

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCION ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

IMPORTANCIA DEL GENERO *Heliothis* DENTRO DEL COMPLEJO DE GUSANOS DEL FRUTO, DISTRIBUCION DEL DAÑO EN LA PLANTA DE TOMATE Y LA EVALUACION DE LA ASOCIACION TOMATE- FRIJOL COMO UNA OPCION DE MANEJO.

Tesis sometida a la consideración del Conite técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, para optar al grado

de

Magister Scientiae

por

Félix Pedro Evo Guillén

CATIE

Turrialba, Costa Rica

1992

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

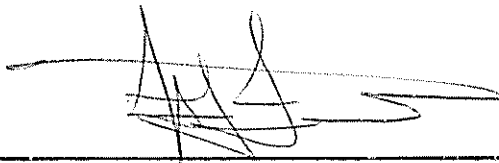
FIRMANTES:



Luko Hilje, Ph.D
Profesor Consejero

Assefaw Tewolde, Ph.D
Jefe, Area de Posgrado

Ramón Lastra, Ph.D
Director, Programa de Enseñanza



Félix Pedro Evo
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres Félix y Julia

A mis hermanos Claudia, Maribel y German

A mis sobrinos María Gabriela y Jairo

A mis amigos nicaragüenses Georgina, Arnulfo, Jorge,
Denis.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Convenio Costarricense-Alemán de Sanidad Vegetal, que mediante su coordinador el Dr. Ulrich Röttger y su asistente el Ing. Minor Saborio, financiaron las parcelas de tomate en las cuales se realizó el estudio. También agradezco al Ing. Nelson Kopper, extensionista de la Agencia del MAG en Grecia, por el apoyo suministrado tanto en la obtención de las parcelas en las que se realizó el estudio, así como por el apoyo logístico brindado.

Por último, aunque no menos importante a los miembros del Comité de Tesis Dres. Octavio Ramirez y Bernal Valverde por sus sugerencias en la redacción del documento, y mi agradecimiento muy especial al Dr. Luko Hilje, maestro consejero quien en todo momento me brindó su apoyo y conocimientos profesionales para poder culminar con éxitos mis estudios.

Muchas gracias a todos.

INDICE

| | |
|-----------------------------------|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE | iv |
| RESUMEN | vi |
| SUMMARY | vii |
| LISTA DE CUADROS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| ANEXOS | xii |
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. HIPOTESIS | 3 |
| 3. REVISION DE LITERATURA | 4 |
| 3.1 Importancia económica | 4 |
| 3.2 Distribución geográfica | 5 |
| 3.3 Taxonomía | 6 |
| 3.4 Hospedantes | 6 |
| 3.5 Estacionalidad | 8 |
| 3.6 Relación insecto-planta | 10 |
| 3.7 Biología reproductiva | 14 |
| 3.8 Feromonas | 16 |
| 3.9 Enemigos naturales | 18 |
| 3.10 Métodos de muestreo | 20 |
| 3.11 Métodos de combate | 24 |
| 3.11.1 Control químico | 24 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.11.2 | Uso de aceites | 29 |
| 3.11.3 | Resistencia varietal | 30 |
| 3.11.4 | Control biológico | 32 |
| 3.11.6 | Prácticas culturales | 34 |
| 4. | MATERIALES Y METODOS | 38 |
| 4.1 | Fluctuación poblacional de adultos | 39 |
| 4.2 | Fluctuación de larvas y huevos | 41 |
| 4.3 | Distribución espacial del daño en la planta ... | 44 |
| 4.4 | Efecto del aceite sobre huevos y larvas de <i>Heliothis</i> spp | 46 |
| 4.5 | Efecto de la asociación tomate-frijol sobre el daño causado por el complejo de gusanos del fruto | 47 |
| 4.5.1 | Preparación del terreno | 47 |
| 4.5.2 | Descripción de los tratamientos | 48 |
| 5. | RESULTADOS | 53 |
| 5.1 | Caracterización de las especies | 53 |
| 5.2 | Fluctuación estacional de <i>Heliothis</i> | 53 |
| 5.3 | Fenología del cultivo | 58 |
| 5.4 | Distribución de los estados inmaduros y del daño de <i>Heliothis</i> spp. en la planta de tomate | 64 |
| 5.4.1 | Huevos y larvas | 64 |
| 5.4.2 | Daño en los frutos | 67 |
| 5.5 | Efecto del policultivo de tomate-frijol sobre el daño causado por <i>Heliothis</i> spp. | 70 |
| 5.6 | Análisis económico del efecto del policultivo tomate-frijol | 74 |
| 6. | DISCUSION | 83 |
| 7. | CONCLUSIONES | 100 |
| 8. | RECOMENDACIONES | 102 |
| 9. | BIBLIOGRAFIA | 103 |
| 10. | ANEXOS | 116 |

EVO G., F.P. 1992. Importancia del género *Heliothis* dentro del complejo de gusanos del fruto, distribución del daño en la planta de tomate y la evaluación de la asociación tomate-frijol como una opción de manejo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., 129 p.

Palabras claves: Tomate, *Heliothis*, policultivo, Distribución del daño en la planta, fluctuación poblacional.

RESUMEN

En Grecia, la principal zona tomatera de Costa Rica, se realizó un estudio en la estación seca para caracterizar el complejo de gusanos del fruto y su distribución en la planta de tomate. Además, se evaluó la asociación tomate-frijol como una opción para disminuir el daño causado por dicho complejo.

Se encontró que la principal especie atacando los frutos de tomate fue *Heliothis zea*, y que la mayor captura de adultos se produjo entre los 113-140 días julianos (22 abril-20 de mayo) y los de huevos y larvas entre los 141-147 días julianos. Dentro de la temporada del cultivo la mayor captura de adultos se produjo a las 13 semanas después de la siembra (sds) y la de larvas y huevos en la 11 y 14 sds, respectivamente, lo cual coincidió con el periodo de floración y fructificación del cultivo.

El porcentaje de parasitismo fue de 5% para *H. zea* y de 8% para *Spodoptera eridania*. El parasitoide fue probablemente *Eucelatoria* sp. (Diptera: Tachinidae).

La mayor concentración de huevos y larvas, así como el mayor porcentaje de frutos dañados, se produjo en los estratos medio y superior de la planta. Los frutos de diámetro menor a 2,5 cm fueron dañados principalmente en el estrato superior, mientras que en el estrato intermedio se produjo un daño similar en los frutos de diámetro mayor o inferior a 2,5 cm.

La evaluación de la asociación tomate-frijol no mostró diferencias entre tratamientos probablemente porque los niveles poblacionales de la plaga fueron muy bajos. Sin embargo, el mayor daño se produjo en el testigo absoluto (cero insecticidas) y el menor en el tomate más vainica var. Labrador. El aceite no mostró ningún efecto sobre los huevos y larvas de *H. zea*.

En el análisis económico se encontró que la asociación tomate-frijol fue superior a los restantes tratamientos en cuanto los beneficios netos, obteniéndose con la siembra de la var. Labrador la mayor tasa de retorno marginal (788%).

EVO G., F.P. 1992. Importance of the genera *Heliothis* within the fruitworm complex, distribution of damage in the tomato plant and evaluation of the tomato-bean association as a management option. Mag. Sc. Thesis., Turrialba, C. R., CATIE. 129 p.

Key words: Tomato, multicropping, distribution of damage in the plant, population fluctuation, population dynamics.

SUMMARY

A study was carried out during the dry season in Grecia, the main tomato growing area in Costa Rica, to characterize the fruitworm complex and its distribution in tomato plants. The tomato-bean association was also evaluated as an option to decrease damage caused by this complex.

It was determined that the most important species attacking tomatoes was *Heliothis zea*, and that the highest capture of adults was between 113-140 Julian-days (April 22-May 20), and of eggs and larvae was from 141-147 Julian-days (May 21-28). The main capture period for adults during the cropping season was at 13 weeks after plating (w.a.p.), and that for eggs and larvae was at 11 and 14 w.a.p., respectively, which coincided with the flowering and fruiting periods of the crop.

The percentage of parasitism was 5% for *H. zea* and 8% for *Spodoptera eridania*. The parasitoid was probably *Eucelatoria* sp. (Diptera: Tachinidae).

The highest numbers of eggs and larvae, as well as those of damaged fruits were found in the middle and upper strata of the plant. Fruits with diameters less than 2,5 cm were damaged mainly in the upper stratus, while a similar damage in fruits of diameter greater or less than 2,5 was found in the intermediate stratus.

An evaluation of the tomato-bean association did not show differences between treatments, probably because the population levels of the pest were very low. However, the greatest damage was found in the absolute control (zero insecticides) and the least was in that of tomato plus beans var. Labrador. The oil did not show any effect on eggs and larvae of *H. zea*.

The economic analysis showed that the tomato-bean association was superior to the remaining treatments as far as net benefits were concerned, with the highest marginal rate of return (788%) being obtained with the Labrador variety.

LISTA DE CUADROS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Localización y fecha de siembra de las parcelas de tomate en Grecia. Estación seca, 1992 | 39 |
| 2. | Número de adultos de <i>Heliothis</i> spp. capturados en trampas con feromonas, en dos localidades de Grecia. Estación seca, 1992 | 54 |
| 3. | Número de larvas de <i>Heliothis</i> y <i>Spodoptera</i> colectadas en los frutos en dos localidades de Grecia. Estación seca, 1992 | 54 |
| 4. | Porcentaje de parasitismo observado en las larvas de <i>Heliothis</i> y <i>Spodoptera</i> . Grecia. Estación seca, 1992 | 58 |
| 5. | Número de huevos (H) y larvas (L) encontrados en tres estratos de la planta de tomate e campos de agricultores a diferentes semanas después de siembra (sds). Grecia. Estación seca. 1992 | 65 |
| 6. | Valores de " t " obtenidos al comparar el número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de la planta de tomate en campos de agricultores. Grecia. Estación seca, 1992 | 65 |
| 7. | Número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de las plantas de tomate en el invernadero. CATIE, Turrialba. 1992 | 66 |
| 8. | Valores de " t " obtenidos al comparar el número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de plantas de tomate en el invernadero. CATIE, Turrialba, 1992 | 67 |
| 9. | Número de frutos dañados por tamaño en tres estratos de las plantas de tomate en campos de agricultores a diferentes sds. Grecia. Estación seca, 1992 | 68 |
| 10. | Valores de " t " obtenidos al comparar el número de frutos dañados en tres estratos de la planta en campos de los agricultores. Grecia. Estación seca, 1992 | 68 |
| 11. | Valores de " t " obtenidos al comparar el daño de <i>Heliothis</i> según el tamaño de los frutos en tres estratos de la planta. Grecia. Estación seca, 1992 ... | 69 |
| 12. | Pérdida de rendimiento en tomate en kg /ha debido a <i>Heliothis</i> spp. en experimento de asociación tomate y vainica. Grecia. Estación seca, 1992 | 70 |

| | |
|--|----|
| 13. Análisis de varianza para rendimiento de tomate por categoría y total. Grecia. Estación seca, 1992 ... | 71 |
| 14. Promedio de rendimiento por categoría y rendimiento total en kg/ha de tomate. Grecia. Estación seca, 1992 | 72 |
| 15. Análisis de varianza para rendimiento de vainica en asociación con tomate. Grecia. Estación seca, 1992 ... | 72 |
| 16. Promedios de rendimiento (kg/ha) de vainica en tratamientos con una y dos siembras. Grecia. Estación seca, 1992 | 73 |
| 17. Número de huevos y larvas encontrados una y dos semanas después de la aplicación de Volck 100 Neutral en el invernadero. CATIE, Turrialba, 1992 | 74 |
| 18. Análisis de varianza para beneficios brutos de tratamientos en ensayo de asociación tomate vainica. Grecia. Estación seca, 1992 | 75 |
| 19. Promedios de beneficios brutos de tratamientos en ensayo de asociación vainica tomate. Grecia, Estación seca, 1992 | 76 |
| 20. Análisis de varianza para beneficios netos de tratamientos en ensayo de tomate. Grecia. Estación seca, 1992 | 77 |
| 21. Promedios de beneficios netos de tratamientos en ensayo de tomate. Grecia. Estación seca, 1992 | 78 |
| 22. Análisis de varianza para comparar los beneficios netos de tratamientos con una y dos siembras de vainica y la combinación con aceite. Grecia. Estación seca, 1992 | 78 |
| 23. Promedios de beneficios netos de tratamientos de vainicas con una y dos siembras y en combinación con aceite. Grecia. Estación seca, 1992 | 79 |
| 24. Análisis de varianza para comparar los beneficios netos de tratamientos de dos variedades de vainica, aceite y dos testigos. Grecia. Estación seca, 1992 ... | 80 |
| 25. Promedios de beneficios netos tratamientos de dos variedades de vainica, aceite y dos testigos. Grecia. Estación seca, 1992 | 81 |
| 26. Análisis de dominancia de datos de tratamientos en experimento de asociación tomate y vainica. Grecia. Estación seca, 1992 | 82 |

| | |
|--|----|
| 27. Análisis marginal de tratamientos no dominados por hectárea en experimento de asociación tomate y vainica. Grecia. Estación seca, 1992 | 82 |
|--|----|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| 1. Trampa tipo cono 50-25 | 40 |
| 2. Abundancia de adultos de <i>H. zea</i> expresada como el porcentaje del máximo número de adultos capturados durante la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992 | 55 |
| 3. Abundancia de huevos de <i>H. zea</i> en el follaje (A), en los frutos (B) y en ambas estructuras (C), en tomate expresada como porcentaje del total durante la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992 | 57 |
| 4. Crecimiento en altura de las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992 ... | 60 |
| 5. Número de nudos de las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992 | 60 |
| 6. Aparición de botones florales (A), flores cerradas (B) y flores abiertas (C) en plantas de dos variedades de tomate expresada como porcentaje del total durante el ciclo del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992 | 61 |
| 7. Aparición de frutos pequeños (A) y frutos medianos (B) en las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992 | 63 |

ANEXOS

1. Costos de producción de una hectárea de tomate bajo la tecnología del agricultor. Grecia. Estación seca, 1992 117
2. Número total de adultos de *H. zea* capturados de enero a junio en tres campos de tomate, independientemente del estado fenológico del cultivo, Grecia, 1992 120
3. Número de huevos y larvas de *Heliothis* spp. colectados de enero a junio en tres campos de tomate, independientemente del estado fenológico del cultivo, Grecia. Estación seca, 1992 121
4. Número de huevos (H), larvas (L), adultos y estados inmaduros de *Heliothis* spp. según la edad del cultivo, encontrados en el cultivo de tomate en campos de agricultores. Grecia. Estación seca, 1992 122
5. Manifestación de los eventos fenológicos en dos variedades de tomate, según días-calor (dc) y días calendario (dds). Grecia. Estación seca, 1992 123
6. Dieta artificial para *Heliothis zea*, *Spodoptera exigua* y *Spodoptera sunia* (ISCA, 1990). 125

1. INTRODUCCION

Entre las plagas más importantes del tomate a nivel mundial se encuentra el complejo de especies de *Heliothis*, formado por *H. zea* (Boddie) y *H. virescens* (Fabricius). Dicho género comprende más de 75 especies y sub-especies (Todd, 1978).

Ambas especies poseen un amplio ámbito de hospedantes tanto de plantas cultivadas como silvestres (Kogan et al., 1978). Es precisamente su hábito polífago y su preferencia a alimentarse, generalmente, de los frutos de sus plantas hospedantes, lo que las convierte en plagas causantes de grandes pérdidas en los cultivos agrícolas con valor comercial.

En las zonas tropicales, el traslape en las fechas de siembra de sus plantas hospederas, debido a las condiciones climáticas, permiten el mantenimiento de las poblaciones de *Heliothis*, aunque a niveles bajos, durante todo el año, lo cual aumenta la capacidad de este complejo de gusanos de causar pérdidas económicas importantes (Fitt, 1989).

Debido a su importancia creciente como agente causal de pérdidas en la agricultura de América Central y el Caribe, se han realizado investigaciones sobre *Heliothis* spp., especialmente sobre el combate químico, pero la información

disponible es muy poca, dada la costumbre de los investigadores de la zona, de no publicar los resultados de dichos trabajos en revistas formales.

En América Central, al igual que en otras áreas del mundo, la medida más adoptada por los agricultores es el combate con productos químicos, lo cual se ve favorecido en algunos países por los subsidios o bajos impuestos con que son importados los plaguicidas. Esta situación ha provocado el uso irracional de los insecticidas y, por consiguiente, la contaminación del ambiente. Además, en los países de la zona no existen reglamentaciones bien definidas sobre los niveles de tolerancia de residuos de plaguicidas en los productos hortícolas para consumo humano, lo que fomenta las aplicaciones excesivas de insecticidas.

En EE. UU. se han encontrado en *H. virescens*, altos niveles de resistencia a los insecticidas organofosforados y piretroides. Una situación similar se presenta en Centro y Suramérica en *Heliothis* spp. con metilparatió n y endrín (Wolfenbarger, 1973).

Lo expuesto anteriormente ha motivado a que actualmente se dé mayor énfasis al manejo integrado de plagas (MIP), para lo cual se requiere el conocimiento detallado de la plaga, en sus aspectos biológicos, hábitos alimenticios, relación con el cultivo, con el ambiente físico, etc.

Este trabajo se desarrolló con los objetivos de caracterizar, en la principal zona productora de tomate en Costa Rica, el papel de *Heliothis* spp. dentro del complejo de gusanos del fruto, su fluctuación poblacional en relación con la fenología del tomate y la distribución del daño dentro de la planta, así como la evaluación de la asociación tomate-frijol como una opción en la disminución del daño causado por dicho complejo de plagas.

2. HIPOTESIS

El complejo de plagas insectiles que dañan el fruto de tomate está constituido por varios géneros y/o especies de insectos con diferentes grados de importancia en relación con el daño causado en el fruto.

Las densidades poblacionales de las plagas del fruto del tomate varían en el tiempo según la disponibilidad de recursos alimenticios específicos.

La distribución del daño en la planta de tomate varía de acuerdo con la concentración de las flores y frutos a diferentes alturas en las plantas.

El cultivo asociado de frijol-tomate reduce las pérdidas en el rendimiento causadas por los gusanos del fruto hasta niveles económicamente tolerables.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia económica

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas de mayor importancia en América Central. A su producción se dedican alrededor de 21 000 ha/año, lo que representa un valor de \$50 millones (CATIE, 1990). En general los rendimientos son bajos, debido al nivel tecnológico utilizado por los agricultores, los factores climáticos y la incidencia de plagas.

Entre las principales plagas que atacan al cultivo en la estación seca en la región se encuentran *Heliothis* spp. (Korytkowski, 1985; Domínguez, 1985; Zea et al., 1986, Rosset et al., 1987). En Panamá y Costa Rica causa pérdidas del 10% (CATIE, 1990) y entre el 20-40% en Guatemala (CATIE, 1990; Barillas, 1987), en el rendimiento. Otra importante plaga del fruto es el complejo de gusanos "soldados", pertenecientes al género *Spodoptera*, los cuales en general son de hábitos polípagos, pues atacan más de 60 especies de plantas desde Brasil hasta Canadá (Mitchell et al., 1985). En América Central los registros de pérdidas económicas causados por este género en tomate, son considerados junto con los causados por el complejo *Heliothis*, por lo cual establecer un valor separado para el mismo resulta un poco difícil.

Ambos géneros cobran importancia, debido a que en su control se invierte en productos químicos entre 20-30% de los costos de producción (CATIE, 1990). Generalmente los insecticidas usados en su mayoría son muy tóxicos y contaminantes del ecosistema, y no logran un control que justifique su uso ni su costo (Zea et al., 1986).

También, en condiciones de alta densidad, *Pseudoplusia includens* (Walker) y *Trichoplusia ni* (Hubn.) pueden atacar el fruto y causar pérdidas considerables (King, 1979).

3.2 Distribución geográfica

H. zea y *H. virescens* son especies cosmopolitas, que se distribuyen entre los 45º N y 45º S (Fitt, 1989). Por su amplio ámbito de distribución son consideradas plagas potenciales en muchas áreas, comprendidas desde las zonas tropicales hasta las templadas y desde el nivel del mar hasta 3000 m (Hardwick, 1965). Ambas se encuentran más restringidas al Nuevo Mundo (Kogan et al., 1978; King y Saunders, 1984). Los extremos de su distribución corresponden al norte de Connecticut y Ontario, y el sur de Argentina. Aunque ambas especies son más abundantes en los trópicos, donde son simpátricas en su ámbito (Neunzig, 1969).

3.3 Taxonomía

Después de haber sido descrita por Fabricius en 1777, *H. virescens* ha sido denominada con los siguientes nombres (Todd, 1978):

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Noctua virescens</i> | Fabricius, 1777 |
| <i>Phalaena rhexia</i> | J. E. Smith, 1792 |
| <i>Xanthia prasina</i> | Walker, 1856 |
| <i>Xanthia viridescens</i> | Walker, 1856 |
| <i>Heliothis spectanda</i> | Strecker, 1856 |
| <i>Heliothis viridescens</i> | (Walker), sinónimo menor de <i>virescens</i> . |

Kogan et al. (1978) menciona que en la literatura *H. zea* ha sido denominada como:

| | |
|---------------------------|--|
| <i>Bombyx obsoleta</i> | Fabricius |
| <i>Phalaena zea</i> | Boddie |
| <i>Heliothis umbrosus</i> | Grote |
| <i>Heliothis armigera</i> | sub-especie <i>ochracea</i> Cockerell. |

3.4 Hospedantes

Las larvas del género *Heliothis* son polífagas, y han sido encontradas alimentándose en más de 100 especies diferentes de plantas (Stadelbacher et al., 1986), entre las que se incluyen plantas para la producción de fibras,

aceites, cultivos alimenticios y ornamentales (Fitt, 1989). Entre los principales cultivos de importancia económica atacados en los EE. UU., donde han sido estudiadas con mayor detalle, se mencionan el maíz, sorgo, algodón, tomate, soya y girasol (Hardwick, 1965; Lincoln et al., 1967; Neunzig 1969; Schneider et al., 1986).

Hilhouse y Pitre (1976), mencionan que *H. zea* y *H. virescens* prefieren al algodón sobre la soya para ovipositar. Twine (1979) comparó las preferencias de *H. virescens* hacia diferentes estadios de plantas de tomate, algodón, tabaco y geranio vegetativo en el invernadero, y concluyó que plantas pubescentes, como geranio, tabaco y tomate fueron preferidas al algodón; él detectó que en el Valle Imperial, en California, la oviposición fuerte en algodón, no comienza hasta que ha pasado la temporada de tomate.

En los trópicos sus principales hospedantes son maíz, sorgo, tomate, leguminosas y algodón (King y Saunders, 1984).

En América Central y Florida se ha observado que el bleo (*Amaranthus spinosus*) y la verdolaga (*Portulaca* spp.) actúan como fuentes de infestación para los cultivos de importancia económica (CATIE, 1990).

En Olancho, Honduras, se encontraron en 1215 ha de algodón larvas de *H. zea* alimentándose del follaje de *Malvastrum spicatum* (Malvaceae) y en las flores de *Melanthera*

hastata (Compositae) (Kraemer, 1966). En Monterrey, México, *Selloa glutinosa* (Compositae) (Spreg) se encontró como hospedante alternativo de *H. virescens* (Rincón y Tejada, 1974).

3.5 Estacionalidad

La dinámica estacional de las especies del género *Heliothis* es demasiado diversa para cubrirla en detalle (Lincoln et al., 1967; Neunzig, 1969).

