.50	6000
1270.00	-
1295.50	1000
1343.00	1000
1365.50	-
1568.50	-
1669.50	-

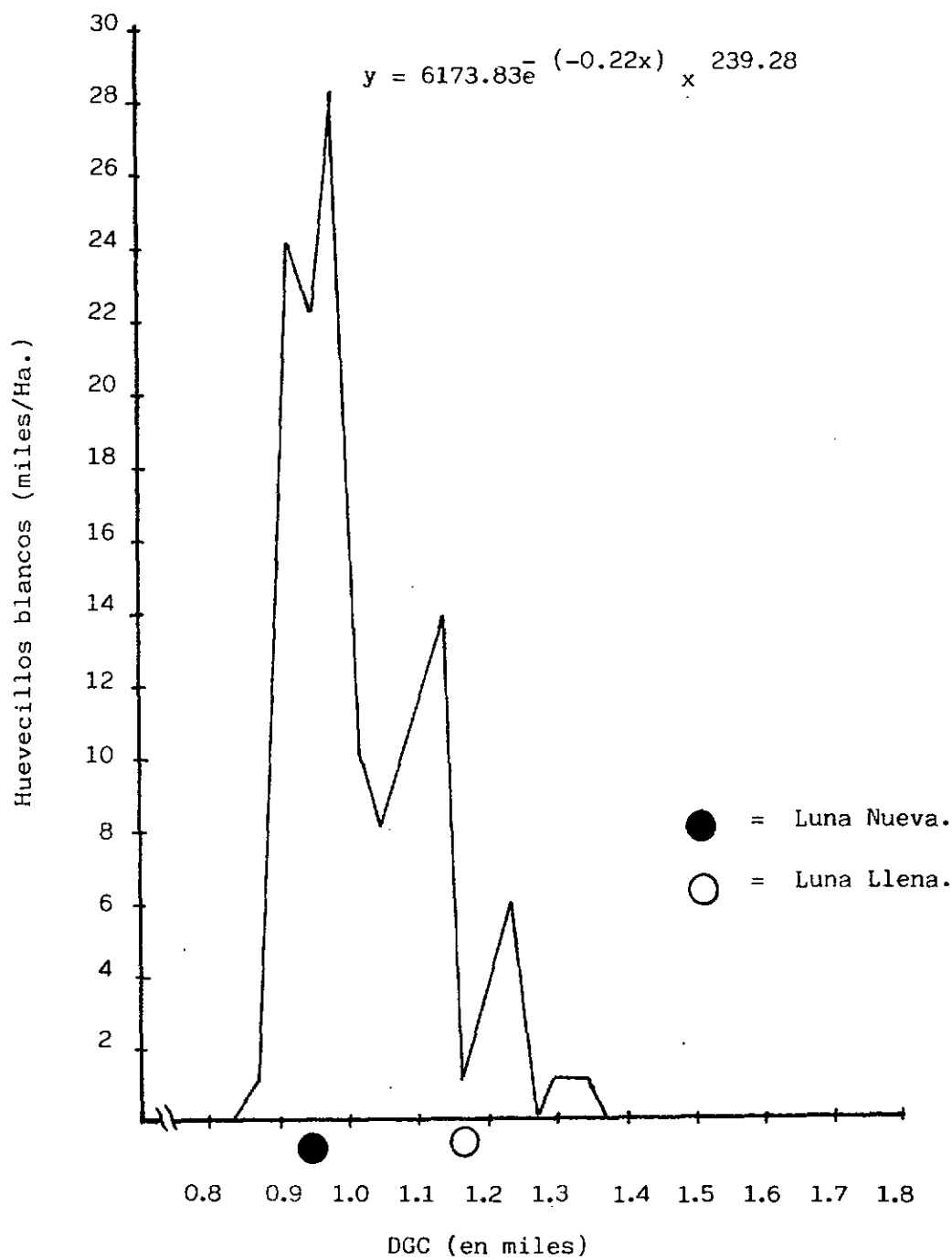
L. N. = Luna Nueva.

L. LL.= Luna Llena.

Del análisis de regresión de los datos del Cuadro 14, se determinó que la ecuación de la curva de mejor ajuste, es el modelo Gamma, con valores $y = 6173.83e^{(-0.22x)} \cdot 239.28$

El Coeficiente de Correlación $r = 0.71$, indica una mediana dependencia entre el número de huevos blancos y los días grado del cultivo. Así mismo, el Coeficiente de Determinación $r^2 = 50.29\%$, expresa el porcentaje en que los días grado del cultivo explica el comportamiento del número de huevos blancos por hectárea, siendo este porcentaje bajo.

En la Gráfica 4, se observa la tendencia de los datos del Cuadro 14. En un inicio no se encontraron huevos, seguidamente se incrementó el número, hasta alcanzar su punto máximo a los 974.50 DGC (42 días después del trasplante), el cual se presentó con fecha 17-12-82, o sea 2 días después de la luna llena, influyendo ésta fase en el apareamiento y la oviposición del Heliothis spp. (ver Cuadro 27 en apéndice). Posteriormente, hay un descenso debido posiblemente a la fauna benéfica de la región, dentro de la cual se encontraron los géneros Trichogramma spp., Nabis spp., Chrysopa spp. y las familias tales como Braconidae y Tachinidae, además de la influencia de la luna llena. Finalmente, no se encontraron huevos, aconteciendo ésto a los 1365.5 DGC (71 días después del trasplante), posiblemente por haber perdido las plantas su atraktividad para adultos de Heliothis spp.



Gráfica 4: Tendencia del número de huevecillos blancos por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.)

CUADRO 15

NUMERO DE HUEVECILLOS ROSADOS POR HECTAREA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

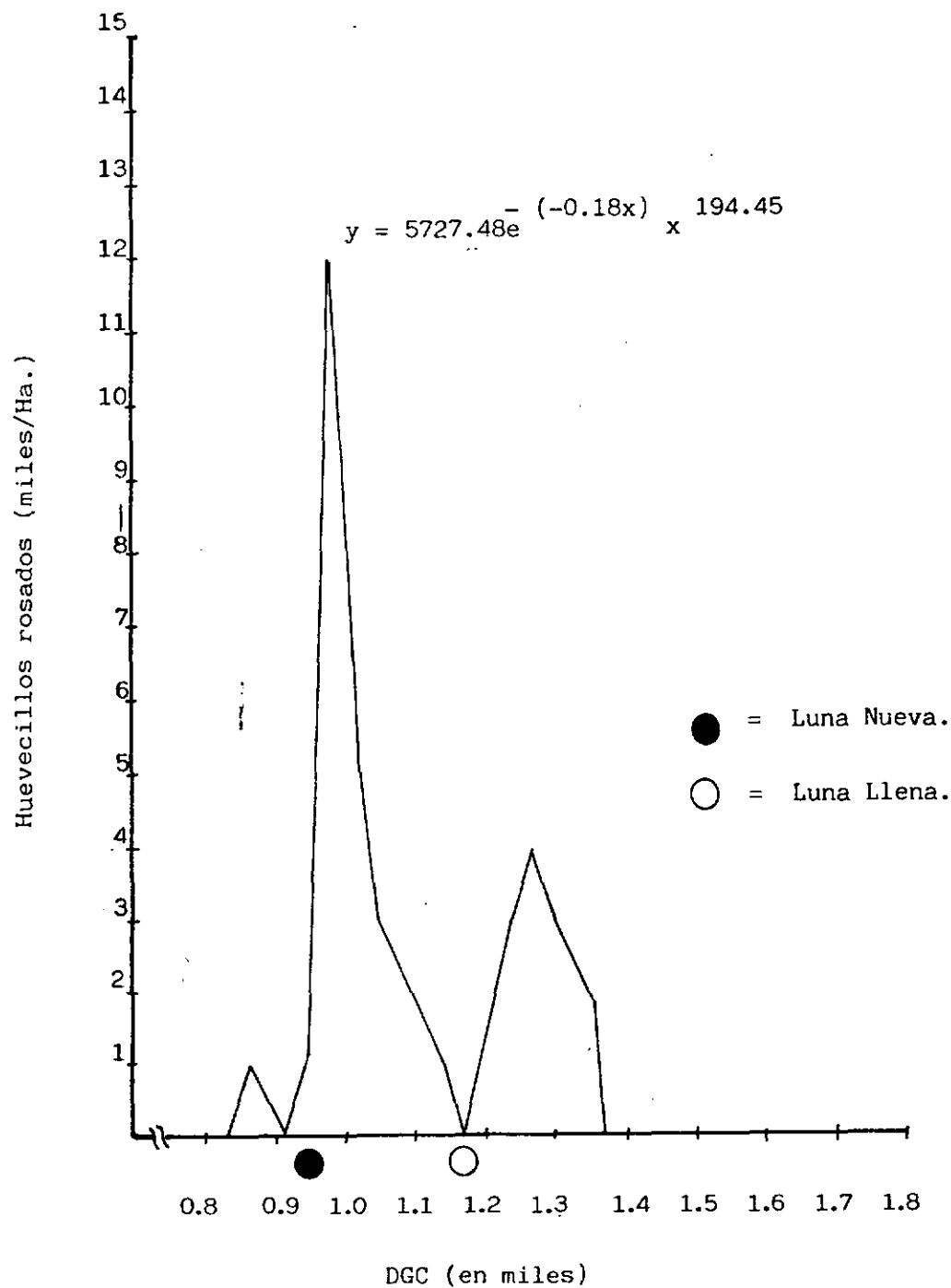
Días Grado del Cultivo.	No. Huevecillos Rosados.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1000
918.50	-
947.50	1000 L.N.
974.50	12000
1015.00	5000
1043.00	3000
1138.50	1000
1169.00	- L.LL.
1239.50	3000
1270.00	4000
1295.50	3000
1343.00	2000
1365.50	-
1568.50	-
1669.50	-

L.N. = Luna Nueva.

L.LL. = Luna LLena.

La ecuación de la curva de mejor ajuste a los datos del Cuadro 15, es del modelo Gamma, sus valores son: $y = 5727.48e^{(-0.18x)} + 194.45$. El Coeficiente de Correlación $r = 0.64$, indica que la dependencia entre los días grado del cultivo y el número de huevecillos rosados por hectárea, puede considerarse mediana. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 41.34\%$, nos da a conocer la explicación que la edad del cultivo puede dar del comportamiento del número de huevecillos rosados por hectárea, es baja. Esto se aprecia mejor al ver la tendencia del Cuadro 15 en la Gráfica 5, en donde se observa que los primeros huevos rosados se encontraron a los 370 DGC (37 días después del trasplante), seguidamente se eleva el número hasta alcanzar la máxima cantidad a los 974.50 DGC (42 DDT), en forma similar a la Gráfica anterior, 2 días después de la luna nueva, influyendo por consiguiente esta fase lunar, en la actividad reproductiva del Heliothis spp.

Luego se observa que la cantidad de huevos decrece nuevamente, debido posiblemente a la fauna benéfica de la región, al efecto de la luna llena y la edad de la planta, hasta no encontrar huevos a los 1169 DGC (57 DDT), finalmente se presenta un pequeño incremento hasta 4000 huevos rosados por hectárea, para posteriormente decrecer y no encontrar más huevos rosados a los 1365.5 días grado del cultivo (71 días después del trasplante).