El número de generaciones posibles cada año está directamente influenciada por la temperatura, y por la secuencia y disponibilidad de hospedantes (Fitt, 1989). Varios autores (Franckle, 1986; Garza, 1971) al realizar estudios en diferentes lugares y años, indican que no se detectaron generaciones bien marcadas de *H. zea*, sino solamente picos poblacionales que coincidieron con épocas posteriores a las lluvias, siendo la explicación probable el aumento de sus hospedantes. Fitt (1989), señala que la lluvia influye indirectamente en la abundancia estacional de *Heliothis* spp., al aumentar la disponibilidad de hospedantes.

En las zonas templadas, *Heliothis* spp. sobreviven en las épocas más frías del año y a la escasez de alimentos mediante la diapausa (Kogan et al., 1978). En EE. UU. *virescens* entra en diapausa en los estados del norte y en California (Brazzel et al., 1953), pero permanecen activos durante el invierno en los bajos del valle de Río Grande; los huevos son encontrados

en este valle a partir de abril, y están presentes en muchas plantas cultivadas y hospedantes silvestres hasta octubre (Fife y Graham, 1963).

En los trópicos existe poca información referente a los hospedantes silvestres *Heliothis* spp.; sin embargo, el traslape en la fechas de siembra de sus hospedantes permite el mantenimiento de sus poblaciones durante todo el año (Fitt, 1989). En Nicaragua, cuando sucede la cosecha de las siembras de "primera" (junio a agosto) en maíz, el algodón está empezando a formar sus frutos y el elotero (*H. zea*) se traslada del maíz al algodón (Falcon, 1979). En algunas zonas muy húmedas, como Turrialba, Costa Rica, *Heliothis* spp. es poco frecuente y el daño en los frutos es causado principalmente por *Pseudoplusia includens* (King, 1979).

En América Central las fuentes de infestación inicial de *Heliothis* spp., son otros cultivos cercanos al tomate, según el patrón espacial y temporal de siembra (CATIE, 1990). Varios años de trabajo con trampas lumínicas en Nicaragua ofrecen datos que demuestran la presencia de adultos de *Heliothis* durante todo el año, con picos poblacionales de mayo a junio y de septiembre a enero (Daxl, 1989).

En los trópicos, cuando los hospedantes están disponibles *Heliothis* spp. pueden reproducirse continuamente, completando una generación en 28-30 días, pasando a través de

10-11 generaciones por año (Raulston et al., 1986). En los sistemas de cultivo en las zonas templadas y subtropicales es común que haya de 3 a 5 generaciones por año (Fitt, 1989).

Otros estudios han sugerido que los ciclos generacionales de *Heliothis* spp. están sincronizados con los ciclos lunares, independientemente de la fenología de la planta hospedante y de la temperatura. Una reducción en la actividad general de los adultos ha sido observada en respuesta a la luna llena (Nemec, 1971). Esta hipótesis fue sustentada en Texas a mediados del verano, cuando grandes densidades de *H. zea* se encontraron en ese ciclo lunar. Sin embargo, no hay evidencia del control lunar de las poblaciones en primavera y otoño, cuando las generaciones son consideradas grandes (Fitt, 1989).

3.6 Relación insecto-planta

A través de los años, la conducta de oviposición de los lepidópteros ha sido el centro de los mayores estudios sobre la ecología y las interacciones evolutivas entre los insectos y plantas (Thompson y Pellmyr, 1991).

A pesar de ello, la conducta de selección de los hospedantes es poco conocida, pero está influenciada, por factores físicos (pubescencia de las hojas, forma y altura de la planta) y químicos (néctar, atrayentes químicos en la

superficie de la planta) (Schneider et al., 1986; Fitt, 1987).

La selección de los sitios de oviposición por las hembras de los lepidópteros, debe involucrar una interacción entre la especie del insecto y la planta hospedante. El ataque a las hojas viejas puede tener muy poco efecto sobre la planta, pero el ataque a otras partes, como los meristemas o las flores, puede afectar la sobrevivencia de la especie (Fitt, 1989).

Las hembras, cuando encuentran un arreglo de hospedantes potenciales, exhiben una conducta jerárquica en la expresión de su preferencia, colocando la mayoría de huevos sobre la especie de planta preferida o sobre un sitio específico de ésta (Thompson y Pellmyr, 1991). La expresión de ésta preferencia depende de la disponibilidad espacial y temporal de hospedantes en el estado favorito de desarrollo (Fitt, 1989). Sin embargo, las hembras no ovipositan sobre todas las plantas disponibles para el desarrollo de las larvas (Schneider et al., 1986).

En *Heliothis* spp. el patrón más común en la selección de los hospedantes es una fuerte preferencia por aquellos que están en floración (Johnson, et al., 1975; Alvarado et al., 1982; Schneider et al., 1986).

Johnson et al. (1975), comparó la respuesta de oviposición de *H. zea* a varios estadios de crecimiento de

maíz, tabaco, algodón y frijol de soya, y determinaron que los períodos de floración fueron los más preferidos para todos los hospedantes, mostrando el siguiente orden de preferencia: maíz, tabaco, soya y algodón. *Zalom et al. (1983a), encontraron que la mayor oviposición de *H. zea*, *T. ni* y *Spodoptera exigua* (Hubn.) en las plantas de tomate, se dio cuando se encontraba la mayor cantidad de flores abiertas. En *H. zea* se han documentado correlaciones entre la oviposición y la floración en la planta hospedera en el algodón, frijol de soya (Hillhouse y Pitre, 1976). *

* Aunque la distribución de los huevos varía según la especie de planta hospedera y su estructura, en vainica las hojas cercanas a la periferia de la planta contienen la mayoría de huevos (McLeod, 1988). En tomate se distribuyen preferiblemente de la parte media hacia arriba (Snodderly y Lambdin, 1982; Zalom et al., 1983b). *

* En las plantas de tomate las hembras de *Heliothis* depositan sus huevos en forma individual en la parte inferior de las hojas, en los brotes, flores y entre el cáliz y el fruto (Continho, 1965). Además, las hembras colocan sus huevos en una posición específica en relación con el fruto, usualmente en las hojas cercanas a los frutos verdes (Anónimo, 1990) o en la superficie ventral de la hoja que generalmente le sigue a la inflorescencia con flor abierta más alta (Zalom et al., 1983a, 1983b). *

• Otros estudios relacionados con la distribución de los huevos de *H. zea* en la planta de algodón, mostraron que éstos son colocados en el tercio superior de la planta y que los principales sitios de oviposición fueron las hojas (Jayaraj, 1981). En el mismo estudio se detectó la presencia de larvas maduras en la parte inferior de la planta y de larvas jóvenes distribuidas en forma más equitativa en la planta. •

La distribución de las larvas en las plantas de algodón, especialmente en los estados avanzados, puede ser explicada parcialmente por el hecho que los sitios de alimentación varían con la edad de la larva. Es decir, los últimos instares se alimentan principalmente de frutos, concentrándose en aquellos lugares de la planta donde éstos están presentes en mayor proporción (Ali et al., 1989).

• Las larvas de *Heliothis* prefieren alimentarse de estructuras de la planta ricas en nitrógeno (Hardwick, 1965), principalmente estructuras reproductivas y puntos de crecimiento (Fitt, 1989; Twine, 1979). •

En el maíz, las larvas de *H. zea* se mueven desde el follaje hacia las inflorescencias, y finalmente hacia las espigas, con los cambios en la fenología de la planta (Morril y Greene, 1973).

Los pocos trabajos realizados para estudiar la distribución de las larvas de *Heliothis* spp. en la planta de tomate muestran un efecto significativo en cuanto a los

sitios de oviposición y el establecimiento de las larvas en la planta (Burket et al., 1983). Los dos primeros instares se alimentan del follaje, el tercero en el follaje y el fruto, y el cuarto, quinto y sexto predominan en los frutos (Ali et al., 1989). Los frutos verdes y jóvenes (menores de 2,5 cm de diámetro) deben ser protegidos porque son dañados tempranamente (Wilson et al., 1983).

3.7 Biología reproductiva

King y Saunders (1984) presentan una descripción del ciclo de vida y de las características morfológicas de *H. zea* y *H. virescens*. Varios factores ambientales y biológicos influyen en los aspectos reproductivos de ambas especies.

Las hembras de *Heliothis* spp. depositan sus huevos en forma individual. Cifras superiores a 3000 huevos han sido registrados para *H. zea* (Quantaine y Brues, citados por Hilje, 1983), pero estimaciones de la fecundidad en el período de vida reproductivo óptimo (8-10 días), muestran ámbitos de 1000-1500 huevos por hembra (Fye y McAda, 1972).

Las hembras de *H. virescens* producen en promedio 1200 huevos (Proshold et al., 1982), aunque Flint y Kressin (1969) encontraron que una hembra apareada produce en promedio 804,3 huevos, con rangos de 1694 en hembras vírgenes y 1617 para las apareadas.

En *Heliothis* spp. la fecundidad es influenciada por la temperatura y la alimentación de larvas y adultos (Nadguada y Pitre, 1983). En *H. virescens*, a 25 °C y 50 % de H. R., fue de 1228 para hembras apareadas y 353 para vírgenes. A temperaturas de 20, 25, 30 y 35°C las hembras apareadas depositaron 1235, 1700, 817 y 476 huevos, mientras que las vírgenes ovipositaron 776, 1311, 500 y 242 huevos (Hilje, 1983). Para dicha especie, Tollefson y Watson (1981), citados por Hilje (1983), demostraron que la fecundidad es afectada por la humedad relativa, pues en promedio fue de 1659 y 1534 huevos a 25% y 65% de H. R., respectivamente a 25°C. Las altas temperaturas afectan la eclosión o producen machos estériles (Guerra 1972).

En *H. virescens* la oviposición y la longevidad están positivamente asociadas; además, cuando la temperatura aumenta la longevidad disminuye. Los machos y hembras sin aparear viven más tiempo que las hembras apareadas (Hilje, 1983).

Desde el momento que la hema emerge trae consigo todos los huevos que depositará en su vida, pero aún no están maduros (Proshold et al., 1982). Además, los adultos no pueden asimilar proteínas, por lo que las reservas de proteínas que se necesitan para el desarrollo de huevos provienen de la fase larval o de las reservas de grasa del cuerpo (Callahan, 1958b).

En los adultos de *H. virescens* el número de cópulas es mayor a 25 °C y no se producen a 35 °C. Las temperaturas de 25 °C probablemente inducen a muchas polillas a aparearse tan pronto como emergen (Hilje, 1983).

La temperatura óptima para el apareamiento, fecundidad y fertilidad de *H. zea*, es de 21,1 °C y temperaturas de 10 °C suprimen el apareamiento. La fecundidad se reduce a temperaturas menores de 15,6 °C mayores de 40,6 °C (Olivares, 1971). El mismo autor menciona que la temperatura está inversamente relacionada con la longevidad y la pre-oviposición de los adultos de *H. zea* y está asociada positivamente con la fecundidad y fertilidad de las hembras.

La longevidad de las polillas es influenciada por la actividad, cópula y alimentación, y estos a su vez son influenciados por la temperatura y la humedad relativa.

Callahan (1958b), determinó que las hembras de *H. zea* apareadas y bien alimentadas viven más que aquellas vírgenes y mal alimentadas, pero que hembras vírgenes y bien alimentadas viven el doble que cualquiera de las otras. Un patrón similar se presenta en *H. virescens* (Flint y Kressin, 1969).

3.8 Feromonas

La hembra en los lepidópteros, en general, permanecen estáticas y emiten la feromona volátil para atraer el macho

para el apareamiento (Jutsum y Gordon, 1989). Las hembras de *H. virescens*, son las que determinan la duración del apareamiento (Shorey y Gaston, 1965); éstas traen consigo la feromona sexual desde que nacen (Shorey et al., 1968a), pero no empiezan a ser atractivas hasta los cinco días después de emerger (Roach 1975); en cambio, los machos tienen una mayor respuesta dos días después de emerger (Shorey et al., 1968b). Las hembras vírgenes tienen mayor capacidad de atraer machos que aquellas previamente apareadas (Raulston et al., 1979).

La feromona sexual de la mayoría de los lepidópteros es una mezcla de varios componentes, pero no todos ellos son necesarios para estimular el vuelo en el macho (David y Birch, 1989). Gaston y Shorey (1964), en forma independiente demostraron la existencia de feromonas sexuales en *H. virescens*. Klun et al. (1980b) determinaron que la feromona natural de *H. virescens* es una mezcla de siete componentes y la compararon con la de *H. zea* (Klun et al., 1980a) como sigue:

| Componente | <i>H. virescens</i> % | <i>H. zea</i> % |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| (Z)-11 hexadecenal | 81,4 | 92,4 |
| Hexadecenal | 9,5 | 4,4 |
| (Z)-7-hexadecenal | 1,0 | 1,1 |
| (Z)-9-hexadecenal | 1,3 | 1,7 |
| (Z)-11- Hexadecenal-1-ol | 3,2 | |
| Tetradecenal | 1,6 | |
| (Z)-9-tetradecenal | 3,2 | |

Roelofs et al. (1974), determinaron que la feromona sexual de *H. virescens* es una mezcla sinérgica de (Z)-11 hexadecanal y (Z)-9-tetradecenal. Este mismo autor menciona que *H. virescens* y *H. zea*, siendo simpátricas, permanecen reproductivamente aisladas, debido a la especificidad de sus feromonas sexuales y al (Z)-9-tetradecenal, que actúa como repelente o disuasivo para *H. zea*.

3.9 Enemigos naturales

Heliothis spp. poseen un número considerable de enemigos naturales con solo unas pocas especies de parasitoides específicos para *H. zea* o *H. virescens* (Kogan et al., 1978).

Entre los enemigos naturales se encuentran parasitoides de huevos y larvas, en su mayoría del orden Hymenoptera (King y Saunders, 1984; CATIE, 1990). Entre los parasitoides de huevos, registrados en los EE. UU., se incluyen *Trichogramma* spp. y *Telenomus* spp., y de larvas *Apanteles marginiventris* (Cresson), *Microplitis croceipes* (Cresson), *Campoletis perdistinctus* (Viereck) e *Hyposoter exiguae* (Viereck) (Kogan et al., 1978).

En los EE. UU. existen numerosos insectos depredadores que atacan los huevos y larvas, dentro de los siguientes géneros: *Geocoris* (Hemiptera: Lygaeidae), *Nabis* (Hemiptera: Nabidae), *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae), *Chrysopa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Coleomegilla*, *Hippodamia* y *Scymnus*

(Coleoptera: Coccinellidae). Además se incluyen arañas de las familias Argiopidae, Oxypidae, Salticidae y Thomisidae (Kogan et al., 1978). Asimismo, varios carábidos, hormigas y muchas especies de pájaros, han sido mencionados como depredadores de larvas y prepupas en la planta (Kogan et al., 1978).

Ridgway y Lingren, (1972), mencionan que en EE. UU., en algodón, las poblaciones de *H. virescens* se ven reducidas entre 50-90% por sus enemigos naturales.

Trichogramma spp., comúnmente destruyen los huevos de *H. zea*, *T. ni*, *Manduca sexta* y otros lepidópteros. *T. pretiosum*, especie común en el sur de California, destruye más del 40% de los huevos de *H. virescens* (Anónimo, 1990).

En forma, natural, *Trichogramma* spp. destruye más del 80% de los huevos de *H. zea* en el Valle de Sacramento en tomates sembrados tardíamente en la estación (Anónimo, 1990). *Hyposoter exiguae*, puede destruir una gran proporción de larvas de *H. zea*, especialmente cuando las larvas se están alimentando del follaje, antes de la aparición de los frutos (Anónimo, 1990).

Se ha observado una alta mortalidad en estadios tardíos de larvas y en la emergencia de pupas debida a *Chelonus texanus* (Cresson), *Archytas marmoratus* (Townsend), *Eucelatoria armigera* (Coquillet) y *Lespersia archippivora* (Riley) (Kogan et al., 1978).

Otros agentes de control biológico que se mencionan son el virus de la polihedrosis nuclear (VPN), de la polihedrosis citoplasmática (VPC) y de la granulosis (VG), así como el hongo parasítico *Nomuraea rileyi* (Farlow), el nematodo *Chromonema heliothidis* (Khan) y los microsporidios *Nosema heliothidis* (Lutz y Splendore) y *Vairimorpha necatrix* (Kogan et al., 1978).

3.10 Métodos de muestreo

Para el muestreo de estas especies se han aplicado dos técnicas, principalmente: el conteo visual de todos los estadios inmaduros y el trapeo de adultos (Kogan et al., 1978).

El muestreo de los estadios inmaduros consiste en un conteo directo de huevos y larvas, en ciertos segmentos en un surco o en la observación de un número determinado de plantas. El periodo para el muestreo de gusanos del fruto (*Heliothis* y *Spodoptera*) se inicia cuando hay un significativo número de frutos verdes, desde que mide 2,5 cm de diámetro, hasta una semana antes de la cosecha (Anónimo, 1990; Wilson et al., 1983).

Para *H. zea*, se han desarrollado planes de muestreo secuencial basándose en el conteo de larvas y huevos en la parte terminal de la planta (Allen et al., 1972).

Anónimo (1990), presenta una metodología para el muestreo de huevos y larvas de los gusanos del fruto en tomate, la cual consiste en un conteo del número de huevos en 30 plantas en una área de 50 acres (20 ha). La hoja a muestrear es la que está debajo de la flor abierta más alta, revisándola en el haz y envés. El conteo de larvas se realiza muestreando 100 frutos de al menos 2,5 cm de diámetro.

La técnica más común en el muestreo de adultos ha sido la utilización de las trampas de luz, aunque presenta el inconveniente de atraer mucho menos a *H. virescens*, ya que ésta especie es más atraída por la luz verde fluorescente (Kogan et al., 1978). Las trampas de luz también presentan la limitante de ser afectadas por las condiciones ambientales, no son específicas, relativamente ineficientes y tienen un corto radio de atracción (30 m o menos) (Hartstack et al., 1979a). Además de su tamaño, la necesidad de una fuente de poder restringe su uso.

Aunque afectadas por las condiciones ambientales, las trampas de feromonas son específicas y más autónomas. Dos tipos, "Wind-vane trap" y la "Texas pheromone trap", son omnidireccionales y menos afectadas por el viento; presentan la ventaja de que pueden actuar con hembras que son retenidas dentro de la caja o en el extremo de la trampa y/o con tacos de feromona sintética.

La "Wind vane trap" consiste en cuatro componentes principales: cámara de recolección, el cuerpo de la trampa, pin giratorio y el trípode o soporte del pivote. Son construidas de plywood, varilla de hierro y aluminio, poseen una veleta al final que ayuda, cuando el viento sopla, a que la trampa gire. La parte frontal de la trampa está inclinada 35° de la perpendicular, ya que observaciones preliminares indican que esta modificación facilita en gran manera el movimiento de los machos hacia arriba de la trampa (Raulston et al., 1980). Está diseñada para aprovechar el fototactismo positivo y principalmente el geotactismo negativo mostrado por los machos después de que entran al cuerpo de la trampa. En la parte frontal, la trampa, independientemente de las condiciones externas de iluminación, permanece más brillante que el resto, ya que está construida con cedazo, mientras las otras tres caras del cuerpo son de láminas de aluminio, lo que le permite captar mayor cantidad de luz en la noche. Por lo tanto los machos son atraídos invariablemente a esa superficie una que vez que están dentro de la trampa (Raulston et al., 1980).

Raulston et al. (1980) determinaron que la "Wind-vane" fue 42% más eficiente en la cantidad de machos atraídos, mientras que los dos diseños precursores de la "Texas trap" fueron 1,6 y 11,4% eficientes (Hollingsworth et al., 1978).

Hendricks et al. (1980), encontraron que la eficiencia de ambos tipos de trampas dependía de la velocidad del

viento. La "Texas trap" capturó más polillas entre 0-0,9 km/h y la "Wind-vane trap" actuó mejor entre 9,6-16 km/h.

La "Texas trap" requiere inducir una conducta para efectuar la captura. La polilla reacciona para escapar una vez que descubre que se encuentra en un área restringida, de tal manera que la luz o la claridad la guían hacia la caja ubicada en el extremo de la trampa (Hollingsworth et al., 1978).

Lingren et al. (1978), mencionan que la "Texas Cone trap" un precursor de la "Texas Cone 50" y otros tipos de trampas para polillas capturaron solo el 6 % de los machos que llegaban a ellas. Hartstack et al. (1979a), desarrollaron los modelos de "Texas trap" 50-25, 75-25 y 75-50. Estos nuevos modelos permitieron aumentar las capturas de 5-6% a 25-30% (Hartstack et al., 1979b).

Hartstack y Witz (1981), mencionan que las trampas con feromonas fueron más eficaces a bajas densidades de machos de *H. virescens* y *H. zea*. A altas densidades poblacionales ocurre competencia entre las trampas y las hembras silvestres. Dichos autores enumeran los factores que afectan la captura en las trampas de feromonas, entre los que destacan la temperatura, la velocidad del viento y la formulación del material, puesto que todos afectan el tamaño del rastro de atracción de la feromona.

3.11 Métodos de combate

3.11.1 Control químico

La medida más utilizada a nivel mundial para el combate de los gusanos del fruto ha sido la aplicación de insecticidas químicos (Sparks, 1981). En América Central también las aplicaciones de productos químicos es una práctica habitual (Cajas et al., 1986; Zea et al., 1986; Gordon, 1988; CATIE, 1990). En Guatemala los agricultores realizan entre 10 y 16 aplicaciones de insecticidas en forma calendarizada (Zea et al., 1986), aunque, en la mayoría de los casos el control químico no logra proteger al cultivo del ataque de estas plagas.

Se utilizan diversos productos, dosis e intervalos de aplicación, lo que ha causado el desarrollo de resistencia a varios de ellos. Tal es el caso de altos de niveles de resistencia al metilparatió, endrín y es posible que se incluyan otros productos (CATIE, 1990).

Los niveles de resistencia en *H. zea* y *H. virescens* varían según la especie. Asimismo, existe variación entre los diferentes productos de una zona a otra en un determinado país, y entre los países de una región determinada, siendo generalmente en los países de Suramérica dichos niveles más altos que los encontrados en América Central.

Lo anterior se encuentra documentado en la literatura y es así como se menciona que *H. zea* fue encontrada como resistente a metilparatión y endrín en Nicaragua en 1970, con valores de DL₅₀ de 2,161 y 530 u/g respectivamente, multiplicándose dichos valores por 10 para 1972. En Guatemala, en 1971 se encontraron valores de 380 y 310 u/g para metilparatión y endrín, respectivamente y en El Salvador en el mismo año se encontraron valores de 220 u/g para metilparatión y de 130 u/g para endrín, alcanzando 30,24 u/g para metilparatión en 1980 (Wolfenbarger et al., 1973). Este autor revela que poblaciones de *H. zea* procedentes de León, Nicaragua fueron 44 veces más resistentes a metilparatión que poblaciones de la misma especie en Brownsville, Texas y 23 veces más resistentes a endrín que poblaciones de Stoneville, Mississippi.

Las poblaciones de *H. virescens* recolectadas en algodón en 1970 en Colombia y Perú fueron susceptibles a metilparatión, así como las recolectadas en tabaco en América Central y México (Wolfenbarger et al., 1973)

Wolfenbarger y McGarr (1970), presentaron los primeros datos de resistencia en *H. virescens* en México, y Tejada et al. (1974), encontraron variación de una zona a otra. En *H. zea* proveniente de Chiapas, los valores de DL₅₀ de 150 u/g, se incrementaron a 315 u/g en 1971 (Wolfenbarger y McGarr, 1970) lo que demuestra la habilidad de *H. zea* para

desarrollar resistencia a los insecticidas tanto en México como en América Central (Wolfenbarger, 1973).