Gráfica 5. Tendencia del número de huevecillos rosados por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliothis* spp.)

CUADRO No. 16.

NUMERO DE PLANTAS CON HUEVECILLO POR HECTAREA, DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

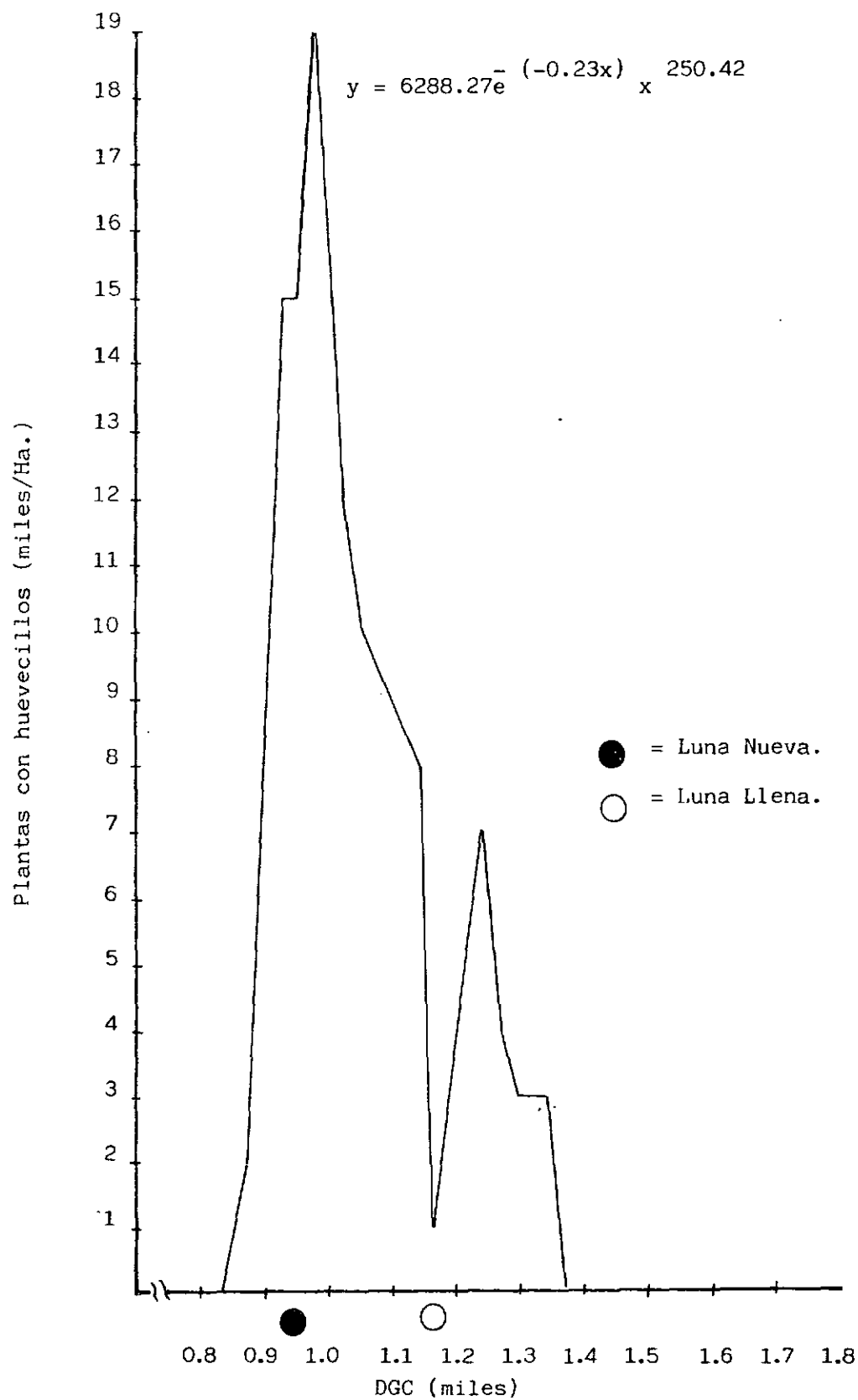
Días Grado del Cultivo.	No. de Plantas con Huevecillos.	
592.00	-	
603.50	-	
621.50	-	
639.00	-	
709.00	-	
726.50	-	
761.00	-	
805.50	-	
822.50	-	
836.50	-	
870.00	2000	
918.50	15000	
947.50	15000	L.N.
974.50	19000	
1015.00	12000	
1043.00	10000	
1138.50	8000	
1169.00	1000	L.LL
1239.50	7000	
1270.00	4000	
1295.50	3000	
1343.00	3000	
1365.50	-	
1568.50	-	
1669.50	-	

L.N. = Luna Nueva.

L.LL. = Luna Llena.

Con los datos del Cuadro 16, se realizó el análisis de regresión y correlación, obteniendo la ecuación de la curva de mejor ajuste, el modelo Gamma con valores de: $y = 6288.27e^{(-0.23x)} - 250.42$. El valor del Coeficiente de Correlación $r = 0.76$, indica que existe una mediana dependencia entre el número de plantas con huevecillo por hectárea y los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 57.98\%$, es bajo y se interpreta como el porcentaje en que los días grado del cultivo, explica el comportamiento del número de plantas con huevecillos; observando la Gráfica 16, se nota la tendencia de los datos del Cuadro 16.

Al analizar dicha Gráfica, observamos que a los 870 DGC (37 días después del trasplante), se presentan las primeras plantas con huevecillos, incrementándose posteriormente hasta alcanzar su mayor número a los 974.50 DGC (44 días después del trasplante), presentándose este punto máximo 2 días después de la luna llena, luego decrece hasta 1000 plantas con huevecillos coincidiendo con la luna llena, posteriormente incrementa nuevamente a los 1239.50 DGC (62 DDT), para finalmente decrecer hasta no observarse plantas con huevecillos, ésto a los 1343 DGC (69 días después del trasplante), posiblemente por la edad de la planta.



Gráfica 6. Tendencia del número de plantas por hectárea, con huevecillos del gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliiothis* spp.).

CUADRO No. 17

NUMERO DE HUEVOS POR PLANTA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. Huevos por Planta.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1.00
918.50	1.60
947.50	1.53 L.N.
974.50	2.11
1015.00	1.25
1043.00	1.10
1138.50	1.88
1169.00	1.00 L.LL.
1239.50	1.29
1270.00	1.00
1295.50	1.00
1343.00	1.00
1365.50	-
1568.50	-
1669.50	-

L.N. = Luna Nueva.

L.LL. = Luna LLena.

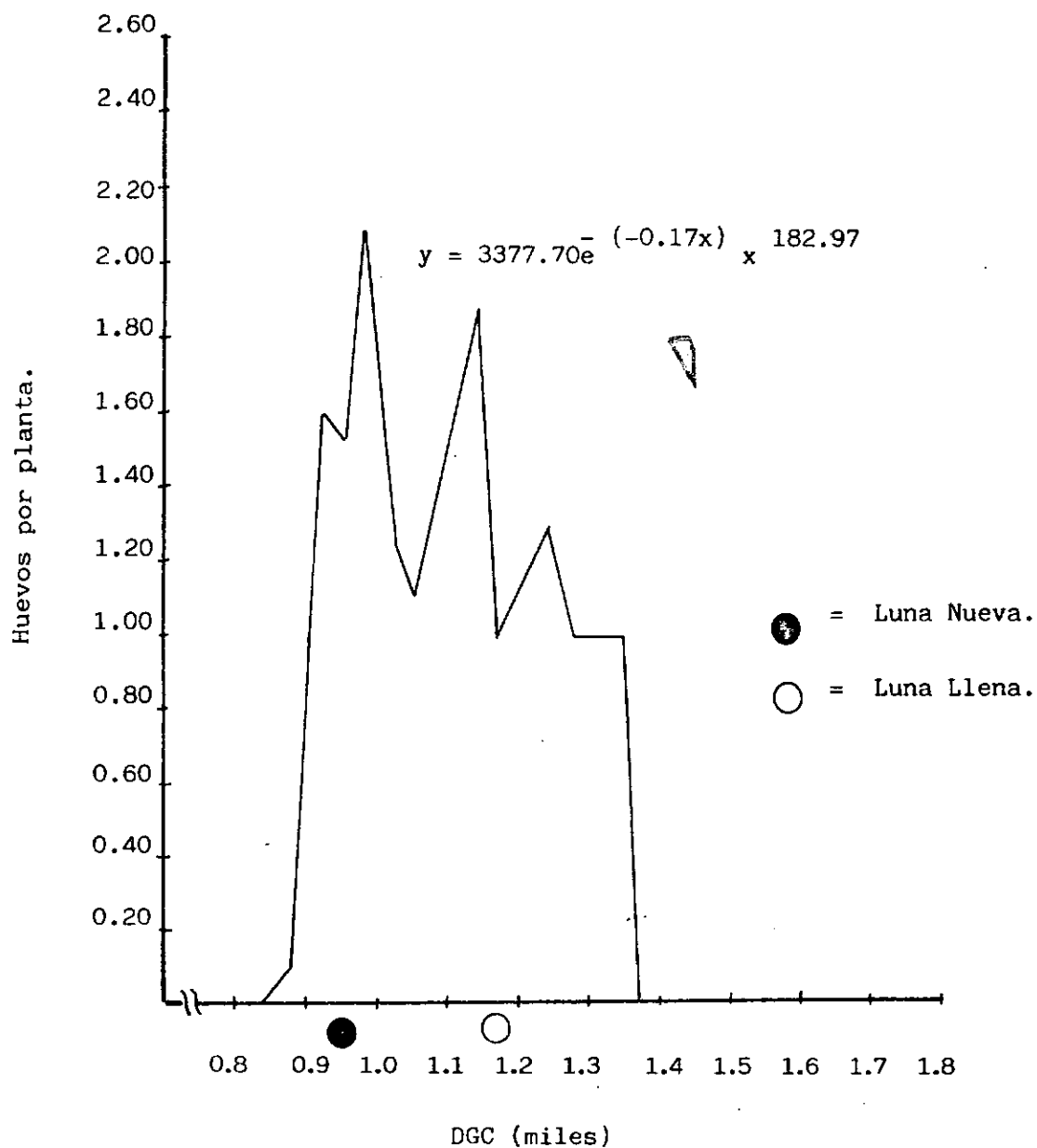
En este caso, la ecuación de la curva de mejor ajuste a los datos observados en el Cuadro 17, es del modelo Gamma con valores:

$$y = 3377.70e^{(-0.17x)} x^{182.97}$$

El Coeficiente de Correlación $r = 0.76$, indica una mediana dependencia entre el número de huevos por planta y los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 76.11\%$, indica el porcentaje en que los días grado del cultivo, explica el comportamiento del número de huevos por planta, dicho porcentaje puede considerarse mediano.

Al analizar la Gráfica 7, se aprecia que nuevamente a los 870 días grado del cultivo (37 DDT), se presentan los primeros huevos en la planta alcanzando su máximo número a los 974.50 días grado del cultivo, nuevamente 2 días después de la luna nueva, alrededor de los 44 días después del trasplante, luego decrece hasta no encontrarse posturas por planta a los 1365.5 días grado del cultivo (71 días después del trasplante).

Con respecto a los Días Grado del Insecto (DGI), el resultado de los datos obtenidos mediante el método Falcon-Romero, en las hojas de recuento para establecer el comportamiento del Heliothis spp., se presenta en los siguientes Cuadros y Gráficas:



Gráfica 7. Tendencia del número de huevos por planta, del gusano barrenador del fruto del tomate, (*Heliothis* spp.).

CUADRO No. 18

NUMERO TOTAL DE HUEVOS POR HECTAREA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Insecto.	No. Total de Huevos
10.34	2000
41.36	24000
62.04	23000 L.N.
79.72	40000
106.40	15000
125.08	11000
182.94	15000
201.28	1000 L.LL.
245.48	9000
267.16	4000
283.84	4000
316.36	3000
332.95	-
465.94	-
524.07	-

L.N. = Luna Nueva.

L.LL. = Luna Llena.

La ecuación de la curva de mejor ajuste para los datos del Cuadro 18, corresponde al modelo Gamma, con valores de $y = -8.79e^{(-0.09x)} x^{6.40}$.

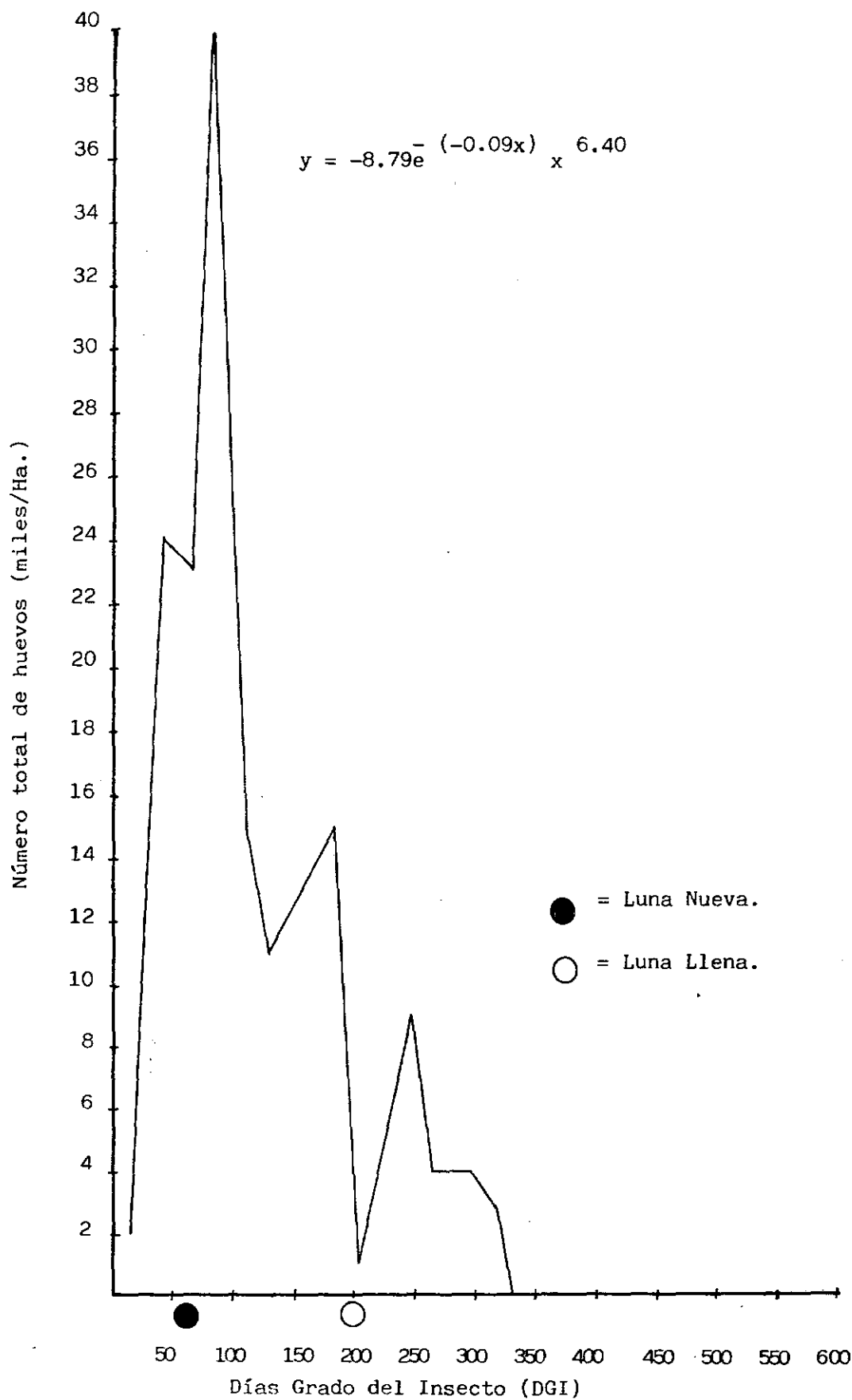
Se determinó para los mismos datos, un Coeficiente de Correlación $r = 0.85$, que se puede expresar como una alta dependencia entre los días grado del insecto y el número total de huevos por hectárea de *Heliothis* spp. Así mismo, el Coeficiente de Determinación $r^2 = 73.04\%$, se considera mediano e indica el grado en que los días grado del insecto, puede explicar el comportamiento del número de huevos por hectárea, del gusano tomatero.

La Gráfica 8 representa la tendencia de los datos del Cuadro 18, en la misma, se observa a los 10.34 días grado del insecto (DGI), una baja cantidad de huevos, incrementándose rápidamente hasta alcanzar su punto máximo, a los 79.72 DGI., con un número de 40000 huevos por hectárea, influyendo nuevamente en la actividad reproductiva, la fase lunar. Seguidamente decrece su número, debido posiblemente como en el caso anterior, a la fauna benéfica de la región y al efecto de la luna llena, hasta no obtenerse ningún huevo a los 332.95 días grado del insecto (71 días después del trasplante).

CUADRO No. 19

NUMERO TOTAL DE LARVAS POR HECTAREA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Insecto.	No. Total de Larvas.
10.34	1000
41.36	2000
62.04	-
79.72	7000
106.40	6000
125.08	3000
182.94	7000
201.28	2000
245.48	4000
267.16	-
283.84	4000
316.36	-
332.95	4000
465.94	1000
524.07	1000



Gráfica 8. Tendencia del número total de huevos por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliothis* spp.), en relación a días grado del insecto.

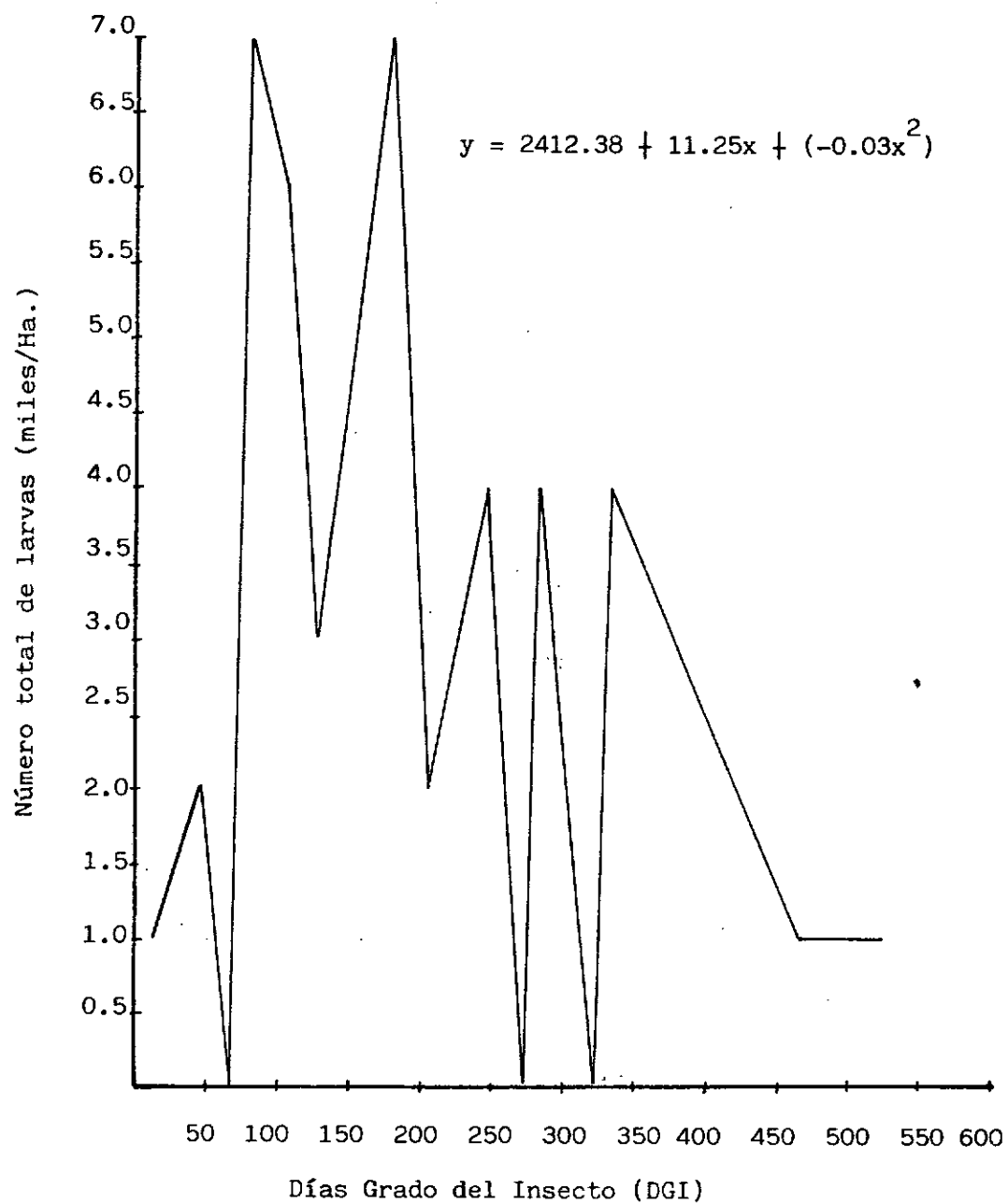
Con los datos del Cuadro 19, se realizó el análisis de regresión y correlación, obteniendo la ecuación de la curva de mejor ajuste, el modelo cuadrático con los siguientes valores: $y = 2412.38 + 11.25x + (-0.03x^2)$. El valor del Coeficiente de Correlación $r = 0.38$, indica una baja dependencia entre el número total de larvas por hectárea y los días grado del insecto.

El Coeficiente de Determinación $r^2 = 14.60\%$, expresa el porcentaje en que los días grado del insecto, explica el comportamiento del número de larvas por hectárea del gusano tomatero, dicho porcentaje es bajo. Esto se explica al ver la tendencia del Cuadro 19 en la Gráfica 9, en donde a los 10.34 DGI se observa las primeras larvas con una baja cantidad, luego incrementa la población hasta alcanzar sus puntos máximos a los 79.72 y 182.94 DGI respectivamente; seguidamente se aprecia un decremento de la población hasta no observarse larvas a los 267.16 y 316.36 DGI, luego vuelve a elevarse la población, debido posiblemente a una posterior generación de Heliothis spp.