En los EE. UU., en 1970, se menciona resistencia al DDT en *H. zea* y *H. virescens* en 12 y 8 estados respectivamente (Wolfenbarger, 1973). Sin embargo, existían bajos niveles de resistencia a endrín, carbaryl y ocasionalmente toxafeno-DDT (Lincoln et al., 1967). En 1980, se registró resistencia de *H. zea* a endrín y carbaryl en 7 y 4 estados respectivamente. Para ese mismo período el número de estados donde *H. virescens* era resistente a endrín, carbaryl y toxafeno-DDT fue de 12, 11 y 14, respectivamente (Sparks, 1981). También, *H. virescens* ha sido mencionado como resistente a monocrotofos y a varios organofosforados y carbamatos (Wolfenbarger et al., 1973)

Sparks (1981), menciona que larvas de *H. virescens* resistentes metilparatión también poseen apreciables niveles de resistencia a monocrotofos, metomil y azinfosmetil. Dicha especie es resistente a algunos organofosforados, y aunque se han mencionado casos de resistencia de *H. zea* en los EE. UU., éstos permanecen pendientes de ser documentados en la literatura.

Ante el desarrollo de resistencia a los insecticidas organoclorados, carbamatos y organofosforados, el grupo de los piretroides provee un control satisfactorio contra *H. virescens*. La permetrina y el fenvalerato se empezaron a usar

en 1978, y antes de ser utilizados en el campo por primera vez estudios de laboratorio demostraron susceptibilidad diferencial en poblaciones nativas para varios piretroides incluyendo la permetrina, fenvalerato, decametrina y otros piretroides (Davis et al., 1977).

Aunque los niveles de resistencia en los piretroides son bajos, existe la posibilidad de que haya resistencia cruzada a los insecticidas organofosforados. Sin embargo, no parece haber una buena correlación entre el desarrollo de resistencia a metilparatió y los piretroides (Sparks, 1981). Cualquier resistencia observada puede ser el resultado de la selección con el uso previo de organoclorados o una alta capacidad metabólica de los individuos, en vez de resistencia cruzada específica a los organofosforados (Sparks, 1981).

Jensen et al. (1984), estudiando el desarrollo de resistencia cruzada a la permetrina y cipermetrina en *H. virescens* encontraron que después de 11 generaciones de continua presión de selección la DL_{50} fue 37 veces más alta que la DL_{50} de la F_1 en permetrina y la resistencia a cipermetrina fue 8 veces más alta. Aunque la DL_{50} de la permetrina fluctuó año con año, dicha fluctuaciones no fueron lo suficientemente grandes para cambiar el control esperado en el campo; además las poblaciones de *H. virescens* continuaron mostrando susceptibilidad a permetrina (Watson y Kelly, 1991).

H. virescens es menos susceptible a la mayoría de los insecticidas, que *H. zea* (Sparks, 1981). Esta relativa menor susceptibilidad es debida a los altos niveles de actividad de desintoxicación enzimática (Bigley y Plapp 1978), mecanismo que regula la resistencia a los organofosforados (Whitten y Bull, 1970).

Los piretroides, al igual que todos los insecticidas, están sujetos a la acción del metabolismo primario de los insectos, por las vías oxidativa y esteralítica (Casida y Ruzo 1980). Sin embargo, la resistencia a los piretroides en muchos insectos parece ser el resultado de la reducción de la sensibilidad en el sitio de acción más que una reducción en la penetración o incremento en el metabolismo (Gammon y Holden, 1980; Omer et al., 1980). Los bajos niveles de resistencia cruzada a piretroides observada en poblaciones resistentes a organofosforados puede ser debido a un incremento en el metabolismo (Sparks, 1981).

Puesto que los mecanismos de resistencia a los piretroides y a los organofosforados parecen ser diferentes, parece improbable que la resistencia a los últimos pueda conferir altos niveles de resistencia cruzada a las piretrinas (Sparks, 1981).

3.11.2 Uso de aceites

Barber (1938) determinó que el maíz puede ser protegido contra el daño de *H. armigera* (Hbn.), aplicando aceite o insecticidas que contienen aceite, en el ápice de la mazorca.

El valor del aceite como insecticida fue demostrado por Barber en 1936; las larvas mueren probablemente por asfixia y aquellas de menor tamaño que entran después de la aplicación también sucumben o son repelidas. Sin embargo, los experimentos indican que el aceite solo no ha probado ser suficientemente eficaz en el control de las larvas del 5º y 6º instares, los cuales entran a la mazorca después de la aplicación de aceite, existiendo una alta correlación entre la relativa eficacia del aceite y la buena cobertura en las mazorcas (Barber, 1938).

El aceite puede ser más eficaz cuando se le adiciona una piretrina y las piretrinas pueden ser sustituidas por dicloroetil-éter, el cual es un insecticida menos general; la adición de 1% de piretrina, especialmente en forma de oleoresina de piretro, incrementó la eficiencia del aceite (Barber, 1942). El aceite conteniendo piretrinas o dicloroetil-éter fue más eficaz contra todos los estadios larvales.

Trabajos más recientes mencionan la utilización de aceites vegetales promisoriamente en el control de *Bemisia*

tabaci (Genn.), y sobre áfidos y ácaros en frijol de palo, pepino, chile, zapallo y melón (Butler y Henneberry, 1990a).

Los aceites son hidrocarburos aplicados en la temporada de crecimiento y en el letargo, se usan como insecticidas de contacto, acaricidas y ovicidas. En general los aceites son fitotóxicos a las partes verdes de todas las plantas, aunque las especies varían en el grado de susceptibilidad a los aceites; el follaje más joven es el más dañado. Las dosis recomendadas varían entre 0,24-2% (Thomson, 1989).

Algunas pruebas realizadas por Bradley et al. (1988), con varios ovicidas, entre ellos Larvin LE, que es una formulación de Thiocarb conteniendo un aceite como componente, mostraron que la adición de éste no mejoró la acción ovicida de Thiocarb.

El aceite agrícola Volck 100 Neutral (Chevron, Chemical Co. EE. UU.), se menciona en su etiqueta como causante de la reducción en el consumo de oxígeno en algunos insectos (acción insecticida mecánica o hipoxia).

3.11.3 Resistencia varietal

El desarrollo de plantas resistentes o tolerantes al daño causado por *Heliothis* spp. es una opción potencial en el manejo de esta plaga (Kennedy et al., 1987), pero presenta el inconveniente que necesita investigaciones a largo plazo para

aislar y probar los factores que confieren resistencia a la planta.

Muchos cultivos presentan caracteres que pueden ser explotados por los fitomejoradores para reducir la atraktividad de las plantas y evitar que los adultos de *Heliothis* spp. ovipositen sobre ellas, o para disminuir la ubicación de las larvas en la misma (Kennedy et al., 1987).

El potencial de una planta resistente depende del tipo de resistencia, la conducta de la plaga y la diversidad del agroecosistema (Fitt, 1987). Kennedy et al. (1987) demostraron que en un sistema de policultivos en Carolina del Norte, se incrementó la resistencia antixenótica (no preferencia) en el maíz hacia *H. zea*, pero probablemente ello incrementó las infestaciones en otros cultivos, como el algodón, que fueron de 700%.

En el algodón, algunas características importantes son las plantas sin nectarios extraflorales, hojas glabras o una epidermis extradelgada, o plantas con más glándulas o con gósipol libre. Las variedades menos glabras y con menos gósipol libre son menos atacadas por *Heliothis* spp., mientras que las de menos glándulas son más atacadas. Las combinaciones de menos nectarios, hojas glabras y alto contenido de gósipol, produjeron resultados exitosos (Lukefahr et al., 1975), pues una mezcla de las tres retarda el crecimiento de las larvas de *Heliothis*.

3.11.4 Control biológico

La presencia de *Orius* spp., *Chrysopa* spp. y *Geocoris* spp. puede disminuir considerablemente la cantidad de huevos y larvas de *H. zea*. Lingren et al. (1968), determinaron que en los EE. UU. en el algodón, la liberación de 630 000 adultos de *G. punctipes* y 420 000 larvas de *Chrysopa* disminuyeron las poblaciones de *H. virescens* en 88% y 99%, respectivamente.

En Nicaragua, en el algodón, las liberaciones masivas de *Trichogramma* spp. y *Chrysopa* sp., en épocas tempranas redujeron en 20% los costos de producción en plaguicidas, en comparación con la práctica del agricultor. Además, ello incrementó los rendimientos en 4,34 qq/ha de algodón (García, 1991).

En México, en un estudio para comparar el grado de parasitismo natural e inducido de *Trichogramma pretiosum* (Riley), con base en dos técnicas de aplicación de plaguicidas (en forma tradicional y la técnica de anillos) se encontró que la técnica tradicional redujo el parasitismo natural en 40% al compararse con la técnica de anillos. Las liberaciones masivas de *Trichogramma* indujeron un parasitismo más alto y con menor daño por gusanos del fruto en los tratamientos estudiados. Entre la liberación de 1 000 000, 750 000 y 500 000 avispas/ha no hubo diferencias en el grado de control (Alvarado, 1991).

En Guatemala, existe desde 1974 un programa de manejo de plagas insectiles entre los que se incluye a los gusanos del fruto, el cual comprende la liberación de *T. pretiosum* a razón de 12 000 individuos/semana para controlar los huevos de *Alabama* sp. y *Heliothis* spp. La aplicación de *Nomuraea rileyi* en concentraciones de 17×10^{10} conidias/ha controló las poblaciones de *T. ni*, *Spodoptera exigua* y *S. sunia* en 80%. Entre las medidas aplicadas también se incluye el uso de BT y virus de la polihedrosis (baculovirus de *Heliothis* spp.). Las medidas anteriormente descritas han logrado reducir el uso de insecticidas en el 50%, equivalente a 250 quetzales/ha (Estrada, 1981).

3.11.5 Control microbiológico

En los EE. UU. los agentes microbiológicos más comunes son la bacteria *Bacillus thuringiensis* (BT), los hongos *Nomuraea rileyi* y *Entomophthora* spp., los protozoarios *Nosema heliothidis* y *Varimorpha necatrix* y varios agentes virales, que incluyen al baculovirus de *H. zea*, y al virus de polihedrosis nuclear (VPN) (Yearian et al., 1986).

Se han documentado epizootias naturales causadas por *Entomophthora aulicae* (Hamm, 1980), y *N. rileyi* ha sido observada en algodón, maíz, sorgo y soya (Hamm, 1980; Yearian et al., 1986). Sin embargo, tales epizootias ocurren cuando la densidad de hospedantes es alta, a finales de la temporada

de cultivo, cuando éste ya no necesita protección contra *Heliothis* spp.

Los únicos productos registrados en los EE. UU. para el combate de *Heliothis* son el VPN y BT (King y Coleman, 1989). En Florida y Guatemala se recomienda el uso de BT mezclado con 25 y 50% de la dosis normal de un insecticida químico (metomil o endosulfán) (CATIE, 1990). Esta combinación produce un efecto sinérgico de tal forma que las larvas, cuando se les aplica BT, disminuyen su alimentación, causando debilitamiento, lo que facilita la acción posterior de la bacteria. El VPN ha mostrado ser tan eficaz como los insecticidas sintéticos convencionales, a bajas infestaciones de *Heliothis* en el algodón, pero a altas infestaciones mostró ser inferior a aquellos (McKinley, 1982). Esto obedece a que los virus son afectados por la luz ultravioleta, altas temperaturas y las condiciones alcalinas que a veces ocurren en la planta (Yearian et al., 1974).

3.11.6 Prácticas culturales

La manipulación de las prácticas culturales es una de las herramientas más promisorias en el combate de *Heliothis* spp. (Kogan et al., 1978).

Entre éstas se incluyen la manipulación de la fecha de siembra, la destrucción de residuos de cosecha, las vedas y la destrucción o manipulación de hospedantes alternos

(Barducci, 1972; Luttrell et al., 1987). Estas prácticas disminuyen en algún grado la presencia de la plaga, al destruir los individuos en diapausa en el suelo o en los residuos, o al proveer un período libre de hospedantes, en los cuales las poblaciones se ven reducidas en gran proporción (Fitt, 1989).

Kogan et al. (1978), señala que el espaciamiento entre plantas y entre surcos afecta la atracción de las plantas a *Heliothis* y también influye en la sobrevivencia de los estados inmaduros. Así, los campos de soya con el dosel completamente desarrollado rara vez presentan daños de *Heliothis* spp.

Otro método de control de plagas insectiles que ha cobrado importancia en la presente década es la asociación de cultivos o policultivos. Esta es una práctica muy difundida en los países menos desarrollados, debido a la menor disponibilidad de capital y trabajo y a los sistemas de producción intensivos (Kass, 1978).

En las regiones del Tercer Mundo los agricultores han utilizado por mucho tiempo la diversidad de cultivos para minimizar el riesgo de pérdidas en el cultivo, mejorar la nutrición e incrementar y mantener altos niveles de rendimiento de un cultivo en particular (Litsinger y Moody, 1976).

Algunos trabajos realizados por Risch (1980, 1981) y Andow (1983a, 1983b), citados por Risch et al. (1983), muestran cómo la cuidadosa diversificación de los componentes vegetales de un hábitat agrícola, a menudo incide en la disminución de las poblaciones de plagas, aunque no siempre la diversificación de los agroecosistemas se refleja en menor abundancia de herbívoros.

Se han propuesto dos mecanismos para explicar el efecto de los policultivos (Risch, 1983). El primero se refiere a la depredación, en el sentido de que las poblaciones de enemigos naturales se ven aumentadas en el sistema diversificado, por lo que éstos ejercerán un mejor control de las poblaciones de herbívoros. El segundo mecanismo operaría a través del efecto directo que la asociación de especies de plantas puede tener en la habilidad de un herbívoro para encontrar y utilizar su hospedante (Root, 1973). Esta asociación de plantas puede afectar la localización del hospedante por el herbívoro, de modo que la colonización del mismo sería baja; o también, alterar el microhábitat y la conducta de movimiento dentro de un hábitat, haciendo que la emigración desde la planta hospedante sea alta.

Rosset et al. (1988) en Nicaragua, demostraron que la asociación tomate-frijol redujo el ataque de algunas plagas principales en el tomate, tales como los complejos de *Heliothis* spp., *Spodoptera* spp. y la mosca minadora (*Liriomyza sativa*). Análogamente, en México se demostró que

dicha asociación disminuyó el daño causado por los insectos plagas, principalmente la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el complejo de gusanos del fruto y minadores de hojas (Gutiérrez y Zúñiga 1990).

Aparte del efecto en la reducción de las poblaciones de plagas, Risch et al. (1983), indican que la diversificación de los agroecosistemas resulta, a corto plazo, en el incremento de los rendimientos de campo o en la disminución de los costos de control y, a largo plazo, en la reducción de las poblaciones de malezas y/o en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. En el caso de la asociación tomate-frijol ésta resultó ser más rentable que el tomate solo.

4. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en las localidades de Santa Gertrudis Norte y Bodegas, en el cantón de Grecia, provincia de Alajuela, Costa Rica. La altitud es de 1000 m, la temperatura promedio anual de 23 °C y la precipitación anual de 2196 mm. Ellas están dentro de la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi, 1969).

La principal actividad agrícola en la zona es la siembra de hortalizas, café, caña de azúcar y árboles frutales (IFAM, 1981).

El trabajo se efectuó en cuatro campos de agricultores (Cuadro 1), los cuales manejaron las parcelas según sus prácticas habituales, en las cuales usan plaguicidas en forma calendarizada, generalmente con dos aplicaciones semanales durante toda la temporada del cultivo.

El área de las parcelas varió desde 500 m² hasta 1 ha. La distancia de siembra fue de 0,3 m entre plantas (dos plantas por hoyo) y 1,5 m entre surcos, lo cual corresponde a una densidad de 25 000 plantas/ha.

Entre las dos parcelas ubicadas en Bodegas hubo una distancia de 500 m y entre las de Santa Gertrudis de 200 m. La distancia aproximada entre las localidades de Santa Gertrudis y Bodegas fue de 6 km.

El estudio comprendió varios aspectos, descritos a continuación.

Cuadro 1. Localización y fecha de siembra de las parcelas de tomate en Grecia. Estación seca, 1992.

| Localidad | Agricultor | Variedad | Siembra | Cosecha |
|-----------------|--------------------------|----------|---------|---------|
| Bodegas | J. Alvarez | Catalina | 19-2-92 | 24-6-92 |
| Bodegas | E. Venegas | Hayslip | 14-1-92 | 27-4-92 |
| Santa Gertrudis | Centro Agrícola Cantonal | Catalina | 26-2-92 | 3-6-92 |
| Santa Gertrudis | J. Hernández | Hayslip | 14-1-92 | 20-5-92 |

4.1 Fluctuación poblacional de adultos

En cada una parcela se colocaron cuatro trampas del tipo Cono "50-25" o "Texas Regular" (Hartstack *et al.*, 1979b) (Fig. 1), diagonalmente dos con feromona de *H. zea* e igual cantidad para *H. virescens*. La colocación de las trampas en las esquinas de los lotes se realizó 15 días después de la siembra. Las feromonas (Pherocon Cap., Sandoz Ltd.) se cambiaron cada dos semanas.

Dichas trampas fueron construidas con cedazo inoxidable con hoyos de 1/4". El cono mayor tiene una abertura superior de 3 cm y sobre él se coloca un cilindro con un pequeño cono

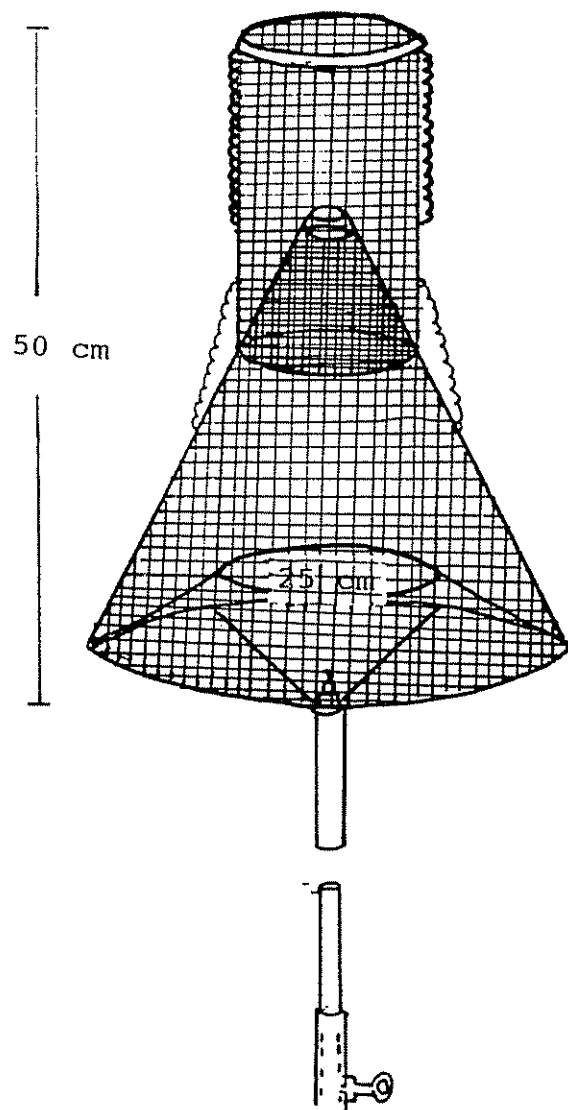


Figura 1. Trampa tipo cono 50-25 (Redibujado de Hilje, 1983).

incluido y sobre ellos se coloca una tapa de cedazo; estas estructuras se unen mediante tres resortes de acero inoxidable lo suficientemente fuertes para mantenerlas juntas. La base de la trampa es un aro que está hecho de varilla de construcción de 1/16" de grosor, que se une a un tubo de 1/2" mediante tres secciones de varilla de construcción del mismo grosor. El tubo dentro del otro tubo permite subir o bajar la trampa según el desarrollo del cultivo.

La feromona se sujetó con un alfiler a un corcho situado en la base del cono, en la parte superior del tubo. Las polillas son atraídas por la feromona y entran por la base del cono, y una vez que se sienten atrapadas vuelan hacia el cilindro, donde se recolectan.

Cada semana se hicieron los recuentos de los adultos de ambas especies, hasta la fecha de la última cosecha, para cada parcela.

4.2 Fluctuación de larvas y huevos

En cada campo, y desde la colocación de las trampas, se realizó cada semana un muestreo sistemático. Para ello se escogió arbitrariamente un punto, tomándose muestras cada 20 pasos hasta completar 30 plantas por parcela; al finalizar un surco, el observador se desplazaba en sentido inverso por el surco contiguo.

En las plantas seleccionadas se observó la hoja situada inmediatamente debajo de la inflorescencia más alta con al menos una flor abierta, revisándose tanto el haz como el envés; además, los puntos de inserción en el tallo, así como los frutos menores a 2.5 cm de diámetro ubicados debajo de la misma. Se registró el número de huevos y larvas encontrados, semanalmente, los cuales fueron identificados con la ayuda de una lupa y verificados en un estereoscopio.

Además, se les colectó para determinar el nivel de parasitismo. Los huevos se colocaron en microplatos biológicos, utilizados para pruebas con bacterias. Se cubrieron con un vidrio para poder observar la eclosión del huevo o la emergencia de los parasitoides. Las larvas fueron criadas en vasos plásticos que contenían dieta artificial (Anexo 6).

En cuanto al análisis de los datos, se correlacionaron las cantidades de machos capturados en las trampas con la cantidad de huevos y larvas encontradas una, dos, tres y cuatro semanas después.

En cada una de las parcelas se registraron los principales eventos fenológicos de las variedades sembradas, observando diez plantas de cada variedad, seleccionadas al azar, semanalmente. A éstas se les contabilizó la altura (en cm), el número de nudos, inflorescencias, flores abiertas,

flores cerradas, frutos pequeños (diámetro menor a 2.5 cm) y frutos medianos (diámetro mayor a 2.5 cm) .

La altura de la planta se determinó colocando una cinta métrica al lado de ella, anotándose la distancia comprendida entre la base de la planta y el punto de las yemas apicales más altas. El número de nudos se determinó contando a partir del nudo con las primeras hojas u hojas falsas, hasta el nudo inferior a las yemas apicales. En las estructuras reproductivas o inflorescencias se consideró como botones a aquellos sin la corola visible, como flores cerradas a aquellas que muestran la corola pero sin abrirse, y como flores abierta a aquellas que muestran un completo desarrollo de la corola.

Los datos meteorológicos para Bodegas se obtuvieron en la estación climatológica de la Universidad de Costa Rica, en Tacares y para Santa Gertrudis Norte en la estación experimental de la Dirección de Investigación y Extensión en Caña de Azúcar (DIECA).

Para relacionar la acumulación de días-calor con la expresión de los eventos fenológicos y con la fluctuación poblacional de los gusanos del fruto en ambas localidades, se utilizaron los datos de temperaturas máximas y mínimas mediante la siguiente fórmula (Sevacherian et al., 1977).

$$\text{Días-calor} = 6 [\text{max} + \text{min} - 2(10)]$$

donde :

max = Temperatura máxima diaria.

min = Temperatura mínima diaria.