CUADRO No. 20

NUMERO DE FRUTOS DAÑADOS POR HECTAREA POR EL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (Heliothis spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Insecto.	No. de Frutos Dañados
10.34	1000
41.36	5000
62.04	2000
79.72	20000
106.40	35000
125.08	30000
182.94	60000
201.28	63000
245.48	65000
267.16	89000
283.84	78000
316.36	60000
332.95	43000
465.94	67000
524.07	33000



Gráfica 9. Tendencia del número total de larvas por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliothis* spp.), en relación a días grado del insecto.

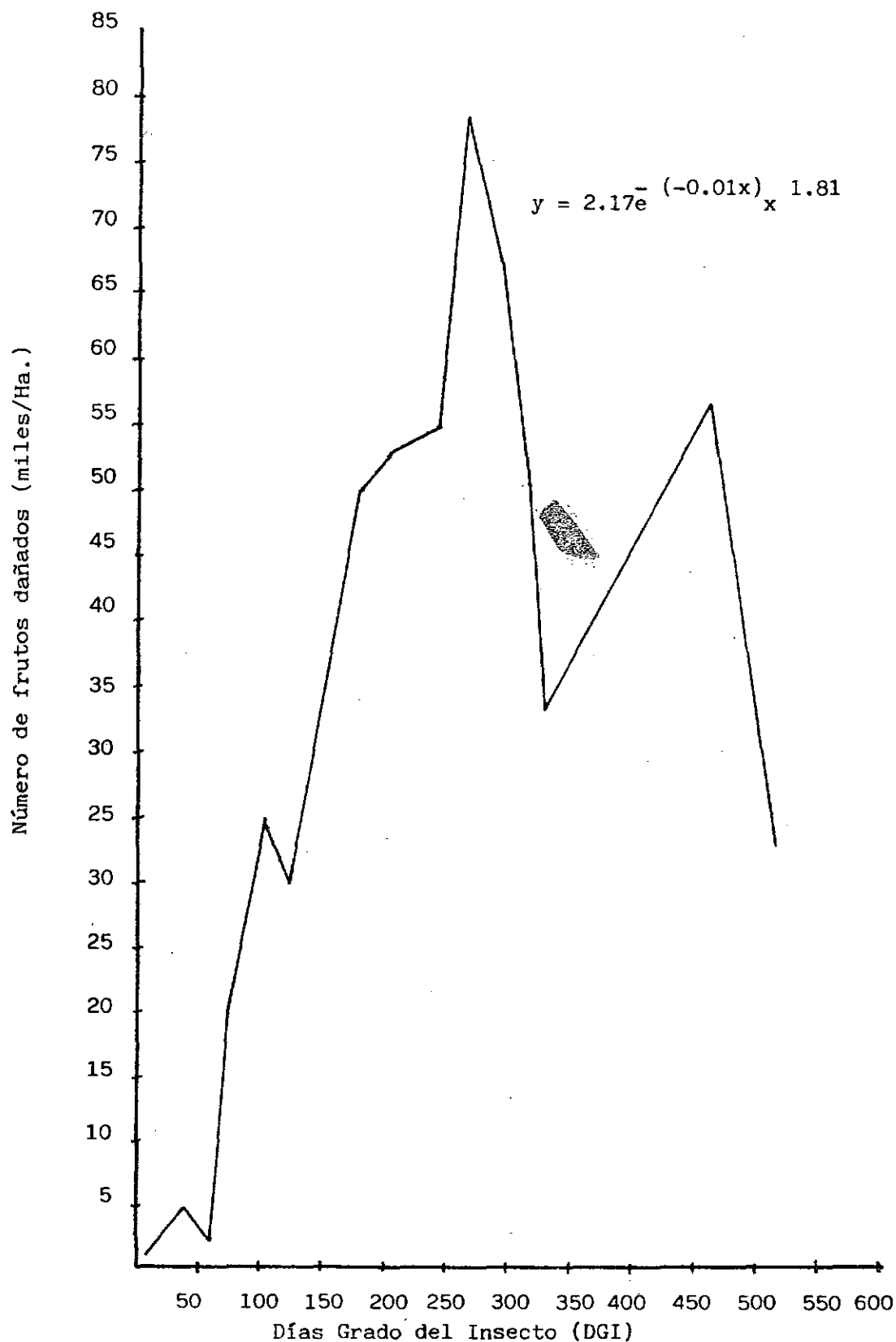
La ecuación de la curva de mejor ajuste para los datos del Cuadro 20, corresponde al modelo Gamma, con valores de: $y = 2.17\bar{8} (-0.01x)^x 1.81$. Se determinó para los mismos datos, un Coeficiente de Correlación $r = 0.92$ que expresa una alta dependencia del número de frutos dañados por hectárea, con respecto a los días grado del insecto.

En relación al Coeficiente de Determinación $r^2 = 83.71\%$, se puede decir que los días grado del insecto, explica en un 83.71 por ciento, el comportamiento del número de frutos dañados por el gusano tomatero (Heliothis spp).

En el Cuadro 20 y Gráfica 10, se observa que la aparición de frutos dañados, ocurre a partir de los 10.34 DGI con una baja cantidad, luego se incrementa hasta alcanzar el mayor número de frutos dañados a los 267.16 días grado del insecto, luego decrece hasta el último corte, que coincide a los 524.07 días grado del insecto.

Dentro del estudio del gusano barrenador del fruto del tomate, se consideraron también análisis de regresión entre variables que pudiesen establecer relaciones, a fin de tener más conocimientos del comportamiento del mencionado insecto.

Teniendo como referencia, que algunos investigadores han reportado que el Heliothis zea, empieza a poner huevos en los cultivos, cuando éstos comienzan a florecer (5), se determinó la relación entre el número de huevos del insecto y el número de flores del cultivo en mención.



Gráfica 10. Tendencia del número de frutos dañados por hectárea, por el gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.), en relación a días grado del insecto.

CUADRO No. 21

NUMERO TOTAL DE HUEVOS POR HECTAREA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (*Heliothis* spp.) EN RELACION AL NUMERO DE FLORES DE TOMATE Cv. UC-82, EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA 1982-83.

No. de Flores por Hectárea.	No. Huevos Por Hectárea.
0	-
23000	-
19000	-
50000	-
164000	-
138000	-
258000	-
363000	-
447000	-
436000	-
682000	2000
678000	24000
774000	23000 L.N.
860000	40000
724000	15000
604000	11000
622000	15000
468000	1000 L.L.L.
211000	9000
134000	4000
132000	4000
100000	3000
91000	-
38000	-
21000	-

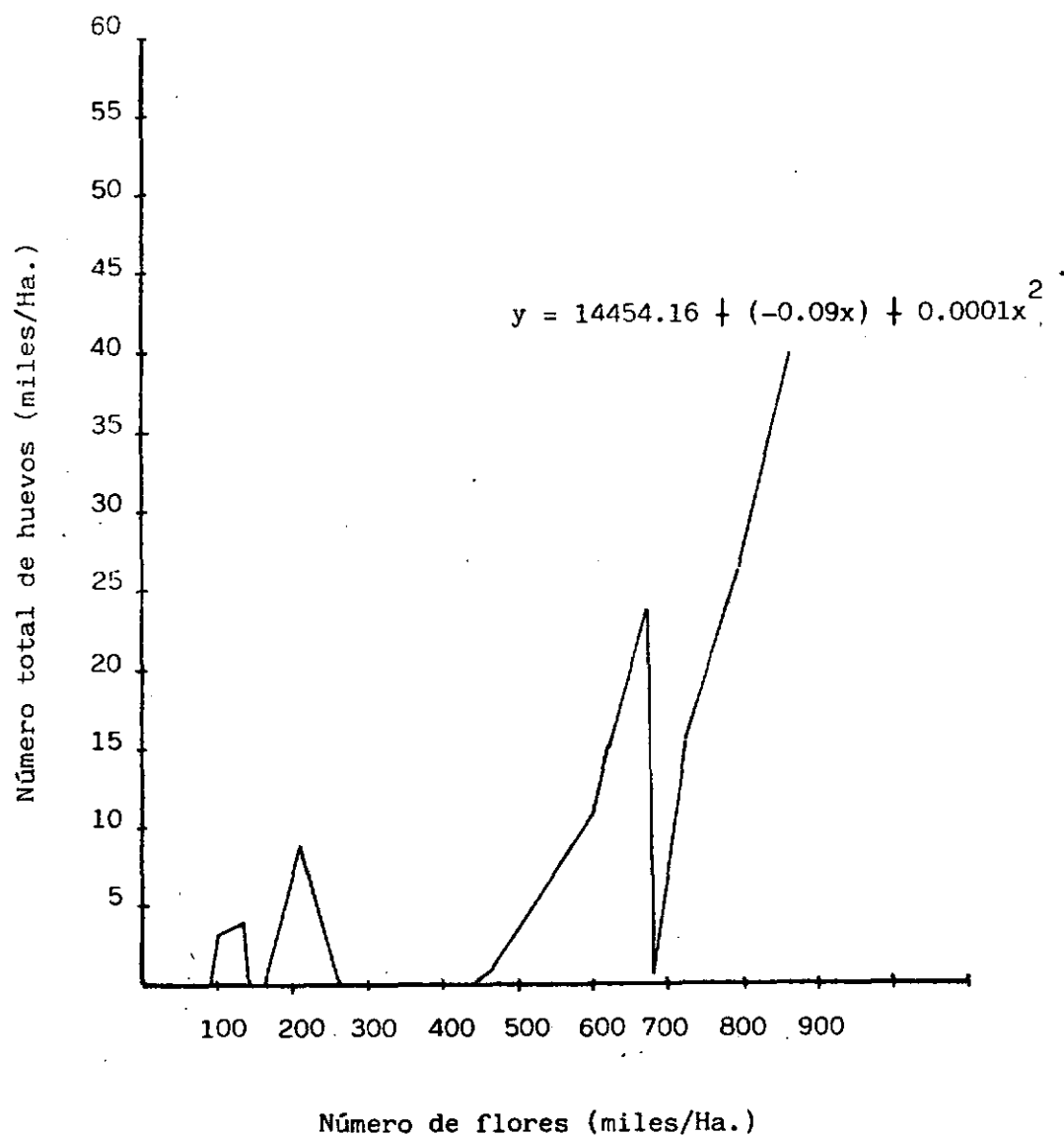
L. N. = Luna Nueva.

L. L.L = Luna Llena.

Haciendo el respectivo análisis de regresión, para los datos del Cuadro 21, se obtiene que la curva de mejor ajuste para los valores obtenidos, es el modelo cuadrático con valores de $y = 14454.16 + (-0.09x) + 0.0001x^2$.

El Coeficiente de Correlación $r = 0.87$, indica una alta dependencia entre el número de flores de tomate Cv. UC-82 y el número total de huevos por hectárea del Heliothis spp. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 75\%$, se interpreta como el porcentaje en que el número de flores explica el comportamiento del número de huevos por hectárea del Heliothis spp., ésto es válido sin considerar el tiempo de desarrollo del cultivo. Observando la Gráfica 11, se nota claramente la tendencia de los datos del Cuadro 21, en donde se observa que el número de huevos del gusano barrenador del fruto del tomate, crece continuamente en forma cuadrática, hasta llegar a 40000 huevos por hectárea.

A continuación, ver Gráfica 11 ...