Los datos de días-calor se empezaron a contar desde la fecha de siembra en cada uno de los lotes.

El valor de 10 °C en la fórmula es utilizado como temperatura base, porque es aquella a partir de la cual la planta de tomate exhibe actividad metabólica (Anónimo, 1990). En el caso de *H. virescens* se considera a 15,6 como la temperatura a partir de la cual el insecto exhibe actividad metabólica (Hilje, 1983), por lo que en la fórmula se utilizó el mismo valor para *H. zea*, en vez de 10 °C.

4.3 Distribución espacial del daño en la planta

La distribución del daño se determinó mediante la observación directa de los frutos dañados o indirectamente por la presencia de huevos y/o larvas, para lo cual se muestreó semanalmente cada parcela hasta obtener 50 plantas con huevos, larvas o frutos dañados por gusanos.

En las plantas se revisaron las hojas (haz y envés), los frutos mayores y menores a 2,5 cm de diámetro y las inflorescencias. Además, se anotó el número de nudos que tenía la planta así como el número de nudo donde se encontraba la estructura muestreada (hoja, flor o fruto), el

número de huevos o larvas, según su instar y la ubicación específica de éstos en la planta.

En el invernadero en el CATIE, en Turrialba, se colocaron 30 plantas en pilas de cemento cuyas dimensiones eran 1,2 m de alto, 6 m de largo y 1 m de ancho, cubiertas con una malla fina. Las plantas tenían 75 días de edad, y poseían flores y frutos de diámetro menor a 2,5 cm. A ellas se les introdujeron cinco hembras y cinco machos de *Heliothis* en su periodo de mayor actividad sexual (3-8 días después de emerger), dejándoseles por un intervalo de una semana.

Durante el experimento, para la alimentación de los adultos en las pilas se colocaron vasos plásticos conteniendo una solución de agua y miel, con una tapa a la cual se le insertó un filtro de 12 cm de longitud, de los usados en la fabricación de cigarrillos.

Después de este intervalo se retiraron los adultos y se contó la cantidad de huevos depositados sobre la planta. Las plantas posteriormente se colocaron en mesas, para realizar inspecciones diarias con el fin de observar el desplazamiento de las larvas desde o hacia las diferentes estructuras de la planta.

Los datos obtenidos se analizaron dividiendo la planta en tres estratos: inferior, medio y superior, según el número de nudos presentes al momento del muestreo. Las estructuras de la planta que se encontraron con huevos o larvas se

asignaron a dichos estratos según el nudo donde estaban ubicadas en la fecha de muestreo. Las frecuencias observadas en cada uno de los estratos se compararon entre sí por medio de una prueba de "t", para determinar el estrato con mayor presencia de larvas, huevos y/o el daño en los frutos. También se comparó el daño en relación con el tamaño de fruto en los estratos, por medio de una prueba de "t".

4.4 Efecto del aceite sobre huevos y larvas de *Heliothis* spp

En las mismas pilas en que se estudió la distribución del daño en la planta, se realizó la evaluación para medir la posible repelencia del aceite hacia los adultos de *H. zea* o la dificultad de las hembras de colocar sus huevos adheridos al follaje cuando se aplica aceite. Para ello se colocaron 10 plantas a las que se les aplicó aceite Volck 100 Neutral, y 30 min después se introdujeron tres hembras y tres machos, con cinco días de haber nacido, y se dejaron allí por una semana. Posteriormente se contó el número de huevos depositados sobre el follaje y sobre las paredes de la pila. El análisis de los datos se realizó por medio de una prueba de "t", comparando los promedios de la cantidad de huevos encontrados en la planta y en las paredes de la pila.

Para evaluar el efecto del aceite sobre los huevos de *H. zea* se colocaron sobre mesas, en el invernadero, 30 plantas conteniendo un total de 132 huevos, así como cinco platos petri conteniendo 20 huevos cada uno. Con un atomizador

manual se les aplicó aceite a ambos tratamientos, en la misma dosis que se utilizó en las pruebas de campo. Posteriormente se realizaron observaciones cada día para determinar el porcentaje de eclosión de los huevos y se les comparó con los testigos absolutos, los cuales contenían igual cantidad de huevos pero sin ninguna aplicación. Los datos se compararon por medio de una prueba de "t".

4.5 Efecto de la asociación tomate-frijol sobre el daño causado por el complejo de gusanos del fruto

El experimento se realizó en la finca del Centro Agrícola Cantonal de Grecia, cuya topografía es quebrada, con pendientes mayores del 10%. En el lote utilizado existía una plantación de café, variedad Mondo Novo, a la cual se le practicó una poda de renovación.

En esta parcela se realizaron en forma simultánea tres estudios para tesis de grado, referidos al efecto de la asociación tomate-frijol sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.), el gusano alfiler *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) y el complejo de gusanos del fruto.

4.5.1 Preparación del terreno

El lote se limpió manualmente. Se aplicaron 20 qq de CaCO_3 y 7000 kg de gallinaza, los que se incorporaron con una pasada de "rotavator" un mes antes de la siembra;

posteriormente se regó por aspersión dos veces por semana, para acelerar la proceso de descomposición de las enmiendas aplicadas.

4.5.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron :

1. Testigo absoluto (tomate sin aplicación de insecticidas).
2. Testigo relativo (tomate más insecticidas usados por el agricultor).
3. Tomate más vainica var. Labrador.
4. Tomate más vainica var. Morgan.
5. Tomate más aceite agrícola (Volck 100 Neutral).
6. Tomate más vainica var. Labrador más aceite.
7. Tomate más vainica var. Morgan más aceite.
8. Tomate más vainica var. Labrador (dos siembras).
9. Tomate más vainica var. Morgan (dos siembras).

La selección de las dos variedades de vainica (*Phaseolus vulgaris* L.) se hizo por la diferente tonalidad en la coloración del follaje, ya que la var. Labrador es verde claro, mientras que la Morgan es verde oscuro, lo que podría tener un efecto en la atracción de la mosca blanca, la principal plaga en la zona. En el caso del *Heliothis*, la diferencia en la textura de las vainas de ambas variedades

podría resultar en una mayor preferencia para la alimentación de las larvas, lo que resultaría en un menor daño a los frutos de tomate.

El diseño de los tratamientos 8 y 9 se realizó basándose en el supuesto que una segunda siembra de vainica (relevo), puede aumentar la protección al tomate, ya que mantiene las poblaciones de enemigos naturales y suministra una fuente de follaje fresco para que las hembras ovipositen sobre él, o bien dificultan el acceso a los sitios de oviposición en el follaje.

El ensayo se estableció el 26-II-92. La variedad de tomate utilizada fue Catalina, sembrada en forma directa, con 8-10 semillas por hoyo, a una distancia entre plantas de 0,4 m y entre surcos de 2 m condicionado por el espaciamiento del café; el total fue de 25 500 plantas/ha.

Se aplicaron 2 qq/ha de 10-30-10 a la siembra. Cuatro semanas después se raleó para dejar dos plantas por hoyo, al mismo tiempo que se aplicaron 30 kg de Furadan y 400 cc de Decis por ha, para el control de gusanos cortadores.

El manejo del cultivo en general se realizó según las prácticas tradicionales del agricultor (testigo relativo), con excepción de las parcelas que incluían los tratamientos en estudio. El detalle de las actividades de manejo realizadas y de su costo aparecen en el Anexo I.

Las parcelas experimentales fueron de 5 m de largo, por cuatro surcos de ancho, distanciados a 2 m. Se dejó un espacio de 3,5 m de largo entre tratamientos y de 6 m entre bloques. Estos espacios fueron cultivados con tomate y manejados según las prácticas de control de plagas del agricultor, para evitar el efecto de la movilidad de la plaga desde o hacia las parcelas experimentales.

En los tratamientos 3, 4, 6, 7, 8 y 9 la vainica se sembró el 26-II-92, estableciéndose un surco de vainica a 60 cm de cada surcos de tomate. La distancia utilizada fue de 20 cm entre plantas, con dos semillas por hoyo, lo que equivale a 51 000 plantas/ha. En los tratamientos 8 y 9 la segunda siembra se realizó el 23-IV-92, es decir 15 días antes que la vainica de la primera siembra alcanzara su madurez fisiológica. Se usó la misma densidad que en la primera siembra, pero en este caso los surcos de vainica se sembraron a 25 cm de los surcos de tomate.

En los tratamientos 5, 6 y 7 el aceite se aplicó cada semana al tomate y a la vainica, a razón de 1,5 % de aceite por volumen de agua, hasta los 105 dds. La preparación de la mezcla se realizó vertiendo la mitad del agua en la bomba de mochila y luego se agregó un coadyuvante (Citowett) a razón de 0,025 % por volumen, se adicionó el aceite y se agitó; posteriormente se agregó agua hasta completar el volumen de aplicación. Las aplicaciones se realizaron con bomba de mochila de 16 l de capacidad y la boquilla utilizada fue del

tipo cónica 8003. Las aplicaciones se realizaron entre las 06-10 h o a las 16-17 h, para evitar el daño a las plantas por acción de la luz solar, y se registró el tiempo empleado en cada aplicación.

Cada semana se muestrearon diez plantas de cada cultivo, en los dos surcos del centro de la parcela, para el tomate y frijol, según el tratamiento. En el tomate se muestrearon las inflorescencias y la hoja inferior a la inflorescencia con la flor abierta más alta, para detectar la presencia de huevos; además, los frutos menores a 2,5 cm de diámetro para las larvas. En la vainica se muestrearon las flores, las cinco hojas superiores y dos vainas por planta.

La vainica sembrada simultáneamente con el tomate se cosechó el 24-IV-92, el 1-V-92 y el 8-V-92, en tanto que la segunda siembra se cosechó el 19-VI-92 y 26-VI-92. La cosecha de tomate se inició el 29-V-92 continuándose con dos cortes semanales hasta el 3-VII-92. En ambos casos se obtuvo el peso (kg) por parcela. En el tomate se clasificaron los frutos por categorías, de acuerdo con la presentada por Jiménez et al. (1988) así:

- Clase I:** Frutos con peso superior a 160 g, con diámetro mayor de 7 cm.
- Clase II:** Frutos con peso entre 120 y 160 g, con diámetro entre 5,5 y 7 cm, de buena calidad y apariencia.

Clase III: Frutos con peso inferior a 120 g, con diámetro menor de 5,5 cm, y por lo general con un grado de madurez no definido.

Los datos de rendimiento fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (1988).

Se registraron las cantidades y costos de insumos utilizados en la implementación de los tratamientos. El valor de la mano de obra utilizada se calculó en ¢ 100 la hora. El ingreso total se calculó multiplicando los rendimientos obtenidos por categoría de tomate y el precio de venta en el mercado en cada fecha de cosecha.

Con los datos de los ingresos obtenidos se realizó un análisis económico para evaluar los tratamientos. La metodología utilizada fue la de presupuestos parciales y análisis marginal de los beneficios netos. Este método de análisis es utilizado para evaluar la factibilidad de nuevas tecnologías para el agricultor (Perrin et al., 1976) entre las que se incluyen técnicas y programas de manejo integrado de plagas (Lacewell y Taylor, 1980; French, 1989).

La determinación de la rentabilidad de la actividad a implementar por el agricultor se determinó mediante el análisis marginal de beneficios netos, pues su propósito es el de revelar la manera en que los beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece (Perrin et al., 1976).

5. RESULTADOS

5.1 Caracterización de las especies

En la zona de Grecia, al menos para la estación seca, la especie de *Heliothis* predominante es *H. zea*, lo cual se determinó mediante no solo la captura de adultos en trampas con feromonas (Cuadro 2) sino también la recolección, crianza e identificación de larvas en el laboratorio (Cuadro 3). Cabe señalar que en este estudio no se colocaron trampas para capturar adultos de *Spodoptera* spp.

5.2 Fluctuación estacional de *Heliothis*

Debido a que la cantidad de adultos de *H. virescens* capturada fue muy baja y las mayores poblaciones fueron de *H. zea*, los resultados presentados a continuación están referidos principalmente a ésta.

El número de adultos capturados en las trampas se sumó y promedió semanalmente, según el número de campos muestreados en cada fecha. Las variaciones de *H. zea* de enero a julio, en la zona de Grecia (Anexo 2) presentaron picos entre los días julianos 113 y 140. La cantidad de huevos y larvas colectados en el mismo periodo, alcanzó el máximo entre los días julianos 141 y 147 (Anexo 3).

Cuadro 2. Número de adultos de *Heliothis* spp. capturados en trampas con feromonas, en dos localidades de Grecia. Estación seca, 1992.

| Especie | Santa Gertrudis | Bodegas | Total | % |
|---------------------|-----------------|---------|-------|----|
| <i>H. zea</i> | 36 | 231 | 267 | 93 |
| <i>H. virescens</i> | 6 | 15 | 21 | 7 |

Cuadro 3. Número de larvas de *Heliothis* y *Spodoptera* colectadas en los frutos en dos localidades de Grecia. Estación seca, 1992.

| Especie | Santa Gertrudis | Bodegas | Total | % |
|---------------------|-----------------|---------|-------|------|
| <i>H. zea</i> | 222 | 204 | 426 | 94.6 |
| <i>H. virescens</i> | 6 | 6 | 12 | 2.6 |
| <i>S. eridania</i> | 6 | 6 | 12 | 2.6 |

Al expresar porcentualmente el total de adultos capturados, en tres campos, según la edad del cultivo, se observó que los números se incrementaron desde las 10 semanas después de siembra (sds), alcanzando el máximo a las 13 sds (Fig. 2, Anexo 4). Los huevos empezaron a encontrarse en el follaje a partir de las 9 sds y las larvas en la 8 sds; asimismo, los porcentajes de huevos y larvas en el follaje fueron máximos a las 11 y 14 sds, respectivamente (Fig. 3A, Anexo 4).

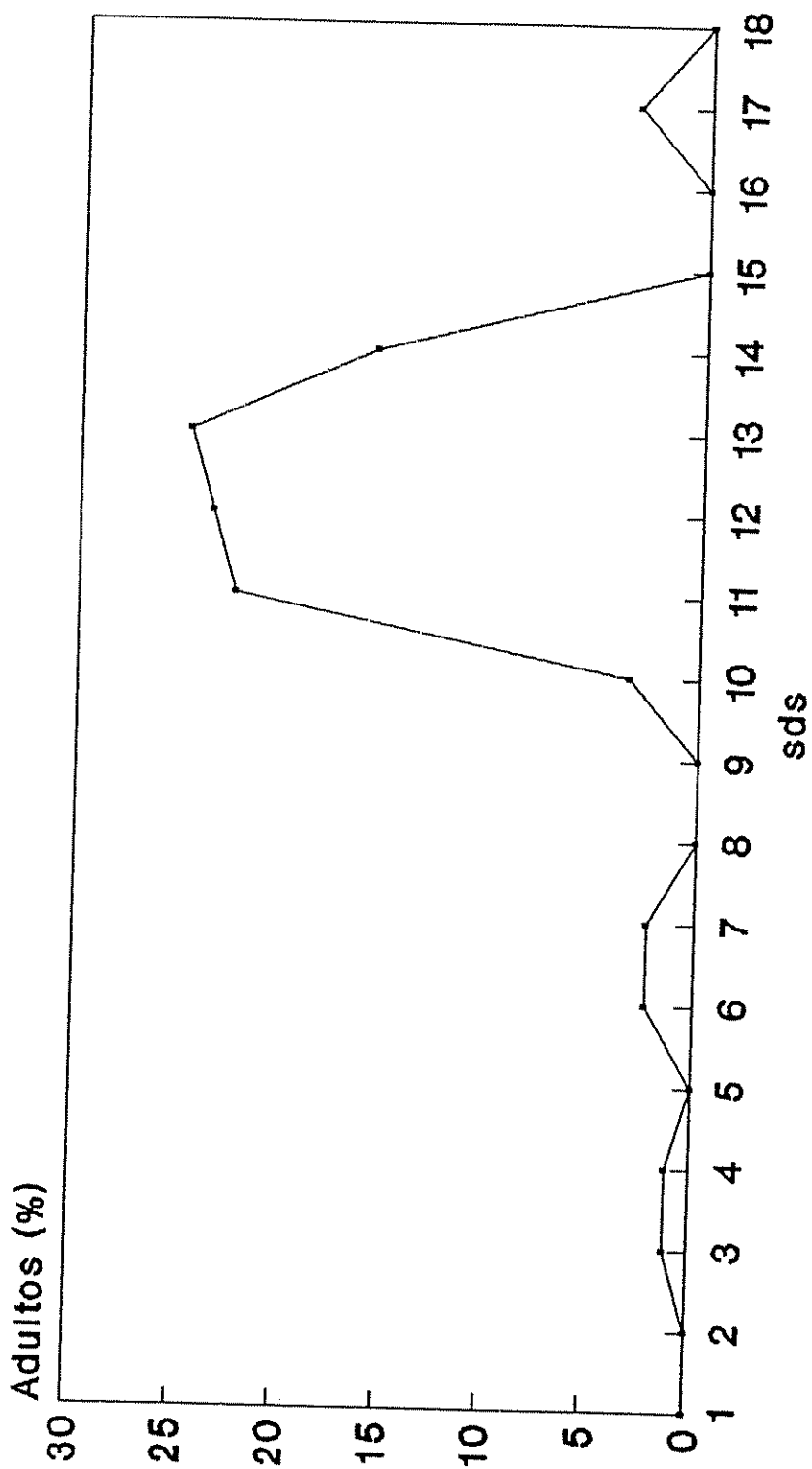


Figura 2. Abundancia de adultos de *H. zea*, expresada como el porcentaje del máximo número de adultos capturados durante la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992.

En los frutos los huevos aparecieron a las 9 sds y las larvas a las 10 sds; también existieron dos picos de huevos a las 10 y 13 sds y un pico máximo de larvas a las 13 sds (Fig. 3B, Anexo 4). Al totalizar los huevos y larvas en el cultivo, se observó que los huevos aparecieron a las 5 sds y las larvas a las 8 sds (Fig. 3C, Anexo 4). La máxima cantidad de huevos y larvas se produjo en la 13 sds; la cantidad de huevos se incrementó notablemente a partir de la 10 sds y la de larvas a las 11 sds.

El parasitismo no se detectó en los huevos y en las larvas fue bajo, de 5% para *H. zeá* y 8% para *S. eridania*; en *H. virescens* no se encontraron larvas parasitadas (Cuadro 4). Aunque se colectaron larvas durante toda la temporada del cultivo, las que resultaron parasitadas fueron colectadas entre las 11 y 14 sds.

Existió endoparasitismo y el parasitoide fue probablemente *Eucelatoria* sp. (Diptera: Tachinidae), el cual es del tipo idiobionte, ya que los adultos del parasitoide emergieron de larvas entre el quinto y sexto instar. Además, es gregario, pues se encontraron entre 2-9 pupas del parasitoide por larva, aunque el número máximo de adultos del parasitoide que emergieron fue de cinco individuos por larva de *Heliothis* parasitada.

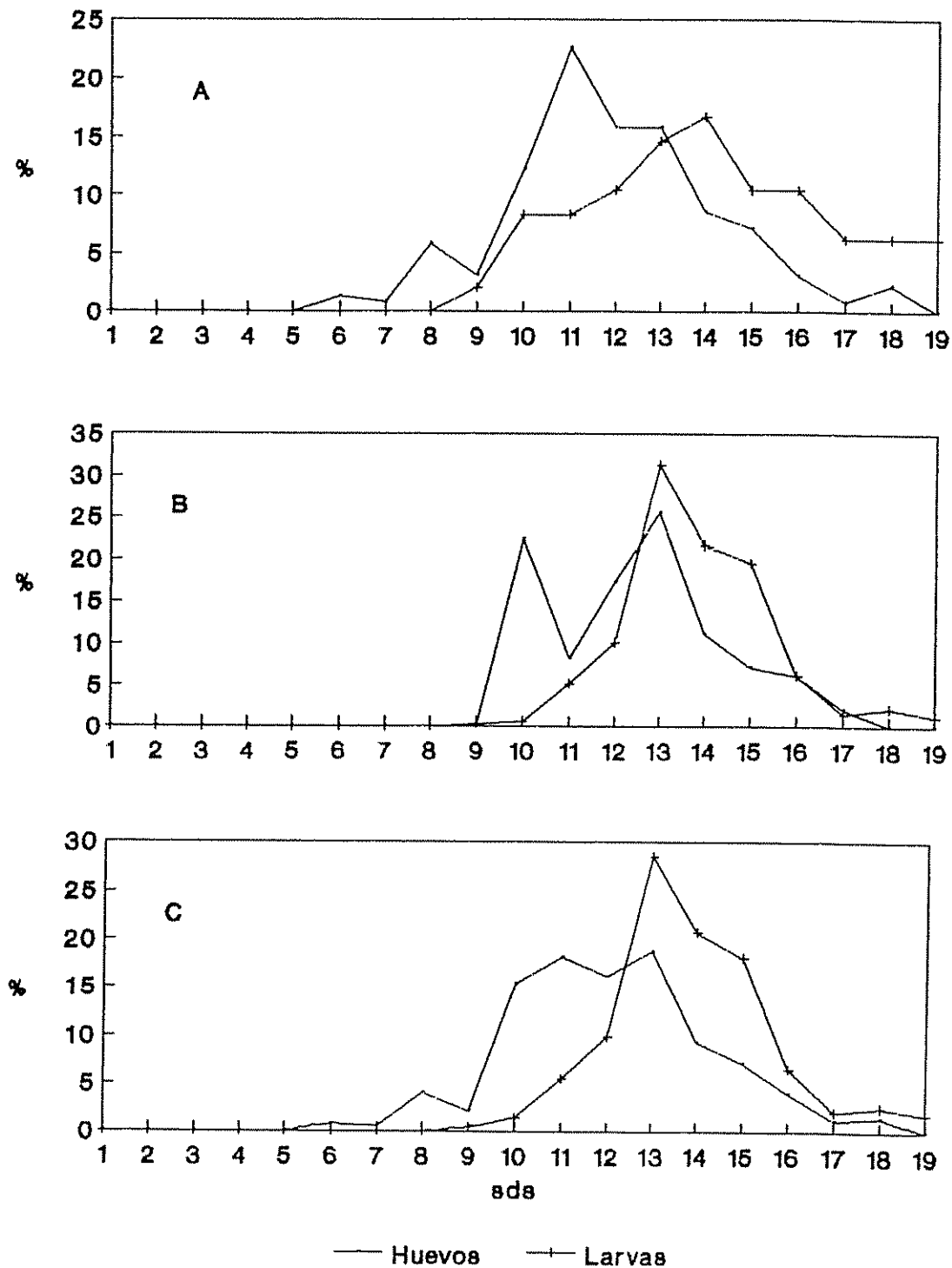


Figura 3. Abundancia de huevos y larvas de *H. zea* en el follaje (A), en los frutos (B) y en ambas estructuras (C), en tomate, expresada como el porcentaje del total durante la temporada del cultivo. Grecia. Estaci3n seca, 1992.

Cuadro 4. Porcentaje de parasitismo observado en las larvas de *Heliothis* y *Spodoptera*. Grecia. Estación seca, 1992.

| Especie | Nº | Parasitismo | |
|---------------------|-----|-------------|---|
| | | Nº | % |
| <i>H. zea</i> | 426 | 21 | 5 |
| <i>H. virescens</i> | 12 | 0 | 0 |
| <i>S. eridania</i> | 12 | 1 | 8 |

5.3 Fenología del cultivo

Las variedades Catalina y Hayslip mostraron un patrón sigmoideo de crecimiento en altura, con tres etapas de crecimiento: una inicial de crecimiento lento, una intermedia de crecimiento rápido y la final, en la cual el crecimiento fue muy lento o casi insignificante (Fig. 4). Las dos variedades no se diferenciaron mucho entre sí. En general, las tasas de crecimiento para ambas fueron de 3, 6 y 1,5 en las tres etapas citadas, respectivamente.