Gráfica 11. Tendencia del número total de huevos por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliothis* spp.), en relación al número de flores por hectárea de tomate (*L. esculentum*) Cv. UC-82.

5.3 Dinámica de Población de la Plaga.

El estudio de la dinámica de población del Heliothis spp., comprendió los estados biológicos de huevo y larva en relación a los días grado del cultivo. No se incluyen las fases de pupa y adulto, la primera por no obtenerse datos consistentes que permitieran su análisis por cuanto no fue posible encontrar pupas en todos los muestreos y el segundo, debido a que como de día se realizaban los muestreos, muy rara vez se encontraban adultos, por ser palomillas de hábito nocturno.

CUADRO No. 22

NUMERO TOTAL DE HUEVOS POR HECTAREA DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (Heliothis spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. Total de Huevos	
592.00	-	
603.50	-	
621.50	-	
639.00	-	
709.00	-	
726.50	-	
761.00	-	
805.50	-	
822.50	-	
836.50	-	
870.00	2000	
918.50	24000	
947.50	23000	L.N.
974.50	40000	
1015.00	15000	
1043.00	11000	
1138.50	15000	
1169.00	1000	L.LL.
1239.50	9000	
1270.00	4000	
1295.50	4000	
1343.00	3000	
1365.50	-	
1568.50	-	
1669.50	-	

L.N. = Luna Nueva.

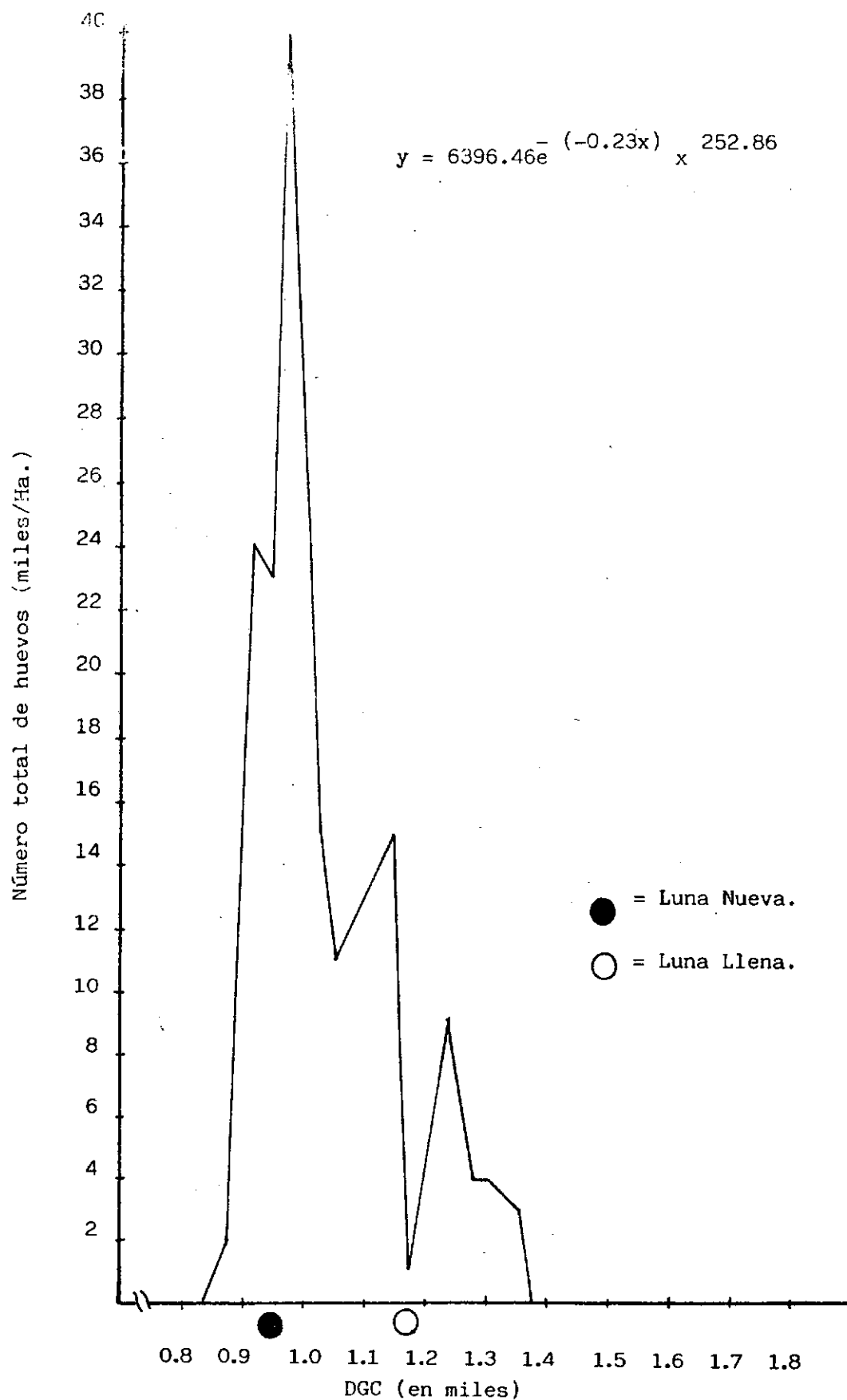
L.LL. = Luna Llena.

La ecuación de la curva de mejor ajuste para los datos del Cuadro 22, corresponde al modelo Gamma con valores de: $y = 6396.46e^{(-0.23x)} \times 252.86$.

Se determinó para los mismos, un Coeficiente de Correlación de 0.76, que expresa una mediana dependencia del número total de huevos por hectárea con respecto a los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 58\%$, indica el grado en que los días grado del cultivo, puede explicar el comportamiento del número de huevos por hectárea del gusano barrenador del fruto del tomate.

La Gráfica 12 representa la tendencia de los datos del Cuadro 22. Se observan los primeros huevos a los 870 días grado del cultivo (37 DDT), además se nota un ascenso pronunciado del número de huevos alrededor de los 974.50 DGC (44 DDT), debido posiblemente como fue dicho anteriormente, por efecto de la luna nueva, ya que este número se presentó 2 días después de esta fase lunar, luego hay un descenso pronunciado de huevos, debido en parte a la fauna benéfica de la región y al efecto de la luna llena en la actividad reproductiva del insecto.

Se observa además que empieza a aumentar nuevamente la cantidad de huevos, hasta alcanzar, transcurridos 6 días después de la luna llena, un incremento a 9000 huevos por hectárea, exactamente a los 1239.5 DGC (62 DDT), para finalmente no encontrar más huevos aproximadamente a los 1365.5 días grado del cultivo (71 días después del trasplante), debido posiblemente a la edad del cultivo.



Gráfica 12. Tendencia del número total de huevos por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate, (Heliothis spp.).

CUADRO No. 23

NUMERO DE LARVAS MENORES DE 1 CENTIMETRO, POR
HECTAREA, DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL
TOMATE (*Heliothis* spp.) EN CONDICIONES DE CAMPO,
EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.

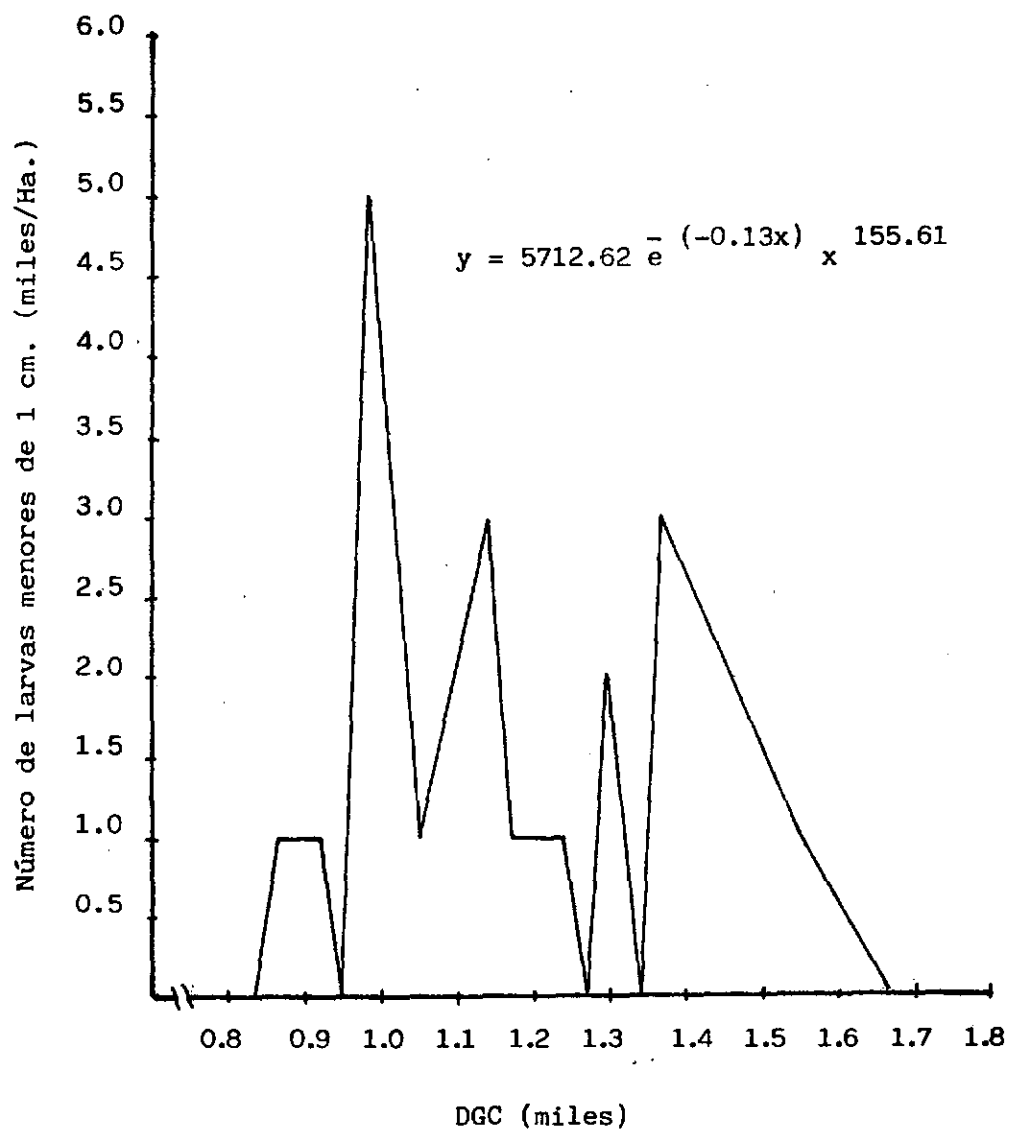
Días Grado del Cultivo.	No. Larvas menores de 1 Cm.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1000
918.50	1000
947.50	-
974.50	5000
1015.00	3000
1043.00	1000
1138.50	3000
1169.00	1000
1239.50	1000
1270.00	-
1295.50	2000
1343.00	-
1365.50	3000
1568.50	1000
1669.50	-

En este caso, es también el modelo Gamma, el que explica en mejor forma la tendencia de los datos del Cuadro 23. La ecuación de regresión de la curva de mejor ajuste es la siguiente: $y = 5712.62e^{(-0.13x)} x^{155.61}$.