El aumento en el número de nudos en ambas variedades tuvo patrón de crecimiento lineal hasta cierto punto, más allá del cual no hubo crecimiento, con dos etapas de crecimiento, las cuales no difirieron en ambas variedades. Las tasas de incremento fueron de aproximadamente 1,20 y 0,2, en la primera y segunda etapa, respectivamente (Fig. 5).

La relación entre la altura y número de nudos puede ser expresada mediante las siguientes ecuaciones, donde el número de nudos es la variable dependiente y la altura es la variable independiente:

$$Y = 1,56 + 0,19x \quad r^2 = 0,97 \quad \text{Catalina}$$

$$Y = 1,37 + 0,16x \quad r^2 = 0,95 \quad \text{Hayslip}$$

La producción de botones florales, flores abiertas y cerradas, mostró un comportamiento sigmoideo (Figs. 6A, 6B, 6C). Ambas variedades produjeron los primeros botones a 5 sds y alcanzaron el 50 % aproximadamente en la 10 sds. En ambas variedades el aumento en la cantidad de botones, flores cerradas y flores abiertas presentaron tres fases de crecimiento: moderada, rápida y lenta, con tendencia a la estabilización al final de la temporada de cultivo. Las flores abiertas y cerradas en ambas variedades aparecieron desde la 5 sds, alcanzando el 50 % aproximadamente a las 10 sds.

Los frutos pequeños aparecieron a las 7 sds y alcanzaron el 50% a las 12 sds en la var. Catalina, mientras que en la var. Hayslip aparecieron a las 8 sds y alcanzaron el 50% casi a las 14 sds (Fig. 7A). Los frutos medianos aparecieron a las 8 sds y alcanzaron el 50% en la 13 sds para la var. Catalina, y en la var. Hayslip iniciaron a las 10 sds,

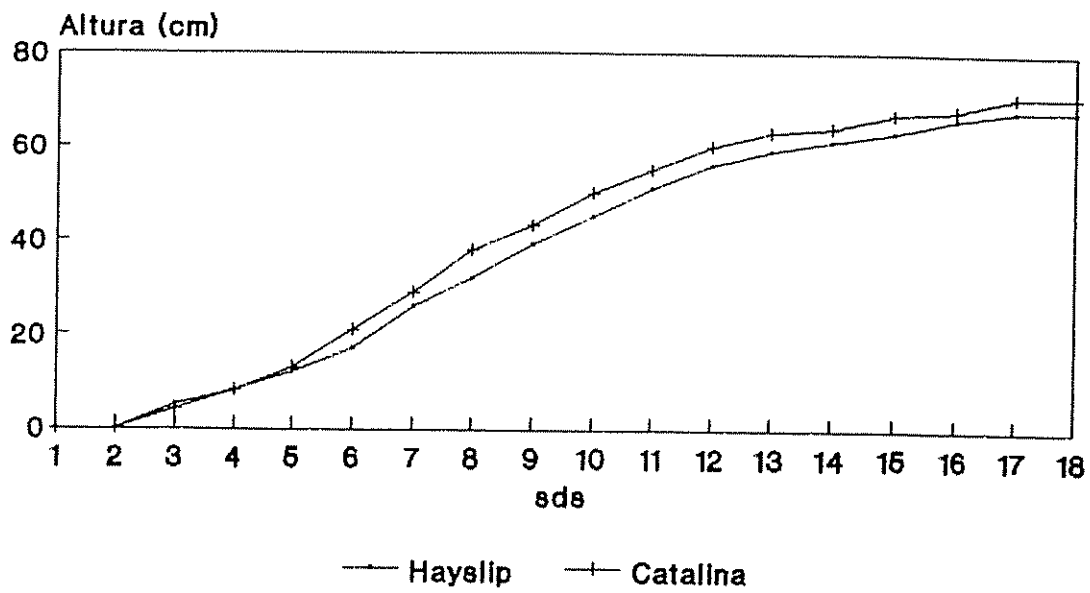


Figura 4. Crecimiento en altura de las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

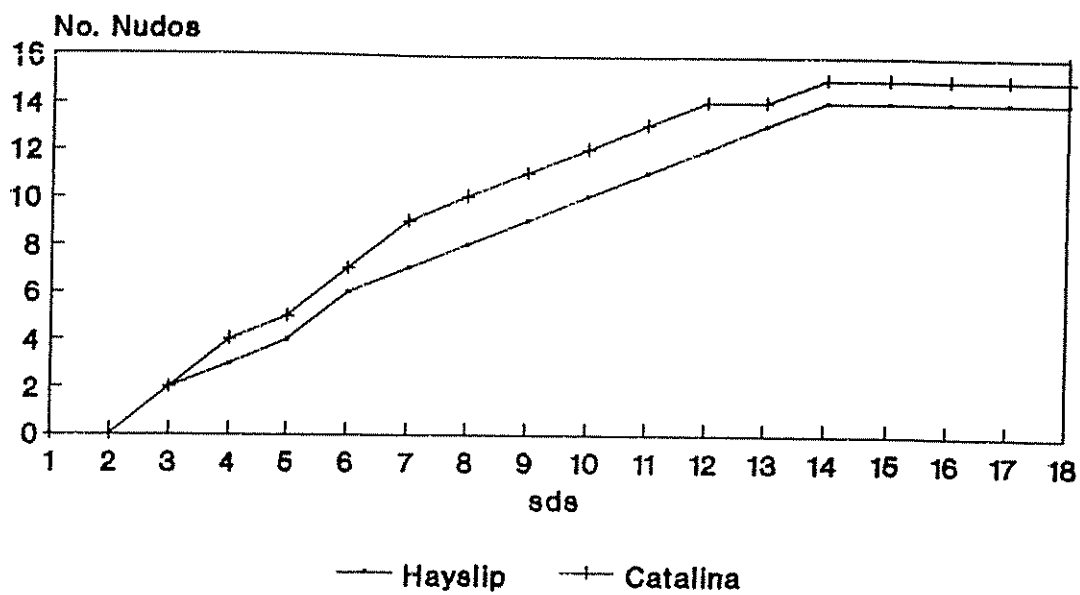


Figura 5. Número de nudos de las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

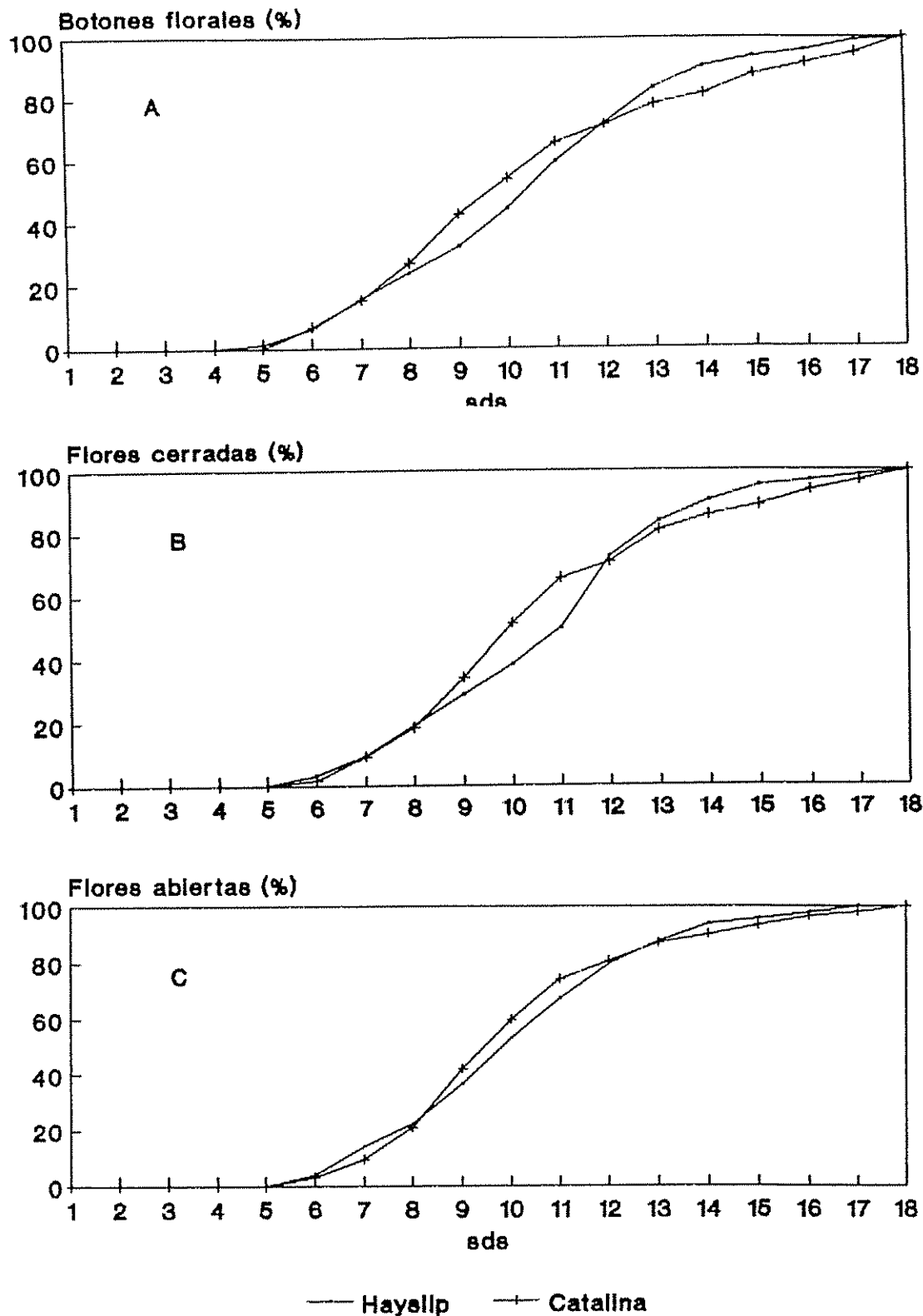


Figura 6. Aparición de botones florales (A), flores cerradas(B) y flores abiertas(C) en plantas de dos variedades de tomate, expresada como el porcentaje del total durante la temporada del cultivo.Grecla. Estación seca, 1992.

obteniéndose el 50% a las 14 sds (Fig. 7B).

En cuanto al tiempo fisiológico, medido por la acumulación de días-calor (Anexo 5), en general ambas variedades requirieron igual cantidad de días-calor y días calendario, existiendo solamente leves variaciones entre ambas localidades. Como promedio para ambas variedades y ambas localidades, para la expresión del 50% de las inflorescencias se necesitaron 10627 días-calor. También se necesitaron 9706,65 días-calor para alcanzar el 50 % de los botones florales; 9611,4 para flores cerradas y 10320 para flores abiertas.

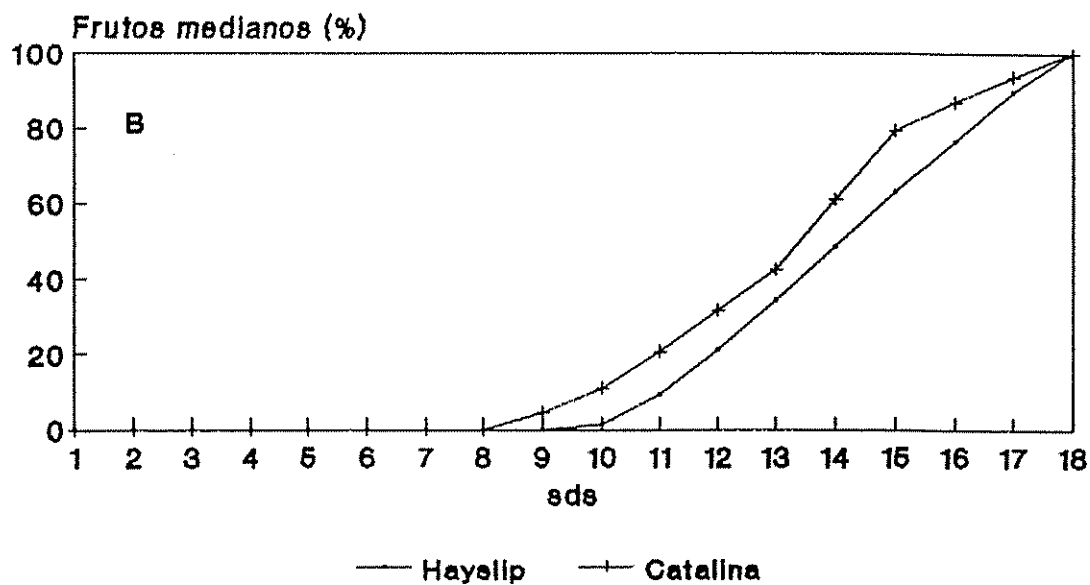
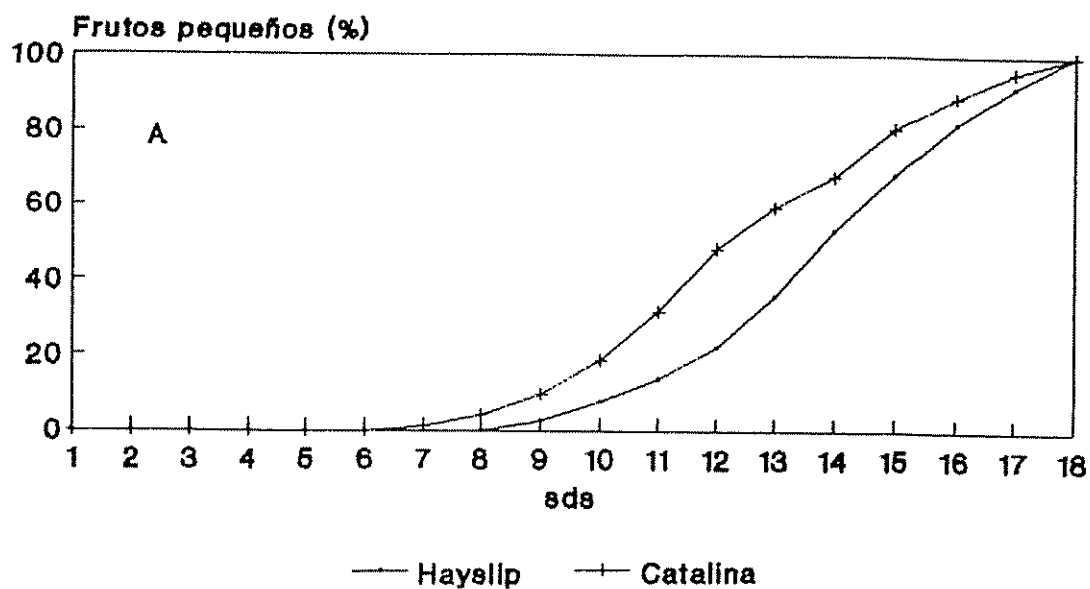


Figura 7. Aparición de frutos pequeños (A), frutos medianos (B) en plantas de dos variedades de tomate, expresada como el porcentaje del total en la temporada del cultivo. Grecia, Estación seca, 1992.

Para la expresión del 50 % de los frutos pequeños se necesitó la acumulación de 13402 días-calor y 13789,05 para los frutos medianos.

5.4 Distribución de los estados inmaduros y del daño de *Heliothis* spp. en la planta de tomate

5.4.1 Huevos y larvas

Las mayores cantidades de huevos y larvas en el campo se encontraron en el estrato superior de la planta (Cuadro 5). Además, en las plantas, en el campo, existieron diferencias altamente significativas entre las cantidades de huevos y larvas encontrados en los estratos inferior y superior (Cuadro 6), así como diferencias significativas entre los estrato inferior y medio; entre los estratos superior e inferior no hubo diferencias significativas. También hubo diferencias altamente significativas entre la cantidad de larvas encontradas en los estratos inferior y superior, así como diferencias significativas entre las cantidades encontradas en los estratos inferior y medio; entre los estratos superior y medio no existieron diferencias significativas (Cuadro 6).

Cuadro 5. Número de huevos (H) y larvas (L) encontrados en tres estratos de la planta de tomate e campos de agricultores a diferentes semanas después de siembra (sds). Grecia. Estación seca, 1992.

| sds | Promedio de nudos | Estrato | | | | | |
|-------|-------------------|--------------|---|-----------|----|--------------|----|
| | | Inferior (I) | | Medio (M) | | Superior (S) | |
| | | H | L | H | L | H | L |
| 9 | 10 | 1 | 0 | 22 | 2 | 20 | 6 |
| 10 | 11 | 0 | 0 | 18 | 0 | 36 | 6 |
| 11 | 12 | 0 | 0 | 1 | 12 | 20 | 17 |
| 12 | 13 | 1 | 3 | 2 | 18 | 7 | 20 |
| 13 | 13 | 0 | 3 | 8 | 14 | 14 | 17 |
| 14 | 13 | 0 | 2 | 0 | 18 | 4 | 20 |
| Total | | 2 | 8 | 41 | 64 | 101 | 82 |

Cuadro 6. Valores de " t " obtenidos al comparar el número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de la planta de tomate en campos de agricultores. Grecia. Estación seca, 1992.

| Estrato | Huevos | | Larvas | |
|---------|--------|-------|--------|-------|
| | t | P > t | t | P > t |
| I vs M | 2,44 | 0,05 | 2,854 | 0,033 |
| I vs S | 5,27 | 0,002 | 4,242 | 0,001 |
| M vs S | 1,54 | 0,15 | 1,022 | 0,330 |

I= inferior, M= medio, S= superior, $\alpha=0,05$

La cantidad de huevos y larvas encontradas en las plantas en el invernadero fue mayor en el estrato superior (Cuadro 7). Existieron diferencias significativas en la cantidad de huevos encontrada en los estratos inferior y medio, así como diferencias altamente significativas en las cantidades de huevos encontrada en los estratos superior y medio, y en los estratos superior e inferior (Cuadro 8). También existieron diferencias significativas en la cantidad de larvas encontradas en los estratos medio e inferior y diferencias altamente significativas cuando se comparó el estrato superior contra el inferior y medio, siendo estas diferencias más evidentes entre los estratos inferior y superior (Cuadro 8).

Cuadro 7. Número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de las plantas de tomate en el invernadero. CATIE, Turrialba. 1992.

| Estratos | No. nudos | Nº en follaje | Nº en frutos | Total |
|---------------|-----------|---------------|--------------|-------|
| Huevos | | | | |
| I | 0-4 | 18 | 1 | 19 |
| M | 5-8 | 35 | 3 | 38 |
| S | 9-14 | 92 | 4 | 96 |
| Larvas | | | | |
| I | 0-4 | 2 | 0 | 2 |
| M | 5-8 | 5 | 6 | 11 |
| S | 9-14 | 4 | 65 | 69 |

I= inferior, M= medio, S= superior

Cuadro 8. Valores de " t " obtenidos al comparar el número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de plantas de tomate en el invernadero. CATIE, Turrialba, 1992.

| Estrato | Huevos | | Larvas | |
|---------|--------|--------|--------|--------|
| | t | P > t | t | P > t |
| I vs M | 4,97 | 0,002 | 4,02 | 0,002 |
| I vs S | 12,90 | 0,0000 | 36,35 | 0,0001 |
| M vs S | 11,83 | 0,0001 | 25,43 | 0,0001 |

I= inferior, M= medio, S= superior, $\alpha = 0,05$.

5.4.2 Daño en los frutos

La cantidad de frutos dañados fue máxima en el estrato superior y mínima en el inferior (Cuadro 9). Existieron diferencias altamente significativas cuando se comparó las cantidades encontradas en los estratos superior y medio contra el estrato inferior, pero no existieron diferencias significativas cuando se compararon entre los estratos superior e inferior (Cuadro 10).

Cuadro 9. Número de frutos dañados por tamaño en tres estratos de las plantas de tomate en campos de agricultores a diferentes sds. Grecia. Estación seca, 1992.

| sds | Promedio de nudos | Inferior (I) | | Medio (M) | | Superior (S) | |
|-------|-------------------|--------------|----|-----------|----|--------------|----|
| | | a | b | a | b | a | b |
| 9 | 10 | 0 | 11 | 11 | 11 | 17 | 0 |
| 10 | 11 | 0 | 6 | 3 | 16 | 25 | 6 |
| 11 | 12 | 0 | 7 | 8 | 14 | 21 | 0 |
| 12 | 13 | 0 | 8 | 7 | 15 | 15 | 5 |
| 13 | 13 | 0 | 6 | 8 | 15 | 14 | 7 |
| 14 | 13 | 0 | 6 | 11 | 14 | 17 | 2 |
| Total | | 0 | 44 | 48 | 75 | 109 | 20 |

a= diámetro menor a 2,5 cm. b= diámetro mayor a 2,5 cm.

Cuadro 10. Valores de " t " obtenidos al comparar el número de frutos dañados en tres estratos de la planta en campos de los agricultores. Grecia. Estación seca, 1992

| Estrato | t | P > t |
|---------|-------|-------|
| I vs M | 12,68 | 0,000 |
| I vs S | 10,53 | 0,000 |
| M vs S | 1,78 | 0,056 |

I= inferior, M= medio, S= superior, α = 0,05.

La comparación del daño según el tamaño de los frutos mostró que para los frutos de diámetro menor a 2,5 cm existieron diferencias altamente significativas cuando se comparó entre los tres estratos (Cuadro 11). También, para los frutos de diámetro mayor a 2,5 cm, existieron diferencias significativas en los estratos inferior y superior, y

diferencias altamente significativas al comparar entre el estrato medio y los estratos inferior y superior.

Cuadro 11. Valores de " t " obtenidos al comparar el daño de *Heliothis* según el tamaño de los frutos en tres estratos de la planta. Grecia. Estación seca, 1992.

| Estrato | Diámetro | | | |
|---------|----------|--------|----------|-------|
| | < 2,5 cm | | > 2,5 cm | |
| | t | P > t | t | P > t |
| I vs M | 6,6 | 0,0001 | 6,403 | 0,000 |
| I vs S | 10,8 | 0,0001 | 6,605 | 0,023 |
| M vs S | 4,9 | 0,0006 | 7,52 | 0,000 |

I= inferior, M= medio, S= superior, α = 0,05.

5.5 Efecto del policultivo de tomate-frijol sobre el daño causado por *Heliothis* spp.

Aunque el daño causado por *Heliothis* spp. fue insignificante, el tratamiento 3 presentó las menores pérdidas de rendimiento y el 1 las mayores pérdidas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Pérdida de rendimiento en tomate (en kg /ha) debido a *Heliothis* spp. en el experimento de asociación de tomate y vainica. Grecia. Estación seca, 1992.

| Tratamiento | kg/ha |
|-------------|-------|
| 1 | 600 |
| 2 | 335 |
| 3 | 105 |
| 4 | 133 |
| 5 | 437,5 |
| 6 | 111 |
| 7 | 124 |
| 8 | 107 |
| 9 | 104 |

En cuanto al rendimiento total o al rendimiento de cada una de las categorías específicas anteriormente descritas, no existieron diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, según el análisis de varianza (Cuadro 13). Sin embargo, para el rendimiento de tomate de primera categoría, el tratamiento 9 (tomate más dos siembras de vainica Morgan) presentó los mayores rendimientos y el 5 (tomate más aplicaciones de aceite) los más bajos.

Cuadro 13. Análisis de varianza para rendimiento de tomate por categoría y total. Grecia. Estación seca, 1992.

| Categoría | Fuente de variación | g. l. | F | P > F |
|----------------|---------------------|-------|--------|--------|
| 1 ^a | Tratamiento | 8 | 1,55 | 0,2172 |
| | Bloque | 2 | 1,18 | 0,3327 |
| 2 ^a | Tratamiento | 8 | 1,7 | 0,1737 |
| | Bloque | 2 | 1,37 | 0,2826 |
| 3 ^a | Tratamiento | 8 | 0,53 | 0,8136 |
| | Bloque | 2 | 8,61 | 0,0029 |
| Total | Tratamiento | 8 | 0,1243 | 0,2321 |
| | Bloque | 2 | 0,3986 | 0,4777 |

$\alpha = 0,05.$

En cuanto al tomate de segunda categoría, los tratamientos 4, 3, 7 y 2 fueron los de mayor producción mientras que el 5 (tomate más aceite) ocupó el último lugar (Cuadro 14). Los promedios de producción de la tercera categoría fueron bastante parecidos en valor numérico, pero a diferencia de lo sucedido con las otras categorías, el tratamiento 1 (testigo absoluto) produjo la menor cantidad de tomate (Cuadro 14). En la producción total el tratamiento 7 y 3 produjeron la mayor cantidad de tomate y el 5 nuevamente la menor cantidad.

Cuadro 14. Promedio de rendimiento por categoría y rendimiento total (en kg/ha) de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

| Tratamiento | Categorías | | | Total |
|-------------|------------|-------|--------|-------|
| | 1ª | 2ª | 3ª | |
| 1 | 17176 | 8192 | 4016,7 | 29385 |
| 2 | 19151 | 9548 | 4466,7 | 33165 |
| 3 | 18424 | 9754 | 5116,7 | 33297 |
| 4 | 16462 | 10011 | 4189,2 | 30662 |
| 5 | 13704 | 7326 | 4841,7 | 25872 |
| 6 | 15162 | 8821 | 4854,2 | 28837 |
| 7 | 19304 | 9731 | 4816,7 | 33852 |
| 8 | 18520 | 8213 | 4125,0 | 30858 |
| 9 | 19981 | 9349 | 4495,8 | 33825 |

En cuanto al rendimiento de vainica existieron diferencias significativas ($P = 0,066$) entre variedades al realizar una sola siembra, y diferencias significativas ($P = 0,044$) al incluir dos siembras (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza para rendimiento de vainica en asociación con tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

| Nº de siembras | Fuente de variación | g.l. | F | $P > F$ |
|----------------|---------------------|------|------|---------|
| 1 | Tratamientos | 5 | 2,99 | 0,066 |
| | Bloque | 2 | 2,13 | 0,1692 |
| 2 | Tratamientos | 5 | 3,48 | 0,0441 |
| | Bloque | 2 | 2,30 | 0,1510 |

Los tratamientos 3, 6 y 8 fueron superiores al resto en la primera siembra, y cuando se realizó la segunda siembra el tratamiento 8 (dos siembras de vainica Labrador) fue superior al 9 (dos siembras de vainica Morgan). Es decir, que los tratamientos que incluyeron a la vainica Labrador, superaron numéricamente los que incluyeron a la vainica Morgan en cualquier circunstancia (Cuadro 16). Cuando se comparó el rendimiento total de vainica en una y dos siembras, se encontró que el tratamiento 8 fue superior numéricamente a los demás; el tratamiento 4 y 9 fueron inferiores tanto en una como en dos siembras.

Cuadro 16. Promedios de rendimiento (en kg/ha) de vainica en tratamientos con una y dos siembras. Grecia. Estación seca, 1992.

| Tratamiento | Rendimiento | | |
|-------------|-----------------|-----------------|--------|
| | Primera siembra | Segunda siembra | Total |
| 3 | 6124,8 | | 6124,8 |
| 6 | 6108,3 | | 6108,3 |
| 8 | 6058,3 | 829 | 6887,3 |
| 7 | 5505,8 | | 5505,8 |
| 4 | 4312,5 | | 4312,5 |
| 9 | 4079,2 | 424,1 | 4503,3 |

Al evaluar el efecto del aceite Volck 100 Neutral como repelente para los adultos de *Heliothis* o su acción física al dificultar la adherencia de los huevos a las hojas, se encontraron 93 huevos en las plantas y 26 en las paredes de

las pilas, lo que indica que no se observó ninguno de los efectos esperados. Por otra parte al aplicar aceite sobre los estados inmaduros de *Heliothis* spp., éste mostró un bajo efecto sobre los huevos en las plantas y cajas petri. En el primer caso existió un 81% de eclosión y una semana después la sobrevivencia fue de 77%; en los platos petri hubo porcentajes de eclosión de 73% y sobrevivencia de 62% (Cuadro 17).

Cuadro 17. Número de huevos y larvas encontrados una y dos semanas después de la aplicación de Volck 100 Neutral en el invernadero. CATIE, Turrialba, 1992.

| | Nº semanas después de la aplicación de aceite | | |
|----------------|---|------------|-----------|
| | 0 | 1 | 2 |
| En las plantas | 132 huevos | 108 larvas | 93 larvas |
| Cajas petri | 100 huevos | 73 larvas | 62 larvas |

5.6 Análisis económico del efecto del policultivo tomate-frijol

Generalmente las pruebas estadísticas utilizadas para determinar si los efectos de los tratamientos experimentales son o no una fuente de variación significativa, se realizan a niveles predeterminados de probabilidad, generalmente 5% o 1%. Sin embargo, los productores podrían estar dispuestos a aceptar tratamientos o alternativas tecnológicas con niveles

de probabilidad más altos. Asimismo, para determinar la viabilidad de una alternativa o tratamiento, ello se hace con base en los rendimientos físicos de campo que produce dicho tratamiento. Sin embargo, la estimación de los beneficios brutos de campo también es una medida de los rendimientos solamente que desde el punto de vista económico, de tal forma que pondera el rendimiento obtenido con los precios de venta del producto.

Basándose en lo anterior, se realizó un análisis de varianza para beneficios brutos de los tratamientos en estudio, para determinar así la importancia de cada una de las categorías de tomate y de la vainica en los ingresos obtenidos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Análisis de varianza para beneficios brutos de tratamientos en experimento de asociación tomate vainica. Grecia. Estación seca, 1992.

| Fuente de variación | g. l. | Valor de F | P > F |
|---------------------|-------|------------|-------|
| Bloque | 2 | 0,5 | 0,616 |
| Tratamiento | 8 | 2,5 | 0,056 |

$\alpha = 0,05$.

En este análisis se encontró que existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0,056$). La prueba de Duncan (Cuadro 19) dividió las medias de beneficios brutos de los tratamientos en cinco grupos: los tratamientos 7, 3 y 8,

se ubicaron en el primer grupo, seguidos por el 9, mientras que el tercer grupo lo formaron los tratamientos 6, 4 y 2, el cuarto el tratamiento 1 y el quinto el tratamiento 5.

Cuadro 19. Promedios de beneficios brutos de tratamientos en experimento de asociación vainica tomate. Grecia, Estación seca, 1992.

| Tratamiento | Promedios (¢/ha) | |
|-------------|---------------------|-----|
| 7 | 2494683 | a |
| 3 | 2494524 | a |
| 8 | 2448194 | a |
| 9 | 2433441 | ab |
| 6 | 2212451 | abc |
| 4 | 2210818 | abc |
| 2 | 2083541 | abc |
| 1 | 1825233 | bc |
| 5 | 1595773 | c |

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente entre sí mediante la prueba Duncan al 0,05.

Aunque el tratamiento 2 (testigo relativo o aplicaciones calendarizadas de insecticidas) se ubicó en el mismo grupo que los tratamientos 4 (vainica Morgan) y 6 (vainica Labrador más aceite), en valor monetario aquellos tratamientos que incluyeron a las vainicas en una siembra, dos siembras o en combinación con aceite, superaron a los testigos relativo y absoluto, así como a las aplicaciones de aceite, lo cual demuestra la superioridad de las vainicas en cuanto a los beneficios brutos obtenidos, en comparación con los tratamientos restantes.

El análisis de varianza de los beneficios netos de los tratamientos no permitió demostrar que existieron diferencias significativas al 5%, pero sí al 10% de confianza estadística (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis de varianza para beneficios netos de tratamientos en experimento de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

| Fuente de variación | g. l. | F | P > F |
|---------------------|-------|------|-------|
| Bloques | 2 | 0,94 | 0,418 |
| Tratamientos | 8 | 2,39 | 0,065 |

$\alpha = 0,05.$

Los promedios de los beneficios (según la prueba de Duncan) se congregaron en tres grupos: el inferior lo formó el tratamiento 5 y el superior los tratamientos 3, 7, 8, 9 y 4; el grupo intermedio lo formaron los tratamientos 6, 2 y 1 (Cuadro 21).

Para comparar las siembras, así como de los tratamientos que incluían la combinación de vainica y aceite, se promediaron los beneficios netos de los tratamientos con dos siembras de vainica, independientemente de la variedad y de igual forma se promediaron tanto para una siembra, como para la combinación de vainica con aceite, y se compararon junto con las aplicación de aceite y los dos testigos mediante el

análisis de varianza (Cuadro 22), encontrándose que existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 21. Promedios de beneficios netos de tratamientos en experimento de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

| Tratamiento | Promedios (¢/ha) | |
|-------------|---------------------|----|
| 3 | 2406804 | a |
| 7 | 2359329 | a |
| 8 | 2295246 | a |
| 9 | 2280493 | a |
| 4 | 2223098 | a |
| 6 | 2077097 | ab |
| 2 | 2045997 | ab |
| 1 | 1825233 | ab |
| 5 | 1460393 | b |

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente entre sí mediante la prueba Duncan al 0,05.

Cuadro 22. Análisis de varianza para comparar los beneficios netos de tratamientos con una y dos siembras de vainica y la combinación con aceite. Grecia. Estación seca, 1992.

| Fuente de variación | g. l. | F | P > F |
|---------------------|-------|------|-------|
| Bloque | 2 | 2,06 | 0,17 |
| Tratamiento | 5 | 3,51 | 0,04 |

$\alpha = 0,05$.

La prueba de Duncan permitió separar las medias en tres grupos (Cuadro 23): el primero lo formaron los tratamientos

que incluyeron a la vainica, así como el testigo relativo, el segundo grupo lo formó el testigo absoluto y el tercero la aplicación de aceite.

Cuadro 23. Promedios de beneficios netos de tratamientos de vainicas con una y dos siembras y en combinación con aceite. Grecia. Estación seca, 1992.

| Tratamientos | Descripción | Promedios (¢/ha) | |
|--------------|--|---------------------|----|
| 6 | Dos siembras tanto de vainica Labrador como de Morgan | 2287870 | a |
| 3 | Una siembra tanto de vainica Labrador como de Morgan | 2264951 | a |
| 4 | Aplicaciones de aceite en combinación con siembras tanto de vainica Labrador como de Morgan | 2218213 | a |
| 2 | Testigo relativo | 2045979 | a |
| 1 | Testigo absoluto | 1825233 | ab |
| 5 | Aceite | 1460393 | b |

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente mediante la prueba Duncan al 0,05.

También se trató de separar el efecto de las vainicas, para lo cual se promediaron los beneficios netos de los tratamientos con vainica Labrador, tanto en una como en dos siembras, y con aplicaciones de aceite, lo cual también se hizo para la variedad Morgan. El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 24). Al realizar la prueba de Duncan se formaron tres

categorías de promedios de beneficios netos, ubicándose en el primer lugar los tratamientos que incluyeron a las vainicas y el testigo del agricultor, el segundo lugar lo ocupó el tratamiento 2 y el tercero el aceite (Cuadro 25).

Cuadro 24. Análisis de varianza para comparar los beneficios netos de tratamientos de dos variedades de vainica, aceite y dos testigos. Grecia. Estación seca, 1992.

| Fuente de variación | g. l. | Valor F | P > F |
|---------------------|-------|---------|--------|
| Bloques | 2 | 2,77 | 0,1215 |
| Tratamiento | 4 | 4,03 | 0,04 |

$\alpha = 0,05$

Cuadro 25. Promedios de beneficios netos tratamientos de dos variedades de vainica, aceite y dos testigos. Grecia. Estación seca, 1992.

| Tratamientos | Descripción | Promedios (¢/ha) | |
|--------------|--|---------------------|----|
| 3 | Vainica Labrador tanto en una y dos siembras y en combinación con aceite | 2259716 | a |
| 4 | Vainica Morgan tanto en una y dos siembras y en combinación con aceite | 2254307 | a |
| 2 | Testigo relativo | 2045997 | a |
| 1 | Testigo absoluto | 1825233 | ab |
| 5 | Aceite | 1460393 | b |

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente entre sí mediante la prueba Duncan al 0,05.

Finalmente, se realizó el análisis de presupuesto parcial. Los tratamientos no dominados fueron 1, 2, y 3 y los dominados los restantes (Cuadro 26).

Para evaluar la rentabilidad de los tratamientos seleccionados como los de mayor beneficio neto, se realizó el análisis de presupuesto parcial (Cuadro 27). Aunque el análisis de beneficios netos mostró (Cuadro 21) que no existieron diferencias entre ambos tratamientos, se encontró que al pasar de cero aplicación de insecticida a la práctica del agricultor (aplicación calendarizada de insecticidas) se obtuvo una tasa de retorno de 588% (Cuadro 27). Además, el

realizar la siembra de vainica Labrador representó una tasa de retorno marginal 788%.

Cuadro 26. Análisis de dominancia de datos de tratamientos en experimento de asociación tomate y vainica. Grecia. Estación seca, 1992.

| Beneficio neto ¢/ha | Tratamientos | Costos variables ¢/ha | |
|------------------------|--------------|--------------------------|---|
| 2406804 | 3 | 87720 | |
| 2359329 | 7 | 135354 | d |
| 2295246 | 8 | 152948 | d |
| 2280493 | 9 | 152948 | d |
| 2123098 | 4 | 87720 | d |
| 2077097 | 6 | 135354 | d |
| 2045997 | 2 | 37544 | |
| 1825233 | 1 | 0 | |
| 1460393 | 5 | 35380 | d |

d= dominados

Cuadro 27. Análisis marginal de tratamientos no dominados por hectárea en experimento de asociación tomate y vainica. Grecia. Estación seca, 1992.

| Cambio con respecto al valor próximo superior | | | | | |
|--|-------------|-----------------|---------------------|-------|---------------------------------------|
| B. N. (¢/ha) | Tratamiento | C. V. (¢/ha) | Incremento marginal | | Tasa marginal de retorno (%) |
| | | | B. N. | C. V. | |
| 2406804 | 3 | 87720 | 360807 | 50176 | 719,08 |
| 2045997 | 2 | 37544 | 220764 | 37544 | 588,01 |
| 1825233 | 1 | - | - | - | - |

B. N. = Beneficios Netos

C. V. = Costos Variables

6. DISCUSION

En Grecia, Costa Rica, en la estación seca el fruto de tomate es atacado principalmente por *Heliothis zea*. Aunque en el istmo centroamericano no existen muchos datos publicados con respecto a la importancia individual de las especies *H. zea* y *H. virescens*, ni tampoco del género *Spodoptera*, como agentes causales de pérdidas en el fruto del tomate, los pocos datos disponibles mencionan que existe un ataque combinado de *Heliothis* spp. en tomate, pero con mayor presencia de *H. zea* (CATIE, 1990).

En otros lugares del continente americano, específicamente en los EE. UU., Lange y Bronson (1981) señalan a *H. zea* y *S. exigua* como las mayores plagas del tomate. También van Steenwyk (1983), encontró que en el Valle Imperial, California, en el cultivo de tomate aproximadamente el 75% de los huevos y larvas fueron de *H. zea* y el resto de *H. virescens*.

Esto sugiere que aunque son plagas generalistas, probablemente *H. zea* muestre preferencia por la colonización del tomate, pero no así *H. virescens* y *Spodoptera eridania*, para las cuales el tomate no es su cultivo favorito. En el caso de *H. virescens*, Snow y Brazzel (1965) encontraron que esta especie prefiere al algodón como su principal hospedante.

La mayor captura de adultos de *Heliothis* spp., que se presentó entre los 120-126 días julianos (30 de abril y 6 de mayo), puede deberse a que para ese período del año en la zona ya se han sembrado la mayoría de campos de tomate bajo riego, lo que asegura una adecuada concentración de alimentos en el tiempo y en el espacio, favoreciéndose el incremento de las poblaciones de *Heliothis* spp..

Aunque en las regiones templadas *H. zea* entra en diapausa durante el invierno (Kogan et al., 1978), en los trópicos no estacionales los contrastes entre las estaciones no son tan marcados, de modo que *H. zea* puede permanecer activo durante todo el año. En ausencia de cultivos, los hospedantes silvestres disponibles, le deben permitir reproducirse continuamente y completar 10-11 generaciones por año (Raulston et al., 1986). Por ejemplo, en León y Chinandega, Nicaragua, en el cultivo de algodón, *Heliothis* spp. presenta picos poblacionales de mayo a junio y de septiembre a enero (Daxl, 1989).

Durante la temporada de cultivo, la captura de adultos en las primeras 4 sds probablemente se debió a que eran machos provenientes de otros cultivos, que fueron atraídos hacia las trampas con feromonas.

En Grecia, en la estación seca, se observó una estrecha relación entre la cantidad de adultos capturados y la cantidad de huevos y larvas colectados posteriormente (Anexo

3). Una semana después de la máxima captura de adultos (120-126 días julianos) se presentó la máxima oviposición y 1-2 semanas después la mayor cantidad de larvas; es decir, hubo un intervalo de una semana entre la máxima oviposición y el pico de larvas.

La máxima captura de adultos en la 13 sds coincidió con los picos máximos de oviposición en el follaje. Además, los incrementos que se produjeron en la cantidad de adultos capturados en las 10, 11, 12 sds causaron picos de oviposición considerables en la 10, 11, 12 sds (Fig. 3). Los picos de oviposición que ocurrieron en la 10, 11, 12 sds, causaron picos de larvas en las 12, 13, 14 sds, es decir, dos semanas después que se presentó un pico de oviposición ocurrió el de larvas.

El pico de mayor recolección de larvas se produjo dos semanas después de la máxima oviposición, lo cual se puede explicar por ciertos aspectos biológicos de la plaga, pues *H. zea* requiere de 2-4 días para la eclosión de huevos y 14-25 días para el desarrollo de las larvas (King y Saunders, 1984). También, Mangat y Apple (1966), determinaron en el laboratorio que *H. zea* requiere aproximadamente 34 días para cumplir el ciclo de huevo a adulto a temperaturas constantes de 24 °C, y que se necesita la acumulación de 1824 días-calor para la eclosión de los huevos. En ese mismo período (127-141 días julianos), en las condiciones de Grecia, se acumularon

para *H. zea*, 3888 días-calor, lo cual permitió la eclosión de los huevos, así como el posterior desarrollo de las larvas.

Los datos de Mangat y Apple (1966) y Hogg y Calderón (1981), ayudan a explicar lo observado en el presente trabajo, ya que en el periodo de dos semanas que existe entre los picos de huevos y los de larvas se habían acumulado 3888 días-calor, lo que provocó la eclosión de los huevos. Por otra parte, aunque en la literatura no se encontraron los valores específicos de temperaturas ni el tiempo requerido para el desarrollo de cada estadio para *H. zea*, éstos no deben diferir mucho de los de *H. virescens* (Hogg y Calderón 1981), por ser especies congéneres. *H. virescens*, en el laboratorio a temperaturas constantes de 25 °C requiere 2,88 días para la eclosión de los huevos y 22,21 días para completar el periodo larval (Hilje, 1983). Es decir, que el intervalo de quince días que existió entre los picos permitió no solo la eclosión de los huevos, sino también el desarrollo de las larvas por lo menos hasta el cuarto o quinto instar, al momento en que fueron detectadas.

Por otra parte, las plantas de tomate, a las 6 sds iniciaron la floración, llegando en la 13 sds a más del 80% de botones florales, de flores cerradas y flores abiertas. Esto sugiere que el apareamiento de las estructuras florales ejerce una fuerte atracción sobre los adultos de *Heliothis*, que probablemente emigran de campos vecinos. Lo ocurrido en este estudio concuerda con lo señalado por varios autores

(Hillhouse y Pitre 1970; Alonso y Enkerlin, 1974; Johnson et al., 1975; Alvarado et al., 1982; Zalom et al., 1983a; Schneider et al., 1986; CATIE, 1990), quienes indican que la iniciación de la oviposición está relacionada con la formación de flores, lo que indujo la inmigración de los adultos de *Heliothis* desde los campos vecinos que se encontraban en ese período fenológico, principalmente cuando hubo mayor abundancia de flores abiertas. Esta inmigración es posible gracias a la gran capacidad de vuelo que posee los adultos de *Heliothis* spp. (Hendricks et al., 1973b; Hartstack y Witz, 1981).

El pico máximo de larvas en la 13 sds coincidió con los aumentos en la cantidad de frutos, que se inició en la 8 sds, y en ese período alcanzó cerca del 50% de frutos de diámetro inferior a 2,5 cm y aproximadamente el 80% de botones florales, flores abiertas y flores cerradas. Esto significa que la mayor abundancia de frutos en la 13 sds aseguró una mayor disponibilidad de alimento, por lo que las poblaciones de larvas fueron mayores. Observaciones similares fueron hechas por Raulston et al. (1980) en el cultivo de algodón y por Gross et al. (1976) en el cultivo de maíz, pues en ambos casos la mayor abundancia de frutos y las condiciones climáticas causaron incrementos en el número de larvas. King (1979) también encontró que el mayor daño se produce conforme hay mayor abundancia de frutos de tomate.

Al relacionar la cantidad total de huevos en el follaje y las larvas en los frutos, se notó que los picos de huevos a los 10, 11, 12 sds provocaron incrementos en la cantidad de larvas a las 12, 13, 14 sds en los frutos, dejando dos semanas entre los picos relativos de huevos y los picos de larvas en los frutos. El pico máximo de huevos en la 11 sds provocó un máximo de larvas en la 13 sds.

Además de que la acumulación de calor no fue una limitante para el desarrollo de las larvas, la mayor concentración de frutos en ese periodo permitió el desarrollo de las mismas, las que debido a su mayor movilidad, se desplazaron del follaje hacia los frutos cercanos, pues son éstos y las estructuras reproductivas con alto contenido de nitrógeno el alimento favorito de las larvas (Ali et al., 1989, Hardwick, 1965, Fitt 1989, Twine, 1979).

El comportamiento observado sugiere que aunque las poblaciones de *H. zea* son influenciadas por la temperatura y la humedad relativa, fueron las condiciones fenológicas del cultivo las que más influyeron. Esto coincide con lo encontrado por Isely (1935) y Gross y Young (1977). También Hogg y Calderón (1981), en un estudio realizado en *Trifolium incarnatum* (L), encontraron que las condiciones fenológicas de las plantas hospedantes fueron las que influyeron en el desarrollo y la atracción de *H. zea*, independientemente de la temperatura. Además, como lo discutieron Alonso y Enkerlin (1974), aunque la temperatura tuvo un efecto sobre la

regulación de la actividad diaria y en el número de adultos de *H. zea* capturados en trampas con feromonas en el cultivo de tomate, fue la interacción entre los factores climatológicos y los factores bióticos, los que determinaron dichos resultados.