El Coeficiente de Correlación $r = 0.63$, expresa la mediana dependencia que existe entre la población de larvas menores de 1 centímetro del gusano barrenador del fruto del tomate y los días grado del cultivo. Se puede decir, en base al Coeficiente de Determinación $r^2 = 39.15\%$, que los días grado del cultivo explica en un 39.15 por ciento, el comportamiento de la población de larvas menores de 1 centímetro del Heliothis spp.

En el Cuadro 23 y Gráfica 13, se observa que la aparición de larvas menores de 1 centímetro, ocurre a partir de los 870 DGC (37 DDT); alcanzando su máxima cantidad a los 974.50 días grado del cultivo (44 DDT), luego decrece hasta no encontrarse larvas a los 1270 DGC (64 DDT), para posteriormente volver a incrementarse hasta 3000 huevos menores de 1 centímetro, aconteciendo esto a los 1365.5 DGC (71 DDT), esto debido posiblemente a una segunda generación de la plaga, para finalmente ya no obtenerse más larvas menores de 1 centímetro, en los muestreos.

Sigue Gráfica 13 ...



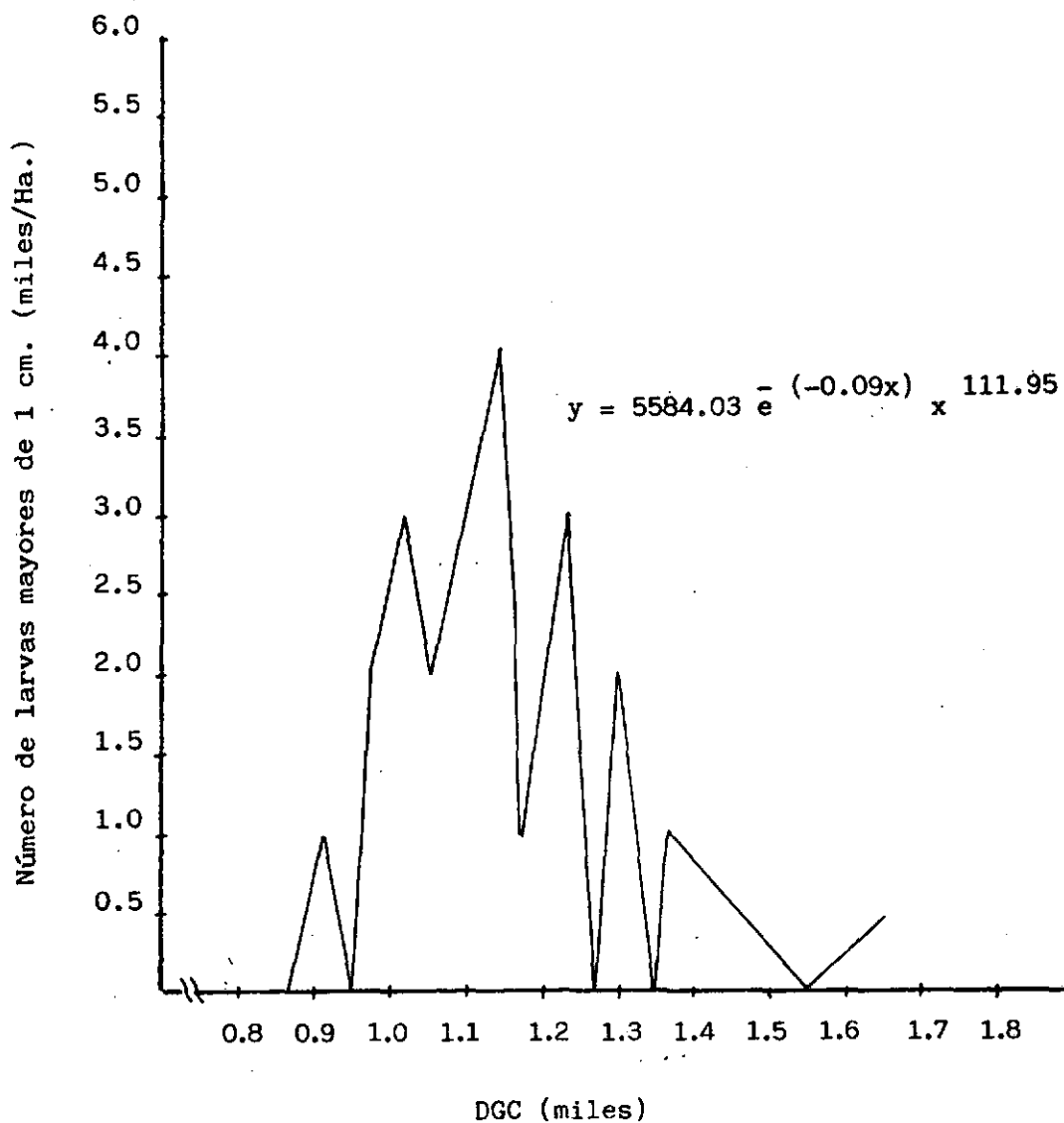
Gráfica 13. Tendencia del número de larvas menores de 1 centímetro por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (*Heliothis* spp.)

NUMERO DE LARVAS MAYORES DE 1 CENTIMETRO POR HECTAREA
DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (Heliothis
spp.), EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE
LA FRAGUA, ZACAPA 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. Larvas Mayores de 1 Cm.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	-
918.50	1000
947.50	-
974.50	2000
1015.00	3000
1043.00	2000
1138.50	4000
1169.00	1000
1239.50	3000
1270.00	-
1295.50	2000
1343.00	-
1365.50	1000
1568.50	-
1669.50	1000

El análisis de regresión aplicado a los datos del Cuadro 24, indica que la ecuación $y = 5584.03e^{(-0.09x)} \times 111.95$ es el modelo de la curva de mejor ajuste. Del análisis de correlación, resulta un Coeficiente de Correlación $r = 0.60$, que puede considerarse como indicador de una mediana dependencia de la población de larvas menores de 1 centímetro por hectárea, respecto a los días grado del cultivo. El Coeficiente de Determinación $r^2 = 35.92$, se considera bajo y nos indica el grado en que los días grado del cultivo puede explicar el comportamiento de la población de larvas mayores de 1 centímetro por hectárea.

La Gráfica 14, muestra la tendencia de los datos del Cuadro 24, en donde se nota la fluctuación de las larvas mayores de 1 centímetro. A los 918.50 días grado del cultivo (40 DDT), se observan las primeras larvas mayores de 1 centímetro, exactamente 4 días después de haberse hallado larvas pequeñas, luego decrece el número hasta volver nuevamente a incrementarse, alcanzando su máxima cantidad a los 1138.50 DGC, (55 DDT); ésto es lógico, pues han transcurrido 11 días de haberse presentado el máximo número de huevos por hectárea (Gráfica 13), estando a esa fecha las larvas ya más desarrolladas, por cuanto según se pudo establecer en el estudio del ciclo biológico, la etapa de larva dura aproximadamente 19 días. Finalmente, decrece la población hasta no encontrar larvas a los 1270 DGC (64 DDT), para luego incrementarse hasta 2000 larvas, correspondiendo a los 1295.50 DGC (66 DDT), debido posiblemente a una segunda generación del insecto.

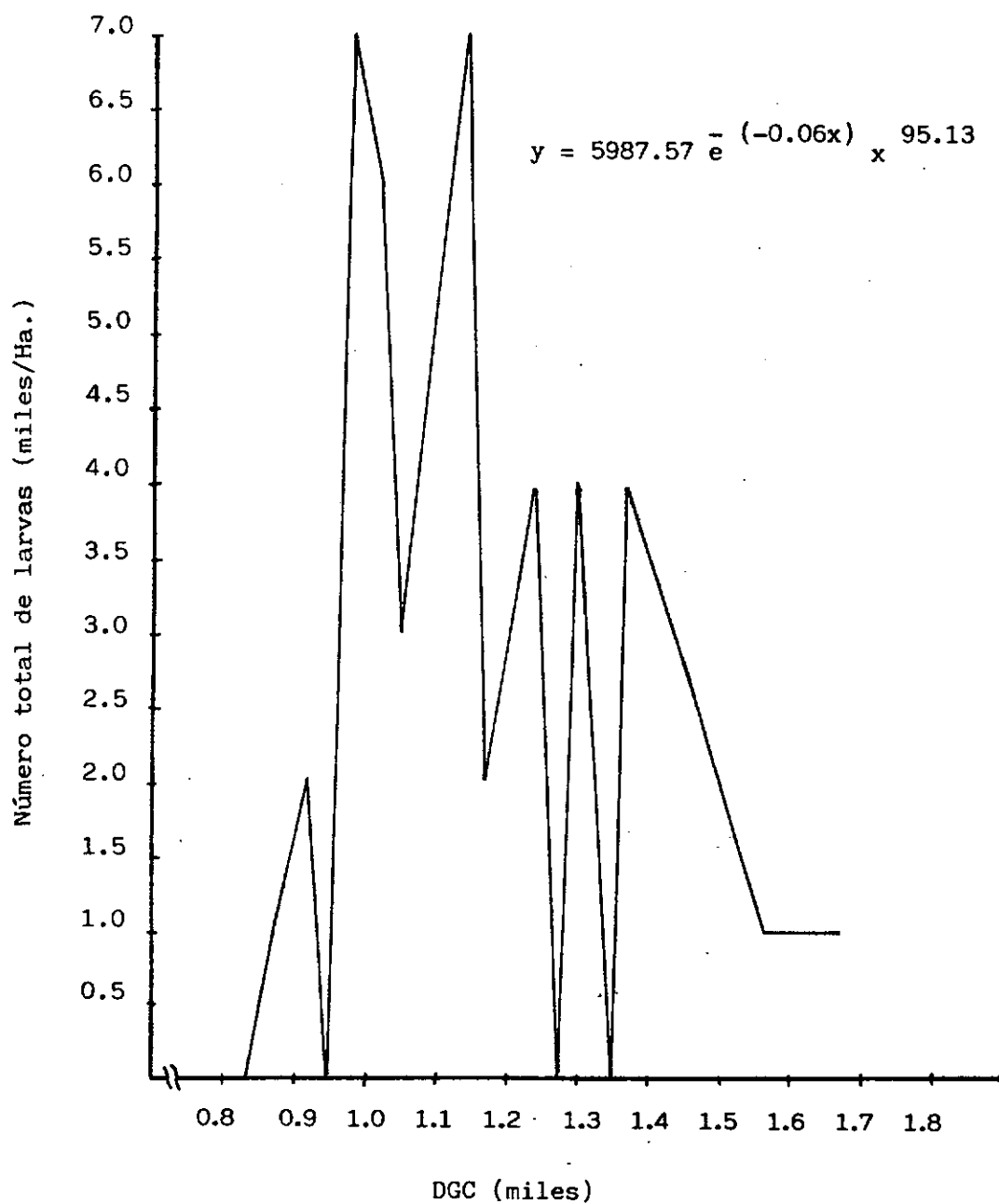


Grafica 14. Tendencia del número de larvas mayores de 1 centímetro, por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.).

CUADRO No. 25

NUMERO TOTAL DE LARVAS POR HECTAREA DEL GUSANO
BARRENADOR DEL FRUTO DEL TOMATE (Heliothis spp.),
EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA,
ZACAPA, 1982-83.