La ausencia de parasitismo en los huevos, así como el bajo porcentaje observado en las larvas (Cuadro 4) puede ser debido a las altas dosis y frecuencias de aplicación, así como a la inespecificidad de los insecticidas usados, lo cual hace que los enemigos naturales, generalmente parasitoides del orden Hymenoptera, por su mayor susceptibilidad sean fácilmente eliminados por los insecticidas. O también porque el período del cultivo fue muy corto, y por lo tanto no permitió que al producirse el aumento en el número de huevos y larvas también se produjese el aumento en las poblaciones de los enemigos naturales, ya que generalmente éstos actúan en forma denso-dependiente con respecto a las poblaciones de sus hospedantes (Price, 1975).

Aunque las razones expuestas anteriormente permiten explicar los bajos niveles de parasitismo, en México, Nuñez y Somarriba (1975), en un estudio en maíz encontraron niveles de parasitismo en *Spodoptera* spp. causado por taquinidos iguales a los que se obtuvieron en este estudio para *S. eridania*. También King (1979), en Costa Rica, registró niveles de parasitismo de 35% en *H. virescens* causado por *Eucelatoria* sp. aunque las poblaciones de la plaga fueran

relativamente bajas. Esto podría indicar que probablemente los taquínidos en general actúan aún a bajas densidades de la plaga ya que de 426 larvas de *H. zea* colectadas 21 fueron parasitadas y en el caso de *S. eridania* de 12 larvas colectadas una se encontró parasitada.

Aunque no se condujo un estudio sistemático para probar las diferencias en el grado de parasitismo entre plantaciones de tomate sembradas en monocultivo y en asociación con frijol, los resultados mostraron que se el parasitismo fue de 11% en el policultivo y de 8 % en monocultivo, y aunque las diferencias observadas no son tan evidentes, dicha variación podría deberse probablemente a la relativa mayor complejidad que existe en el policultivo, lo que causó una mayor presencia de parasitoides y depredadores.

El comportamiento observado por las variedades de tomate es típico de las poblaciones en crecimiento (Pearl, 1925). De manera general, se puede decir que las diferencias en el comportamiento fenológico de ambas variedades no fueron tan marcadas y que las variaciones observadas fueron producto probablemente de la heterogeneidad de la población o del pequeño tamaño de muestra utilizado.

El período de aparición de las inflorescencias, botones florales, flores cerradas y flores abiertas fue muy similar, quizá debido a que todas ellas son estructuras afines y a que el largo intervalo entre cada período de muestreo (una

semana), permitió observar su sucesión en el tiempo. Además, al realizar el muestreo, probablemente varias de las estructuras fueron contadas nuevamente, lo que dificultó obtener curvas de comportamiento bien diferenciadas para cada una de ellas. Otra explicación podría ser que hubiera habido pérdidas de estructuras, es decir, no todos los botones florales se convirtieron en flores cerradas, ni todas las flores cerradas pasaron a ser flores abiertas, y así sucesivamente.

Algo análogo sucedió con los frutos pequeños y los frutos medianos. Sin embargo, sí existió una marcada diferencia en el tiempo y la cantidad de calor requerido para la aparición de las estructuras florales y los frutos, ya que hubo aproximadamente dos semanas de diferencia entre la aparición de las estructuras florales y los frutos. Para el 50 % de las estructuras florales se acumularon 10066 días-calor, mientras que para la aparición del 50 % de los frutos se acumularon 13595 días-calor. Esto demuestra que existe una sucesión en la aparición de estructuras florales y la posterior formación de los frutos.

Las diferencias encontradas entre la cantidad de huevos de *H. zea* en el estrato intermedio de la planta y en el inferior, tanto en el campo como en el invernadero, además de las diferencias significativas encontradas entre los estratos superior y el intermedio, se debieron probablemente a que en los estratos superior e intermedio de la planta se encontró

mayor cantidad de estructuras florales (botones, flores cerradas y flores abiertas), de tal manera que la hembra colocó sus huevos en aquellos lugares cercanos a los frutos y flores.

Análogamente, Chetumal y Alvarado (1980), encontraron una relación altamente significativa entre la proximidad de las hojas a las flores, así como entre el número de flores en la inflorescencia y la selección de la hoja para ovipositar en tomate, por *H. zea*. También Zalom et al. (1983) y Anónimo (1990) indicaron que la hoja inferior a la inflorescencia más alta con flores abiertas es el sitio favorito de oviposición. Asimismo, McLeod et al. (1988), Snodderly y Lambdin (1982) y Zalom et al. (1983) encontraron que los huevos fueron colocados en la periferia del follaje, preferiblemente de la parte media de la planta hacia arriba.

Las diferencias encontradas en el invernadero entre el estrato medio y el superior, puede deberse a que las plantas se ubicaron en pilas de cemento y por lo tanto al encontrarse en un espacio tan cerrado las polillas adultas concentraran su oviposición en la parte superior de la pila; así que la oviposición en el estrato medio fue inferior a la observada en el campo.

Las diferencias encontradas entre el nivel medio y el inferior, tanto en el campo como en el invernadero, posiblemente se deben a que en este último estrato, por las

características biológicas de las plantas, existieron hojas más viejas y pocas o ninguna flor, y por lo tanto hubo muy poca oportunidad de que las hembras ovipositaran en él.

En el caso de las larvas en el campo y en el invernadero, las diferencias entre el estrato inferior y el medio, y entre el estrato superior e inferior, se debieron a que aunque en los tres estratos había acumulación de frutos, que son el alimento de las larvas, en el inferior había frutos más grandes y, además, hacia él se desplazan o en él se encuentran larvas de mayor tamaño, próximas a empupar en el suelo. Ello significa que se encuentra mayor cantidad de larvas en los estratos intermedio y superior, ya que son estos los sitios de mayor oviposición y, por lo tanto, los de mayor presencia posterior de larvas, por el hecho de que en estos estratos existió mayor abundancia de flores y de frutos pequeños.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Burket et al. (1983), quienes encontraron que existe una alta correlación entre sitios de oviposición y el establecimiento de las larvas en la planta. También, Ali et al. (1989) y Farrar et al. (1985), encontraron en las plantas de algodón que las larvas se concentran donde hay mayor disponibilidad de las partes de las que ellas se alimentan. Asimismo, en el algodón, Jayaraj (1981) encontró larvas viejas en la parte inferior de la planta, las cuales se desplazan a empupar en el suelo, y Ramalho et al. (1984), encontraron los instares

tempranos de *H. zea* alimentándose en las partes superiores de la planta.

Las diferencias altamente significativas en cuanto a la localización del daño en los frutos, que existieron en los estratos medio y superior comparados con el inferior, pudo ser debida a que en el estrato inferior se encontraron los frutos más viejos, y también aquellos que fueron dañados en forma más temprana. Por lo tanto, al momento de realizar el muestreo, ya se han caído de la planta como consecuencia de la lesión causada por *Heliothis* o por la invasión de otros patógenos secundarios, o porque son fácilmente detectados y desechados por el agricultor cuando realiza la inspección para determinar el momento de cosecha. El que no existieran diferencias entre los estratos superior e inferior, se puede deber a que las larvas en los primeros instares se concentran en la parte media y superior de las plantas, porque en estos sitios hay mayor abundancia de frutos, los cuales pueden ser alcanzados fácilmente por las larvas debido a su movilidad.

El daño en función del tamaño de los frutos, fue altamente significativo entre los tres estratos. Los frutos de diámetro mayor a 2,5 cm son menos dañados que aquellos de diámetro menor de 2,5 cm. Esto parece contradictorio, pues los frutos de mayor tamaño son los que proveen mayor cantidad de alimento para las larvas de *Heliothis*. Sin embargo, Wilson et al. (1983) mencionan que los frutos verdes de diámetro menor a 2,5 cm son dañados tempranamente, ya que comúnmente

se hallan asociados con flores, que son las que atraen las hembras a ovipositar, aunque por su movilidad las larvas maduras pueden alimentarse de frutos pequeños.

El daño causado en los frutos por *Heliothis* spp. fue menor el tratamiento 3. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, probablemente debido a que no existió suficiente presión de plaga en la parcela experimental, por lo que el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de gusanos del fruto fue difícil de evaluar. Sin embargo, trabajos realizados por varios autores (Rosset et al., 1987; 1988, Gutiérrez y Zúñiga 1990), mostraron la eficacia de la asociación tomate-frijol en el control de las poblaciones de gusanos del fruto.

Entre los rendimientos de las variedades de vainica no existió diferencias en cuanto a una sola siembra pero sí en el caso de dos siembras. Las razones de esto pueden ser que la var. Morgan en la segunda siembra, fue más atacada por *Uromyces phaseoli* (roya del frijol) e *Isariopsis griseola* (mancha angular), lo que influyó en el rendimiento. La var. Labrador fue superior a la Morgan cuando se sembró sola o se combinó con aplicaciones de aceite. Esto podría deberse a que las características genéticas de la var. Labrador la hacen más rendidora.

En cuanto a la mortalidad observada en los estadios de huevos y larvas cuando se les aplicó aceite, ésta fue de 33% en las plantas y 38% en los platos petri para ambos estadios. Esto puede atribuirse a la mortalidad natural, pues Hilje (1983), encontró que a temperaturas moderadas de 20 y 25 °C, la mortalidad natural en esos estadios alcanzó valores de 30-40%.

En el análisis económico, se observó que en los beneficios brutos los tratamientos que incluyeron a la vainica superaron a los que no la incluyeron y a pesar de que el testigo relativo se comportó muy parecido a la var. Morgan y a la var. Labrador más aceite, fue superado por ambas en aproximadamente 6 % en beneficios brutos. También se observó que en los beneficios netos los tratamientos que incluyeron a la siembra de vainica superaron a los restantes. Además, se encontró que a pesar de estar ubicados en el mismo grupo, el tratamiento 3 superó al 7 y el 4 superó al 6, aunque en ambos casos los tratamientos 7 y 6 tuvieron mayores beneficios brutos. Esto se debió a que las aplicaciones de aceite incrementaron los costos variables de los tratamientos 7 y 6, lo que hizo que se obtuvieran menores beneficios netos en dichos tratamientos. También en este caso la aplicación de aceite ocupó el último lugar. Lo anterior también demuestra que las siembras de vainicas superaron a los testigos y al aceite.

Cuando se comparó el efecto de las siembras de vainica, se determinó que la realización de una y dos siembras son similares estadísticamente, pero existen diferencias entre las siembras de vainica y la aplicación de aceite. Esto se puede explicar al comparar los tratamientos de dos siembras, los cuales superaron a los de una en solo 1% y, aunque pertenecen a un mismo grupo los tratamientos con dos y una siembras de vainica, superaron al testigo relativo en aproximadamente 10%. Además, ambas siembras superaron a la aplicación de aceite en 36%. Las siembras de vainica superaron a la combinación de vainica con aceite en 3%. Esto demuestra que aunque no existieron diferencias entre los beneficios netos entre una y dos siembras o de su combinación con aceite, estos tratamientos sí superaron a los testigos.

Entre las variedades de vainica no existieron diferencias, lo que indica que ambas produjeron beneficios netos altos. Sin embargo, al comparar ambas con el testigo, relativo, lo superaron en 10% y a las aplicaciones de aceite en 36%.

En cuanto al análisis de presupuesto parcial, éste consiste en la cuantificación de los insumos que varían entre tratamientos, pero también, se valoriza la producción para los diferentes tratamientos, ya que ésta también varía. No es necesario cuantificar y valorizar los insumos que no fluctúan entre tácticas (French, 1989). La forma correcta de valorar los factores y productos necesarios para la aplicación del

presupuesto parcial es presentada por Perrin et al. (1976). El mismo autor señala que el presupuesto parcial permite determinar cuál de las opciones evaluadas incrementa al máximo el ingreso neto. Sin embargo, no indica si la actividad a implementar es económicamente rentable o aceptable, es decir, si provee información sobre el nivel de riesgo relacionado con las opciones, ni el retorno a factores limitantes, que también tiene importancia en la selección de la mejor opción (French, 1989).

Utilizando la metodología de presupuestos parciales, se determinó que el tratamiento 7 (var. Morgan más aceite) resultó dominado por el 3 (var. Labrador), puesto que su costo variable fue mayor que el tratamiento 3 y sus beneficios netos fueron menores. Además, resultaron como dominados los tratamientos 7, 8, 4, 9, 6. El tratamiento 2 resultó como no dominado, porque a pesar de que sus beneficios netos fueron inferiores a cualquier otro de los tratamientos que fueron dominados por el 3, sus costos variables también fueron mucho menores que dichos tratamientos. El testigo absoluto resultó no dominado por la práctica del agricultor (tratamiento 2), porque no tuvo costos variables en cuanto al control de insectos. El tratamiento 5 (aplicaciones de aceite) fue dominado por el testigo absoluto, ya que sus beneficios netos fueron inferiores y sus costos variables fueron mayores. El

tratamiento 3 (Labrador) dominó a los que incluyeron la var. Morgan.

Al realizar el análisis de retorno marginal, se encontró que cuando el agricultor pasó de no utilizar insecticidas a aplicaciones calendarizadas de los mismos, ello le representó una ganancia de ₡ 5,88 por cada colón invertido en la implementación de dicha práctica. La siembra de vainica tuvo mayor costo que la aplicación de insecticidas, pero la tasa marginal de retorno fue de ₡ 7,88 por colón invertido. Esta mayor tasa se produjo por los mayores ingresos netos obtenidos, debido a la protección que le brindó la vainica al tomate contra la mosca blanca, lo que causó menos virosis (Rafael Arias, comunicación personal) y por lo tanto frutos de mayor tamaño, así como también porque permitió obtener ingresos generados por la producción de vainica. Otros autores (Rosset et al. 1987, 1988; Gutiérrez y Zúñiga 1990) obtuvieron resultados similares, puesto que la siembra de tomate en asociación con frijol redujo el daño causado por los gusanos del fruto y la virosis causada por mosca blanca, y además fue más rentable debido a los beneficios económicos que generó la vainica.

7. CONCLUSIONES

1. Las especies del complejo de gusanos del fruto encontradas en la estación seca, en Grecia, fueron *Heliothis zea*, *H. virescens* y *Spodoptera sunia*, siendo la primera la especie predominante.
2. Durante el ciclo del cultivo, la etapa fenológica que más atrajo a los adultos de *Heliothis* spp. fue la floración, y la presencia de huevos y larvas en el cultivo se concentró en el periodo de floración y fructificación, encontrándose la mayor cantidad en los estratos medio y superior de la planta.
3. El porcentaje de parasitismo observado fue bajo, y se encontró entre las 11 y 14 semanas después de siembra, cuando las poblaciones de larvas fueron máximas. El parasitoide encontrado fue un díptero (Tachinidae), probablemente *Eucelatoria* sp.
4. Durante el periodo de duración del experimento de asociación tomate-frijol, el daño causado por *Heliothis* spp. fue nulo, por lo que no se pudieron detectar diferencias entre los rendimientos. No obstante, el tratamiento con mayor rentabilidad fue la siembra de tomate en asocio con vainica, debido a los ingresos adicionales que provienen de la siembra de vainica y al

efecto que ejerció ésta sobre las poblaciones de mosca blanca, que disminuyó la virosis en las plantas de tomate y permitió obtener mayores rendimientos.

8. RECOMENDACIONES

1. Para tomar decisiones con base en umbrales de acción, para *H. zea* en el cultivo de tomate, se debe intensificar el muestreo desde el inicio de la floración.
2. El muestreo para detectar los huevos de *H. zea* debe concentrarse en el tercio superior de la planta, por encontrarse en él la mayor cantidad de flores abiertas, lo que atrae a los adultos.
3. El muestreo de larvas debe concentrarse en el estrato medio, por encontrarse en él larvas de mayor tamaño, las cuales son más fáciles de detectar en el momento del muestreo.
4. Aunque en este estudio no se pudo comprobar la eficacia de la asociación tomate-frijol en la reducción del daño causado por los gusanos del fruto, la siembra del tomate en combinación con la vainica var. Labrador parece ser una opción viable para aumentar la rentabilidad del cultivo y, por lo tanto, incrementar los ingresos de agricultores.

9. BIBLIOGRAFIA

- ALI, A.; LUTTRELL, R.G.; PITRE, H.N.; DAVIS, F.M. 1989. Distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses on cotton. *Environ. Entomol.* 18(5): 881-885.
- ALLEN, J.; GONZALES, D.; GOKHALE, D.V. 1972. Sequential sampling plans for the bollworm, *Heliothis zea*. *Environ. Entomol.* 1(6): 771-780.
- ALONSO, F.; ENKERLIN, D. 1974. Estudios sobre la fertilidad y la influencia de los factores meteorológicos sobre la dinámica de población de *Helicoverpa (Heliothis) zea*. *Fol. Entomol. Mex.* 29:58.
- ALVARADO, B. 1991. Parasitismo natural e inducido en huevecillos del gusano del fruto en tomate industrial en Sinaloa, México. *In* Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (4, 1992, Honduras). El Zamorano. p. 74.
- ALVARADO, B.; LEIGH, T.F.; LANGE, W.H. 1982. Oviposition site preference by the tomato fruitworm on tomato, with notes on plant phenology. *J. Econ. Entomol.* 75(5): 895-898.
- ANONIMO. 1990. Integrated pest management for tomatoes. Oakland, California, University of California. (Publication 3274). 104 p.
- ARAGON, J. 1974. Estudios de la fluctuación de poblaciones de insectos de importancia económica agrícola en la comarca Lagunera. *Fol. Entomol. Mex.* 29:56.
- BARBER, G.W. 1938. New control method for the corn earworm. *J. Econ. Entomol.* 31(3):450.
- BARBER, G.W. 1942. Mineral oil treatment of sweet corn for earworm control. USDA. Circ. 657. 16 p.
- BARDUCCI, T.D. 1972. Ecological consequences of pesticides used for the control of cotton insects in Cañete Valley, Perú. *In* The Careless Technology. M. Farvar; J. P. Milton Eds. N. Y. Nat. Hist. p. 423-438.
- BARILLAS, E. 1987. Estudio preliminar de extractos vegetales en el control del gusano barrenador del fruto *Heliothis* spp. en tomate c. v. UC-82 en el valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala. *In* Congreso Nacional y Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de plagas (5, 1, 1987, Guatemala). Guatemala. Memorias. p. 116.

- BIGLEY, W.S.; PLAPP Jr., F.W. 1978. Metabolism of cis- and trans-[14C] permethrin by the tobacco budworm and the bollworm. *J. Agric. Food Chem.* 26: 1128-1134.
- BRADLEY Jr., J.R.; AGNELLO, A.M. 1988. Comparative persistence of the ovicidal activity of thiocarb, chlordimeform and methomyl against *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton. *J. Econ. Entomol.* 81(2):705-708.
- BRAZZEL, J.R.; NEWSOM, L.D.; ROUSSEL, J.S.; LINCOLN, C.; WILLIAMS, F.J.; BARNES, G. 1953. Bollworm and tobacco budworm as cotton pests in Louisiana and Arkansas. *La. Agr. Sta. Tech. Bull.* Nº 482 47 p.
- BURKET, G.R.; SCHNEIDER, J.C.; DAVIS, F.M. 1983. Behavior of the tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie) on tomato. *Environ. Entomol.* 12: 905-910.
- BUSVINE, J.R. 1951. Mechanism of resistance to insecticides in houseflies. *Nature* 168:193-195.
- BUTLER Jr., G.D.; HENNEBERRY, T.J. 1990a. Pest control on vegetables and cotton with household cooking oils and liquid detergents. *Southwestern Entomologist.* 15 (2): 123-131.
- CAJAS, C.; ZEA, J.; MARTINEZ, L.; LOPEZ, R.; CALDERON, R. 1985. Manejo integrado de plagas a nivel comercial en el cultivo de tomate en Usumatlán y Cabañas, Zacapa, Guatemala. *In* Congreso de Manejo Integrado de Plagas. (4, 1986, Guatemala). Guatemala. Memorias. p. 371-390.
- CALLAHAN, P.S. 1958b. Serial morphology as a technique for determination of reproductive patterns in the corn earworm *Heliothis zea* (Boddie) *Ann. Entomol. Soc. Am.* 51(5): 413-428.
- CASIDA, J.E.; RUZO, L.O. 1980. Metabolic chemistry of pyrethroid insecticides. *Pestic. Sci.* 11:257-269.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Tomate. Turrialba, C. R., CATIE/MIP. Serie Técnica Nº 151. 138 p.
- CHETUMAL, Q.; ALVARADO, B. 1980. Preferencia de oviposición de *Heliothis zea* (Boddie) en tomate. *Fol. Entomol. Mex.* 45:50.
- CONTINHO, S.A. 1965. Polyphagous larvae *Heliothis armigera* and *Heliothis peltigera* in the Cape Verde Islands. *Garcia De Orta.* 11:593-599.

- DAVID, C.T.; BIRCH, M.C. 1989. Pheromones and insect behaviour. In Insect pheromones in plant protection. A. R. Jutsum and R. F. S. Gordon Eds. p. 17-35.
- DAVIS, J.; WOLFWENBARGER, D.A.; HARDING, J.A. 1977. Activity of synthetic pyrethroids against cotton insects. *J. Econom. Entomol.* 68:373-374.
- DAXL, R. 1989. Manejo integrado de plagas del algodonero. In Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. K. Andrews y J. Quezada Eds. El Zamorano, Honduras p. 397-421.
- DOMINGUEZ, D. 1985. Problemas entomológicos actuales en la Península de Azuero, Panamá. Informe técnico. No 72. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. p. 32-35.
- ELLIOTT, M.; JANES, N.F.; POTTER, C. 1978. The future of pyrethroids in insect control. *Ann. Rev. Entomol.* 23:443-469.
- ELLSBURY, M.M.; BURKETT, G.A.; DAVIS, F.M. 1989. Development and feeding behavior of *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) on leaves and flowers of crimson clover. *Environ. Entomol.* 18(2): 323-327.
- ESTRADA, R. 1981. Experiencias de control biológico en Guatemala. In Curso Internacional de Control Integrado de Plagas. (1981, Guatemala). Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas. Sector Público Agrícola Guatemala. C. A. p. 128-142.
- FALCON, L.A. 1979. El concepto de agroecosistema. In Control integrado de plagas en sistemas de producción de cultivos para Pequeños Agricultores. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Vol. 1. p. 6-14.
- FARRAR Jr., R.R. ; BRADLEY Jr., J.R. 1985. Effects of within-plant distribution of *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae on larval development and survival on cotton. *J. Econ. Entomol.* 78:1233-1237.
- FIFE, L.C.; GRAHAM, H.M. 1963. Cultural control of overwintering bollworms and tobacco budworm. *J. Econ. Entomol.* 59:1123-1125.
- FITT, G.P. 1987. Ovipositional responses of *Heliothis* spp. to host plant variation in cotton (*Gossypium hirsutum*). In Insects-plants Proc. 6th. Int. Symp. Insect-Plant Relat., Pau., France, 1986. Dordrecht, The Netherlands: Junk. pp. 289-94

- FITT, G. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 34:17-52.
- FLINT, H.M.; KRESSIN, E.L. 1969. Transfer of sperm by irradiated *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) relationship to fecundity. *Can. Ent.* 101: 500-507.
- FRANCKLE, J.A. 1986. Observaciones en plantas no cultivadas como posibles hospederos de *Helicoverpa* (*Heliothis*) *zea* y poblaciones de la especie en primavera. Tesis Esc. Agric. y Gan.; Inst. Tec. Superior. Monterrey, N. L. México. 46 p.
- FRENCH, J.B. 1989. Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 12: 48-66.
- FYE, R.E.; McADA, W.C. 1972 Laboratory studies on the development, longevity, and fecundity of six lepidopterous pests of cotton in Arizona. USDA-ARS. Technical Bull. 1454. 73 p.
- GAMMON, D.; HOLDEN, J.S. 1980. A neural basis for pyrethroid resistance in larvae of *Spodoptera littoralis*. *In* *Insect neurobiology and pesticide action*. The Society of Chemical Industry Pesticides Group, London pp. 481-488.
- GARCIA, R. 1991. Reducción del bellotero *Helicoverpa zea* (Boddie) mediante el uso de control biológico en Nicaragua. *In* Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (4, 1992, Honduras). El Zamorano. p. 74.
- GARZA, L.E. 1971. Consideraciones ecológicas para *Helicoverpa* (*Heliothis*) *zea* (Boddie) e interpretación de la actividad de otros insectos en función de las condiciones meteorológicas de Apodaca. N. L. Tesis Esc. Grad. Agric. Inst. Tec. Monterrey. N. L. México 72 p.
- GASTON, L.K.; SHOREY, H.H. 1964. Sex pheromones of noctuid moths IV. An apparatus for bioassaying the pheromones of six species. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 57(6):779-780.
- GONZALES, D. 1970. Sampling as a basis for pest management strategies. *Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Control by Habitat Management.* 2:83-101.
- GORDON, R. 1988. Control químico del gusano del fruto del tomate (*Heliothis* spp.). (Los Santos 1987, 1982). *In* IDIAP. Resultados de investigaciones realizadas en hortalizas, frutales, raíces y tubérculos en 1987. Panamá. p 55-97.