Días Grado del Cultivo.	No. Total de Larvas.
592.00	-
603.50	-
621.50	-
639.00	-
709.00	-
726.50	-
761.00	-
805.50	-
822.50	-
836.50	-
870.00	1000
918.50	2000
947.50	-
974.50	7000
1015.00	6000
1043.00	3000
1138.50	7000
1169.00	2000
1239.50	4000
1270.00	-
1295.50	4000
1343.00	-
1365.50	4000
1568.50	1000
1669.50	1000



Gráfica 15. Tendencia del número total de larvas por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.).

5.4 Determinación del Porcentaje de Daño en el Fruto.

El daño observado en el fruto del tomate (*L. esculentum*) Cv. UC-82, en los diferentes estados de desarrollo (madurez), se presenta en el Cuadro 26, en donde se aprecia que el mayor porcentaje de daño se presentó en el fruto rojo, con un 20.91%.

CUADRO No. 26

PORCENTAJE DE FRUTO DE TOMATE (*L. esculentum*)
DAÑADO EN LOS DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO,
EN CONDICIONES DE CAMPO, EN EL VALLE DE LA FRAGUA,
ZACAPA, 1982-83.

DDT*	Fruto pequeño verde.	Fruto Sarazo.	Fruto rojo.
57	16	12	10
61	24	16	20
66	18	22	24
70	24	30	46
75	6	12	20
83	8	10	22
85	22	10	18
$\bar{X}G$ **	15.05	14.75	20.91

* Días después del trasplante.

** Promedio Geométrico

VI. CONCLUSIONES:

- 6.1 En relación al ciclo biológico del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.), las conclusiones obtenidas son:
- 6.1.1 La duración de la etapa de huevecillo, a nivel de laboratorio, es aproximadamente de 4 con $s = 0.54$ días y a nivel de campo dura 4, con $s = 0.55$ días, aproximadamente.
- 6.1.2 El tiempo aproximado de la duración de la etapa de larva a nivel de laboratorio, es de 19 con $s = 3$ días y a nivel de campo aproximadamente dura 19 con $s = 0.63$ días.
- 6.1.3 La etapa de pupa a nivel de laboratorio dura aproximadamente 14 con $s = 4.46$ días y a nivel de campo aproximadamente 13 con $s = 1.75$ días.
- 6.1.4 La etapa de adulto dura 10 con $s = 1.72$ días aproximadamente, a nivel de laboratorio, y a nivel de campo aproximadamente 9 con $s = 0.98$ días.
- 6.1.5 En total, el ciclo biológico del gusano tomatero, dura un tiempo de 47 días, aproximadamente a nivel de laboratorio.
- 6.1.6 A nivel de campo, el ciclo biológico del gusano tomatero en total, dura 45 días equivalente a 268 días grado centígrado del cultivo.
- 6.2 Respecto al estudio del comportamiento del Heliothis spp. se concluye que:
- 6.2.1 En el estado de larva el Heliothis spp., daña aproximadamente durante su desarrollo, entre 5 y 6 frutos, perforando además botones florales.
- 6.2.2 La larva es caníbal y regularmente al estar introducida en un fruto, no permite la cohabitación con otra larva.
- 6.2.3 La pupa solo se desarrolla dentro del suelo.
- 6.2.4 La hembra oviposita individualmente en el haz o en el envés de las hojas, rara vez en botones florales, así como en tallos.
- 6.2.5 Existe marcada preferencia del insecto por atacar el fruto de la planta de tomate.

- 6.2.6 El incremento del número de frutos dañados causado por el gusano tomatero, en lotes sin aplicación de insecticidas ocurre en forma cuadrática y manifiesta alta dependencia con respecto a los días grado centígrado del cultivo.
- 6.2.7 El comportamiento del número total de huevos por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.), ocurre en forma asintótica, y manifiesta alta dependencia con respecto a los días grado centígrado del insecto.
- 6.2.8 La tendencia del número de frutos dañados causado por el gusano tomatero (Heliothis spp.), en lotes sin aplicación de insecticidas, tiende a variar asintóticamente respecto a los días grado centígrado del insecto, manifestando una alta dependencia.
- 6.2.9 El incremento del número total de huevos por hectárea del Heliothis spp., ocurre en forma cuadrática y manifiesta una alta dependencia respecto al número de flores por hectárea de tomate, variedad de hábito determinado compacto, Universidad de California 82 (Cv. UC-82), independientemente del tiempo de desarrollo del cultivo.
- 6.3 Las conclusiones respecto a la dinámica de población de la plaga, son las siguientes:
- 6.3.1 El desarrollo del número total de huevos por hectárea del gusano tomatero (Heliothis spp.), en lotes sin aplicación de insecticidas, ocurren en forma asintótica y manifiesta una mediana dependencia con respecto a los días grado centígrado del cultivo.
- 6.3.2 La fluctuación de la población total de larvas por hectárea, del gusano barrenador del fruto del tomate (Heliothis spp.), tiende a variar asintóticamente respecto a los días grado centígrado del cultivo, manifestando una mediana dependencia.
- 6.4 La conclusión obtenida en la determinación del porcentaje de daño en el fruto es:
- El mayor porcentaje de daño se presenta en fruto rojo con un 20.91%, así mismo, el menor daño se obtuvo en fruto sano con 14.75%.

VII. RECOMENDACIONES:

- 7.1 Efectuar estudios similares al presente, bajo otras condiciones ecológicas y épocas de siembra.
- 7.2 Realizar investigaciones en parcelas donde se aplique insecticidas químicos para determinar si varía la capacidad potencial de daño del Heliothis spp., en ausencia de fauna benéfica.

VIII. BIBLIOGRAFIA:

1. ALGODON. Venezuela, Fundación Shell, 1964. pp. 72-75. (Serie A. no. 24.)
2. ANDREWS, K.L. y WHITTED, L. Guía para muestreo de plagas y toma de decisiones sobre control de los principales cultivos de la Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, 1980. s.p. mimeo.
3. BAYER SERVICIO TECNICO. Plagas y enfermedades del tomate. Guatemala, s.f. 31 p.
4. _____. Plagas y enfermedades del tomate. Guatemala, s.f. 38 p.
5. CASTRO UMAÑA, J. de J. Reproducción de la especie Heliothis zea (Boddie). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1971. 7 p. mimeo.
6. COMPENDIO FITOSANITARIO BAYER. Leverkusen, Alemania, Fabernfabriken Bayer Aktiengesellschaft, 1968, v.2, p. 286.
7. CRUZ, J.R. DE LA. Clasificación de las zonas de vida en Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 25 p.
8. CHIESA MOLINARI, O. Las plagas de la agricultura; manual práctico de procedimientos modernos para combatirlas. Buenos Aires, Argentina, El Ateneo, 1948. 471 p.
9. FALCON, L.A. y SMITH, R.F. Guidelines for integrated control of cotton insect pests. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973. 92 p.
10. FEDERACION NACIONAL DE ALGODONEROS, BOGOTA. Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Colombia, Impresor Editorial Presencia, 1980. pp. 358-361.
11. GUATEMALA. INSTITUTO DE COMERCIALIZACION AGRICOLA. Boletín de Comercio Exterior. Guatemala, 1975-1979, 1980. p. irr.
12. GOMEZ, A. y BERRIOS, F. Estudio del crecimiento de larvas de Heliothis zea (Boddie) criadas en dieta artificial. El Algodonero (Nicaragua) No. 19:13-17. Abril-Junio 1975.
13. IBARRA, M. Estudio sobre la tecnología empleada para los productores de tomate en las sub-regiones: VII-2 y VII-3, en 1981. Guatemala, ICTA, 1982. 17 p.

14. LIZER y TRELLEZ, C. Insectos y otros enemigos de la quinta. 2 ed. Buenos Aires, Sudamericana, 1944. 214 p.
15. MANGAT, B.S. and APPLE, J.W. Corn earworm development in relation to temperature. Journal of Economic Entomology 59 (4):1005-1006. 1966.
16. MENA, J.A. Combate de plagas en el algodónero. Agricultura en El Salvador 7(4-6):5. 1966.
17. METCALF, C.L. y FLINT, W.P. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. de Alonso Blackaller Valdéz. México, CECSA, 1966. pp. 558-561, 742-743.
18. OSORIO, A. y VAUGHAN, M. Control de plagas del algodón en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1965-1966. pp. 18-21. (Circular no. 49).
19. RABIN, S., GAN, R. y BAGG, J. Cultivo del tomate. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas, s.f. 18 p.
20. REYES CHAVEZ, L. M. El análisis de regresión y sus métodos de cómputo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 149 p.
21. SIMMONS, CH., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. pp. 457-470.
22. TOSCANO, N.C., SEVACHERIAN, V. y VAN STEENWYK, R. A. Pest management guide for insects and nematodes of cotton in California. California, Division of Agricultural Sciences, 1979. pp. 10-12.
23. US. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Insectos, plagas de la agricultura y sistemas para combatirlas. Trad. por José Meza Nieto y Florentino Martínez Torner. México, Herrero, 1963. 876 p.
24. WOLCOTT, G.N. Entomología económica puertorriqueña. Río Piedras, Puerto Rico, Universidad, Estación Experimental Agrícola, 1955. pp. 51-52. (Boletín no. 125).

Retnalle



APENDICE

HOJA DE RECuento

Fecha: _____

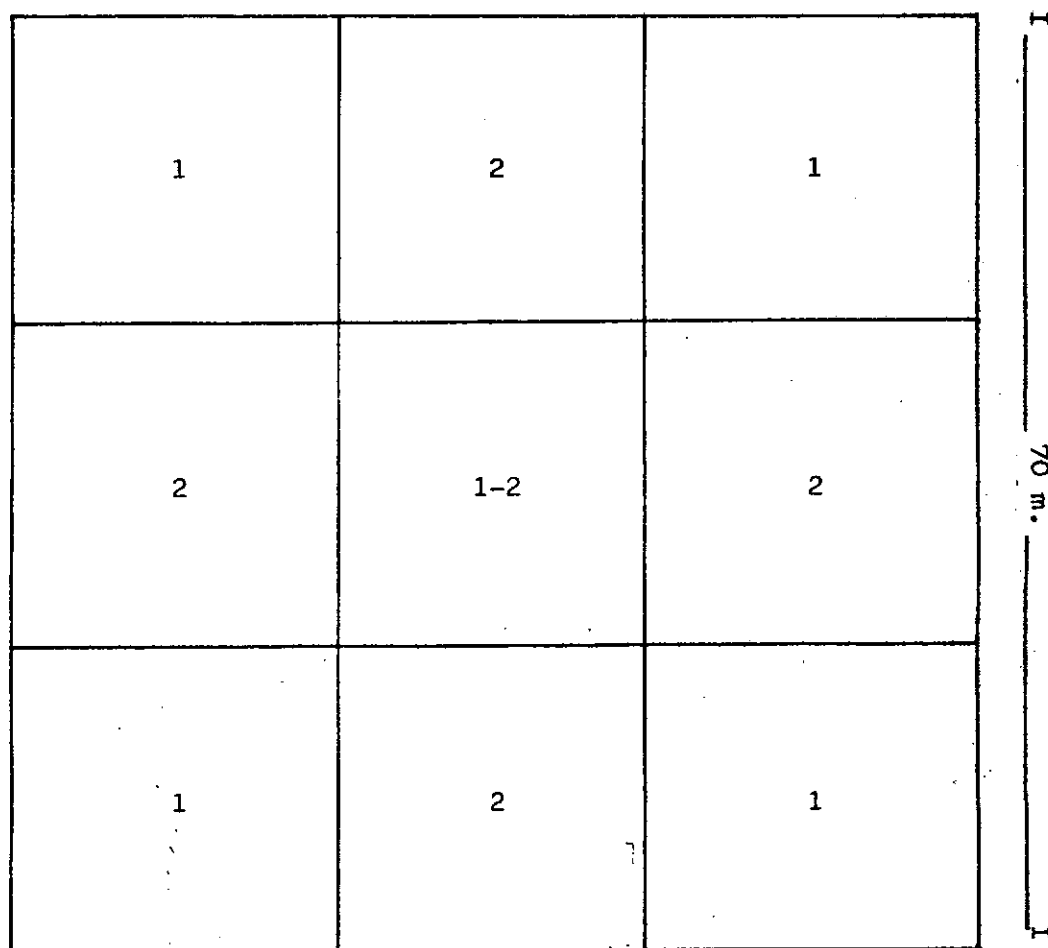
Temperatura máxima: _____

Temperatura mínima: _____

Humedad relativa: _____

ESTACIONES	I	2	3	4	5	Total
Plantas con huevecillos						
Posturas por planta						
Huevecillos blancos						
Huevecillos rosados						
Plantas con larvas						
Larvas por estación $\begin{matrix} >1\text{cm}/ \\ <1\text{cm}. \end{matrix}$						
Pupas						
Profundidad de la pupa						
Adultos						
Número de Plantas						
No. Botones florales						
Número de flores						
Número de frutos						
Frutos dañados						

DISTRIBUCION DE LAS SUBPARCELAS, EN LA PARCELA EXPERIMENTAL DE TOMATE (L. esculentum) Cv. UC-82 ESTABLECIDA PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO Y DINAMICA DE POBLACION DEL GUSANO BARRENADOR DEL FRUTO (Heliothis spp.), EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, 1982-83.



Sub-parcelas 1 = 1er. turno de muestra.

2 = 2do. turno de muestra.

1 = turnos impares.

2 = turnos pares.

CUADRO 27. CALCULO DE DIAS GRADO DEL CULTIVO Y DIAS GRADO DEL INSECTO, EN CONDICIONES DE CAMPO EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, DEL 15/10/82 AL 9/2/83.

Fecha	Días de Siembra del Cultivo	Número Muestreo.	T ^{OC} * Max.	T ^{OC} * Min.	DGC**		DGC	
					C	I.	C	I.
15-10-82	1		39	26	20		20	
16-10-82	2 L.N.		39	26	20		40	
17-10-82	3		40	25	19.5		59.5	
18-10-82	4		39	25	19.5		79	
19-10-82	5		34	24	17		96	
20-10-82	6		34	24	17		113	
21-10-82	7		34	20	15		128	
22-10-82	8		36	21	16.5		144.5	
23-10-82	9		35	20	15.5		160	
24-10-82	10		33	20	14.5		174.5	
25-10-82	11		33	17	13		187.5	
26-10-82	12		32	12	10		197.5	
27-10-82	13		32	23	15.5		213	
28-10-82	14		33	24	16.5		229.5	
29-10-82	15		36	24	18		247.5	
30-10-82	16		35	24	17.5		265	
31-10-82	17		35	24	17.5		282.5	
1-11-82	18 L.LL.		36	24	18		300.5	
2-11-82	19		36	24	18		318.5	
3-11-82	20 1/		37	24	18.5		337	
4-11-82	21		37	24	18.5		355.5	
5-11-82	22		31	24	15.5		371	
6-11-82	23		31	19	13		384	
7-11-82	24		31	19	13		397	
8-11-82	25		32	11	9.5		406.5	
9-11-82	26		34	17	13.5		420	
10-11-82	27		34	17	13.5		433.5	
11-11-82	28		34	17	13.5		447	
12-11-82	29		35	17	14		461	
13-11-82	30		34	17	13.5		474.5	
14-11-82	31		31	12	9.5		484	

1/ Fecha de trasplante.-

Fecha	Días de Siembra del Cultivo.	Número Muestreo.	T°C Max.	T°C Min.	DGC		DGC ACUMULADO	
					C	I	C	I
15-11-82	32 L.N.		34	12	11		495	
16-11-82	33		32	16	12		507	
17-11-82	34		35	11	11		518	
18-11-82	35		35	17	14		532	
19-11-82	36		35	12	11.5		543.5	
20-11-82	37		35	12	11.5		555	
21-11-82	38		35	12	11.5		566.5	
22-11-82	39		36	16	14		580.5	
23-11-82	40	1	35	12	11.5		592	
24-11-82	41	2	35	12	11.5		603.5	
25-11-82	42	3	39	22	18		621.5	
26-11-82	43	4	37	22	17.5		639	
27-11-82	44		40	22	18		657	
28-11-82	45		40	20	17		674	
29-11-82	46		39	21	17.5		691.5	
30-11-82	47 L.L.	5	39	21	17.5		709	
1-12-82	48	6	40	21	17.5		726.5	
2-12-82	49		39,	20	17		743.5	
3-12-82	50	7	39	21	17.5		761	
4-12-82	51		30	20	13		774	
5-12-82	52		39	21	17.5		791.5	
6-12-82	53	8	31	21	14		805.5	
7-12-82	54	9	38	20	17		822.5	
8-12-82	55	10	32	20	14		836.5	
9-12-82	56		37	20	16.5		853	
10-12-82	57	11	38	20	17	10.34	870	10.34
11-12-82	58		43	20	17	10.34	887	20.68
12-12-82	59		43	20	17	10.34	904	31.02
13-12-82	60	12	33	20	14.5	10.34	918.5	41.36
14-12-82	61		33	20	14.5	10.34	933	51.70
15-12-82	62 L.N.	13	33	20	14.5	10.34	947.5	62.04
16-12-82	63		33	17	13	8.84	960.5	70.88
17-12-82	64	14	35	17	14	8.84	974.5	79.72
18-12-82	65		35	18	14.5	9.34	989.	89.06

Fecha	Días de Siembra del Cultivo.	Número Muestreo.	T°C Max.	T°C Min.	DGC		DCG ACUMULADO	
					C	I	C	I
19-12-82	66	15	35	18	14.5	9.34	1003.5	98.40
20-12-82	67		30	17	11.5	8.00	1015.	106.40
21-12-82	68	16	38	18	13.5	9.34	1028.5	115.74
22-12-82	69		35	18	14.5	9.34	1043	125.08
23-12-82	70		37	18	15.5	9.34	1058.5	134.42
24-12-82	71		38	19	16.5	9.84	1075.	144.26
25-12-82	72		38	19	16.5	9.84	1091.5	154.10
26-12-82	73		35	19	15	9.84	1106.5	163.94
27-12-82	74	17	37	19	16	9.50	1122.5	173.44
28-12-82	75		37	19	16	9.50	1138.5	182.94
29-12-82	76		37	19	16	9.50	1154.5	192.44
30-12-82	77 L.LL	18	36	17	14.5	8.84	1169	201.28
31-12-82	78		37	17	15	8.84	1184	210.2
1-01-83	79	19	37	17	15	8.84	1199	218.96
2-01-83	80		32	17	12.5	8.84	1211.5	227.80
3-01-83	81		34	17	13.5	8.84	1225	236.64
4-01-83	82		36	17	14.5	8.84	1239.5	245.48
5-01-83	83		33	21	15	10.84	1254.5	256.32
6-01-83	84		34	21	15.5	10.84	1270	267.16
7-01-83	85	20	32	16	12	8.34	1282	275.5
8-01-83	86		35	16	13.5	8.34	1295.5	283.84
9-01-83	87		36	21	16.5	10.84	1312.	294.68
10-01-83	88	21	38	21	17.5	10.84	1339.5	305.52
11-01-83	89		30	21	13.5	10.84	1343.	316.36
12-01-83	90		31	17	12	8.50	1355	324.86
13-01-83	91 L.N.	22	32	13	10.5	8.09	1365.5	332.95
14-01-83	92		30	12	9	7.25	1374.5	340.20
15-01-83	93		31	12	9.5	7.75	1384	347.95
16-01-83	94	23	31	12	9.5	7.75	1393.5	355.70
17-01-83	95		30	12	9	7.25	1402.5	362.95
18-01-83	96		34	13	11.5	8.09	1414	371.04
19-01-83	97	24	34	12	11	8.09	1425	379.13
20-01-83	98		39	12	13.5	8.09	1438.5	387.22
21-01-83	99		39	17	15.5	8.84	1454	396.06
22-01-83	100		42	17	15.5	8.84	1469.5	404.90

Fecha	Días de Siembra del Cultivo.	Número Muestreo	T°C Max.	T°C Min.	DGC		DGC ACUMULADO	
					C	I	C	I
23-01-83	101	24	35	17	14	8.84	1483.5	413.74
24-01-83	102		37	17	15	8.84	1498.5	422.58
25-01-83	103		37	17	15	8.84	1513.5	431.42
26-01-83	104		33	17	13	8.84	1526.5	440.26
27-01-83	105		30	17	11.5	8.00	1538	448.26
28-01-83	106 L.L.		37	17	15	8.84	1553	457.10
29-01-83	107		38	17	15.5	8.84	1568.5	465.94
30-01-83	108		40	14	14	8.09	1582.5	474.03
31-01-83	109		39	14	14	8.09	1596.5	482.12
1-02-83	110		42	15	14.5	8.09	1611	490.21
2-02-83	111	25	40	15	14.5	8.09	1625.5	498.30
3-02-83	112		35	15	13	8.09	1638.5	506.39
3-02-83	113		38	17	15.5	8.84	1654	515.23
3-02-83	114		40	17	15.5	8.84	1669.5	524.07
3-02-83	115		40	17	15.5	8.84	1685	532.91
3-02-83	116		38	17	15.5	8.84	1700.5	541.75
3-02-83	117		38	17	15.5	8.84	1716	550.59
3-02-83	118		39	14	14.5	8.09	1730.5	558.68

* FUENTE: ICTA. Termómetro de Máxima y Mínima.

** DGC = Días del Grado de Crecimiento.

*** C = Cultivo tomate Cv. UC-82, I = Insecto Heliothis spp.

L.N. = Luna Nueva.

L. LL. = Luna Llena.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

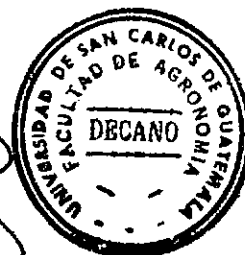
Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AVENIDA REFORMA 8-60, ZONA 9, EDIFICIO
"GALERIAS REFORMA", 3ER. NIVEL - TELS.: 317464 - 318371

GUATEMALA, C. A.

ESTE TRABAJO FORMA PARTE DEL PROGRAMA
DE HORTALIZAS DEL INSTITUTO DE CIENCIA
Y TECNOLOGIA AGRICOLAS - ICTA-.

LOS RESULTADOS SON PROPIEDAD DE DICHO
INSTITUTO Y SE PUBLICAN CON LA DEBIDA
AUTORIZACION.