- GROSS Jr., H.R.; WISEMAN, B.R.; McMILAN, W. 1976. Comparative suitability of whorl stages of sweet corn for establishment by larvae of the corn earworm. *Environ. Entomol.* 5(5): 955-958.
- GROSS Jr., H.R.; YOUNG, R. 1977. Comparative development and fecundity of corn earworm reared on selected wildland cultivated early-season hosts common to the Southeastern U. S. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 70:63-65.
- GUERRA, A.A. 1972. Introduction of sexual sterility in bollworms and tobacco budworms by heat treatment of pupae. *J. Econ. Entomol.* 65(2): 368-370.
- GUTIERREZ, A.; ZUÑIGA, N. 1989. El sistema policultivo tomate frijol como alternativa para el manejo integrado de plagas de tomate en Villaflores, Chiapas, México. *In* Congreso Nacional y Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (4, 3, Managua, 1990). Managua. p. 11.
- HAMM, J.J. 1980. Epizootics of *Entomophthora aulicae* in lepidopterous pests of sorghum. *J. Invertebr. Pathol.* 36:60-63.
- HARDWICK, D.F. 1965. The corn earworm complex. *Mem. Entomol. Soc. Can.* Vol. 40. 247 p.
- HARTSTACK, A.W.; HENDRICKS, D.E.; LOPEZ, J.D.; STADELBACHER, E. A.; PHILLIPS, J.R.; WITZ J.A. 1979a. Adult sampling *In*: Economic thresholds and sampling of *Heliothis* species on cotton, corn, soybeans and other host plants. *Southern. Coop. Ser. Bull.* pp. 105-131.
- HARTSTACK, A.W.; WITZ, J.A. 1981. Estimating field populations of tobacco budworm moths from pheromone trap catches. *Environ. Entomol.* 10(6):908-914.
- HARTSTACK, A.W.; WITZ, J.A.; BUCK, D.R. 1979b. Moth traps for the tobacco budworm. *J. Econ. Entomol.* 72(4):519-522.
- HENDRICKS, D.E.; GRAHAM, H.M.; RAULSTON, J.R. 1973b. Dispersal of sterile tobacco budworms from release points in northeastern Mexico and southern Texas. *Environ. Entomol.* 2(6):1085-1088.
- HENDRICKS, D.F.; PEREZ, C.T.; GUERRA, R.J. 1980. Effects of nocturnal wind on performance of two sex pheromone traps for noctuid moths. *Environ. Entomol.* 9(5):483-485.
- HERZOG, G.A.; PHILLIPS, J.R. 1976. Selection for diapause strain of the bollworm *Heliothis zea*. *J. Hered.* 67:173-75.

- HILHOUSE, T.L.; PITRE, H.N. 1976. Oviposition by *Heliothis* on soybeans and cotton. *J. Econ. Entomol* 69(2):144-126.
- HILJE, L. 1983. Spatio temporal phenology of *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Imperial Valley, California. Ph. D. Thesis. Riverside, U.S.A. University of California. 261 p.
- HOGG, D.B.; CALDERON, C. 1981. Developmental times of *Heliothis zea* and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and pupae in cotton. *Environ. Entomol.* 10:177-179.
- HOLLINGSWORTH, J.P.; HARTSTACK, A.H.; BUCK, D.R.; HENDRICKS, D. E. 1978. Electric and nonelectric moth traps baited with the synthetic sex pheromone of the tobacco budworm. U.S.D.A. ARS-S-173. 13 p.
- INSTITUTO DE FOMENTO Y ASESORIA MUNICIPAL. (COSTA RICA). 1981. Cantones de Costa Rica. s.l. Departamento de Planificación. 232 p.
- INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, NICARAGUA. 1990. Dieta artificial para *H. zea*, *Spodoptera exigua* y *S. sunia*. Managua, Nicaragua. 43 p. (Mimeografiado).
- ISELY, D. 1935. Relation of hosts to abundance of cotton bollworm. *Arkansas Agric. Exp. Stat. Bull.* 320.
- JAYARAJ, S. 1981. Biological and ecological studies of *Heliothis*. In International Workshop on *Heliothis* Management (1981, Patancheru, India). Proceedings. Patancheru, ICRISAT. p. 17-28.
- JENSEN, M.P.; CROWDER, L.A.; WATSON, T.F. 1984. Selection for permethrin resistance in the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 77:1409-1441.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; GAMBOA, A. 1988. Estudio preliminar de fertilidad de suelos en tomate en relación a incidencia de enfermedades. Turrialba, C. R., CATIE. Proyecto MIP. 12 p. (Mimeografiado).
- JOHNSON, M.W.; STINNER, R.E.; RABB, R.L. 1975. Ovipositional response of *Heliothis zea* (Boddie.) to its major hosts in North Carolina. *Environ. Entomol.* 4(2):291-297.
- JUTSUM, A.R.; GORDON, R.F. 1989. Introduction pheromones: Importance to insects and role in pest management. In Insect pheromones in plant protection. A. R Jutsum and R. F. S. Gordon Eds. pp. 1-131.

- KASS, D.C. 1978. Polyculture cropping systems: Review and analysis. Cornell International Agriculture Bulletin 32: 69 p.
- KENNEDY, G.G.; GOULD, F.; DEPONTI, O.M.; STINNER, R.E. 1987. Ecological agricultural genetic and commercial considerations in the deployment of insect-resistant germplasm. Environ. Entomol. 16:327-338.
- KING, A.B. 1979. Manejo de plagas en cultivos hortícolas con consideración especial de la producción en zonas no tomateras. In Control integrado de plagas en sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Vol. 2. p. 206-217.
- KING, A.B. S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Depto. Producción Vegetal. 175 p.
- KING, E.G.; COLEMAN, R.J. 1989. Potential for biological control of *Heliothis* species. Ann. Rev. Entomol. 34:53-75.
- KLUN, J.A.; PLIMMER, J.R.; BIERL-LEONHARDT, B.A.; SPARKS, A.N.; PRIMIANI, M.; CHAPMAN, O.L.; LEE, G.H.; LEPONE, G. 1980a. Sex pheromone chemistry of female corn earworm moth, *H. zea*. J. Chem. Ecol. 6(1): 165-175.
- KLUN, J.A.; BIERL-LEONHARDT, B.A.; PLIMMER, J.R.; SPARKS, A.N.; PRIMIANI, M.; CHAPMAN, O.L.; LEPONE, G.; LEE, G.H. 1980b. Sex pheromone chemistry of the female tobacco budworm moth, *Heliothis virescens*. J. Chem. Ecol. 6(1):177-183.
- KOGAN, J.; SELL, D.K.; STINNER, R.E.; BRADLEY, J.R.; KOGAN, M. 1978. V. A bibliography of *Heliothis zea* (Bod.) and *H. virescens* (Fab.) U.S.A. (Lepidoptera: Noctuidae). University of Illinois, Urbana Champaign. Int. Soybean, Prog. Series 17. 242 p.
- KORYTKOWSKY, CH. 1986. Alternativas para el establecimiento de un programa de manejo integrado de plagas en tomate en Panamá. Informe técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. Informe Técnico No. 72 p. 59-64.
- KRAEMER, P. 1966. Two wild host plants for the bollworm in Honduras. J. Econ. Entomol. 59:1531.
- LACEWELL, R.D.; TAYLOR, C.R. 1980. Benefit-cost analysis of integrated pest management programs. In Seminar and Workshop on Pest Pesticide Management in the Caribbean. CCIP. Publication. p. 283-300.

- LANGE, W.H.; BRONSON, L. 1981. Insect pests of tomatoes. *Ann. Rev. Entomol.* 26:345-371.
- LINCOLN, C. 1972. Seasonal abundance. In. Distribution, abundance and control of *Heliothis* species in cotton and other host plants. Southern Coop. Series Bull. No. 169 p. 2-7.
- LINCOLN, C.; PHILLIPS J.R.; WHITCOMB, W.H.; DOWELL, G.C.; BOYER, W.P.; BELL, K.O.; DEAN, G.L.; MATTHEWS, E.J.; GRAVES, J.B.; NEWSOM, L.D.; CLOWER, D.F.; BRADLEY, J.R.; BAGENT, J.L. 1967. The bollworm tobacco budworm problem in Arkansas and Louisiana. *Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull.* Vol. 720. 66 p.
- LINGREN, P.D.; RIDGWAY, R.L.; JONES, S.L. 1968. Consumption by several common arthropod predators of egg and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61(3): 613-618.
- LINGREN, P.D.; SPARKS, J.; RAULSTON, R.; WOLF, W.N. 1978. Night vision equipment: Applications for nocturnal studies of insects. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 24:206- 212.
- LITSINGER, J.A; MOODY, K. 1976. Integrated pest management in multiple cropping systems. In I. Pappendick, P.A. Sánchez and G. B. Triplett Eds. Multiple Cropping. *Am. Soc. Agron. Madison Wisc.* p. 297-317.
- LUKEFAHR, M.J.; HOUGHTALING, J.E.; CRUHM, D.G. 1975. Suppression of *Heliothis* spp. with cottons containing combinations of resistant characters. *J. Econ. Entomol.* 68(6):743-746
- LUTTRELL, R.G.; ROUSH, R.T.; ALI, A.; MINK, J.S.; REID, M.R. 1987. Pyrethroid resistance in field populations of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Mississippi in 1986. *J. Econ. Entomol.* 80: 985-89.
- MANGAT, B.; APPLE, J.W. 1966. Corn earworm development in relation to temperature. *J. Econ. Entomol.* 59:66
- McKINLEY, D.J. 1982. The prospects for the use of nuclear polyhedrosis virus in *Heliothis* management. In International Crops Research Institute for the Semi-arid tropics 1982 Proc. Int. Workshop *Heliothis* manage. 1981. Patancheru. India: ICRISAT. p 123-36.
- McLEOD, P. 1988. Seasonal frequency and within-plant distribution of *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on snap bean. *Environ. Entomol.* 17(30): 587-592.

- MITCHELL, E.R.; TUMLINSON, J.H.; McNEIL, J.N. 1985. Field evaluation of commercial pheromone formulations and traps using a more effective sex pheromone blend for the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. 78:1364-1369.
- MORRIL, W.L.; GREENE, G.L. 1973b. Distribution of FAW larvae 2. Influence of biology and behavior of larvae on selection of feeding sites. Environ. Entomol. 2:415-418.
- NADGUADA, D.; PITRE, H. 1983. Development, fecundity, and longevity of the tobacco budworm (Lepidoptera:Noctuidae) fed soybean, cotton, and artificial diet at three temperatures. Environ. Entomol. 12:582-586.
- NEMEC, S.J. 1971. Effects of lunar phases on light-trap collections and populations of bollworm moths. J. Econ. Entomol. 64:860-864.
- NEUNZIG, H.H. 1969. The biology of the tobacco budworm and the corn earworm in North Carolina, with particular reference to tobacco as a host. North Carolina. Agric. Expt. Sta. Tech. Bull. 196. 76 pp.
- NUÑEZ, C.; SOMARRIBA, A. 1974. Ocurrencia y determinación de patógenos y parásitos en larvas de *Spodoptera* spp. en el cultivo de maíz. Fol. Entomol. Mex. 42:27-28.
- OLIVARES, C.A. 1971. Temperature, humidity, and light effects on the reproductive potencial of the *Heliothis zea* (Boddie) adults in the laboratory. Ph. D. Thesis. Riverside, U.S. A. University of California. 187 p.
- OMER, S.M.; GEORGHIOU, G.P.; IRVING, S.N. 1980. DDT/pyrethroid resistance inter-relationship in *Anopheles stephensi*. Mosq. News 40:200-209.
- PEARL, R. 1925. The biology of populations growth. Alfred A. Knorpf, Inc. New York. s.p.
- PERRIN, R.K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D F., Centro Internacional de Maíz y Trigo. 54 pp.
- PRICE, P.W. 1975. Insect ecology. Jonh Wiley & Sons, Inc. N. Y., U.S.A. 514 p.
- PROSHOLD, F.I.; KARPENKO, C.P.; GRAHAM, C.K. 1982. Egg production and oviposition in the tobacco budworm: Effect of the age at mating. Ann. Entomol. Soc. Am. 75(1):51-5.

- RAMALHO, F.S., McCARTY Jr. J.C. , JENKINS, J., PARROT, L. 1984. Distribution of tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae within cotton plants. J. Econ. Entomol. 77:591-594.
- RAULSTON, J.R.; LINGREN, P.D.; SPARKS, A.W.; MARTIN, D.F. 1979. Mating interactions between native tobacco budworms and release back-gross adults. Environ. Entomol. 8(2):349-353.
- RAULSTON, J.R.; SPARKS, A.N.; LINGREN, P.D. 1980. Design and comparative efficiency of a wind-oriented trap for capturing live *Heliothis* spp. J. Econ. Entomol. 73(4):586-589.
- RAULSTON, J.R.; PAIR, S.D.; MARTINEZ, F.A.; WESTBROOK, J. K.; SPARKS, A. N. 1986. Ecological studies indicating the migration of *Heliothis zea*, *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis virescens* from northeastern Mexico and Texas. In Insect Flight, Dispersal and Migration. W. Danlhanarayana, Ed., Heidelberg, West: Springer Verlay p. 204-20.
- RIDGWAY, R.L.; LINGREN, P.D. 1972. Predaceous and parasitic arthropods as regulators of *Heliothis* populations. In Distribution, abundance and control of *Heliothis* species in cotton and other host plants. Southern Coop. Ser. Bull. 169. pp. 48-56.
- RINCON, F.; TEJADA, L. 1974. Estudios de las fluctuaciones de *Heliothis virescens* (Fab.) mediante trampeo con hembras vírgenes en el Cañón del Huajuco, Monterrey. Fol. Entomol. Mex. 29:57.
- RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. Environ. Entomol. 12(3): 625-629.
- ROACH, S.H. 197. *Heliothis zea* and *H. virescens*: Moth activity as measured by blacklight and pheromone traps. J. Econ. Entomol. 68(1):17-21.
- ROELOFS, W.L.; HILL, A.S.; CARDE, R.T.; BAKER, T.C. 1974. Two sex pheromone components of the tobacco budworm moth, *Heliothis virescens*. Life Sciences. 14(8):1555-1562.
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecological Monographs. 43: 593-612.

- ROSSET, P. 1988. Evaluation and validation of tomato and bean polycultural cropping system as a component of IPM for tomatoes in Nicaragua. In International Symposium on Integrated Pest Management Practices (Taiwan, 1988). Tomato and pepper production in the Tropics. Taiwan, Taipei, Asian Vegetable Research and Development Center. p. 289-302.
- ROSSET, P.; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, M.; VARELA, G.; SNOOK, A. 1987. Evaluación y validación del sistema de policultivo de tomate-frijol como componente de un programa de manejo integrado de plagas de tomate en Nicaragua. *Turrialba* 37(1): 85-92.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Cary, N.C. SAS Institute. 1028 p.
- SCHNEIDER, J.C.; BENEDICT, J.H.; GOULD, F.; MEREDITH, W.R.; SCHUSTER, M.F. 1986. Interaction of *Heliothis* with host plants. In Theory and tactics of *Heliothis* population management. I. Cultural and biological control. S. J. Johnson; E. G. King; J. R. Bradley Eds. South. Coop. Ser. Bull. Vol. 316. p. 3-21.
- SEVACHERIAN, V.; STERN, V.M.; MUELLER, A.J. 1977. Heat accumulation for timing *Lygus* control measures in a safflower-cotton complex. *J. Econ. Entomol.* 70(4): 399-402.
- SHOREY, H.H.; GASTON, L.K. 1965. Sex pheromones of noctuid moths. V. circadian rhythm of pheromone-responsiveness in males of *Autographa californica*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera exigua*, and *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 58(5):597-600.
- SHOREY, H.H.; McFARLAND, S.V.; GASTON, L.K. 1968a. Sex pheromones of noctuid moths. 13. Changes in pheromone quantity, as related to reproductive age and mating history, in females of seven species of Noctuidae (Lepidoptera). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61(2): 372-376.
- SHOREY, H.H.; MORIN, K.L.; GASTON, L.K. 1968b. Sex pheromones of noctuid moths. 15. Timing of development pheromone-responsiveness and other indicators of reproductive age males of eight species. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61(4): 857-861.
- SNOODERLY, L.J.; LAMBDIN, P.L. 1982. Oviposition and feeding sites of *Heliothis zea* on tomato with notes on plant phenology. *J. Econ. Entomol.* 75: 895-898.
- SNOW, J.W.; BRAZZEL, J.R. 1965. Seasonal host activity of the bollworm and tobacco budworm during 1963 in northeast Mississippi. *Miss. Agr. Exp. Sta. Bull.* 712.

- SNOW, J.W.; CANTELO, W.W.; BURTON, R.L.; HENSLYE, S.D. 1968. Population of fall armyworm, corn earworm and sugarcane borer on St. Croix U. S., Virgin Islands. *J. Econ. Entomol.* 61:1757-1760.
- SPARKS, T.C. 1981. Development of insecticide resistance in *Heliothis zea* and *Heliothis virescens* in North America. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 27(3):186-192.
- STADELBACHER, E.A.; GRAHAM, H.M.; HARRIS, V.E.; LOPEZ, J.D.; PHILLIPS, J.R. 1986. *Heliothis* populations and wild host plants in the Southern U. S. A. In: *Theory and tactics of Heliothis population management. I. Cultural and biological control.* S. J. Johnson; E.G. King; J.R. Bradley. Eds. South. Coop. Ser. Bull. No. 316. pp. 54-74.
- STINNER, R.E.; BARFIELD, C.S.; STIMAC, J.L.; DOHSE, L. 1983. Dispersal and movement of insect pests. *Ann. Rev. Entomol.* 28: 319-335.
- TEJADA, Q.L.; ITTYCHERIAH, P.I.; CARRILLO S., J.L.; REYNAUD G. G. 1974 Resistencia a insecticidas en diferentes poblaciones de *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrociencia.* 18: 39-53.
- THOMPSON, J.N.; PELLMYR, O. 1991. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera. *Ann. Rev. Entomol.* 36:65-89.
- THOMSON, W. 1989. Agricultural chemicals. Thomson Publications. Fresno, Ca. Book I. 288 p.
- TODD, E.L. 1978. A checklist of species of *Heliothis* Ochsenheimer (Lepidoptera: Noctuidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 80(1):1-14.
- TOSI Jr., J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- TWINE, P.H. 1979. The biology and ecology of *Heliothis virescens* (F) in the Imperial Valley, California. Ph. D. Thesis. Riverside. U.S.A. University of California. 174 p.
- TWINE, P.H.; REYNOLDS, H.T. 1980. Relative susceptibility and resistance of the tobacco budworm to methyl parathion and synthetic pyrethroids in Southern California. *J. Econ. Entomol.* 73(2):239-242.

- Van STEENWYK , R.A. 1983. Lepidopterous pests of tomatoes in southern desert valleys. California Agriculture. 37(1):12-13.
- WATSON, T.; KELLY, S. E. 1991. Respose of the tobacco budworm to permethrin and methyl parathion in Arizona, 1987-1989. Southwestern Entomologist. Supl. (15). p. 53-57.
- WHITTEN, C.J.; BULL, D.L. 1970. Resistance to organophosphorus insecticides in tobacco budworms. J. Econ. Entomol. 63: 1492-1495.
- WILSON, L.T.; ZALOM, F.G.; SMITH, R.; HOFFMAN, M.P. 1983. Monitoring for fruit damage in processing tomatoes: Use of a dynamic sequential sampling plan. Environ. Entomol. 12:835-839.
- WOLFENBARGER, D.A.; McGARR, R.L. 1970. Toxicity of methyl parathion, parathion, and monocrotophos applied topically to populations of lepidopteran pests of cotton. J. Econ. Entomol. 63:1762-1764.
- WOLFENBARGER, D.A.; LUKEFAHR, M.J.; GRAHAM, M.M. 1973. LD₅₀ values of methyl parathion and endrin to tobacco budworm and bullworms collected in the Americas and a hypothesis on the spread of resistance in these lepidopterous to these insecticides. J. Econ. Entomol. 66:211-216.
- YEARIAM, W.C.; HAMM, J.J.; CARNER, G.R. 1986. Efficacy of *Heliothis* pathogens. In Increasing the effectiveness of natural enemies. E.G. King & R.D. Jackson. Eds. 1988. Washigton USDA. p. 92-103
- YEARIAN, W.C.; YOUNG, S.Y. 1974. Persistence of *Heliothis* NPV on cotton plant parts. Environ. Entomol. 3: 1035-1036.
- ZALOM, F.G.; WILSON, L.T.; HOFFMAN, M.; LANGE, W.H.; WEAKLY, C.V. 1983a. A sampling plan for monitoring fruit damaged by lepidopterous pest in processing tomatoes. Calif. Agric. 37: 25-26.
- ZALOM, F.G.; WILSON, L.T.; SMITH, R. 1983b. Patterns of oviposition by several lepidopterous pests of processing tomatoes en California. Environ. Entomol. 12:133-137.
- ZEA, J.L.; CAJAS, C.; LOPEZ, R. 1986. Uso racional de insecticidas a nivel comercial en el cultivo de tomate en Usumatlán, Zacapa. In. Congreso de Manejo Integrado de Plagas (4, 1986, Guatemala) Gutemala. p. 360.

ANEXOS

Anexo 1.

Costos de producción de una hectárea de tomate bajo la tecnología del agricultor. Grecia. Estación seca, 1992.

| Actividad de manejo | Mano de obra h/H | Costo | Tipo | Insumos | |
|-------------------------|------------------|-------|-------------------|----------|-------|
| | | | | Cantidad | Costo |
| Desmante | 120 | 14000 | | | |
| Preparación del terreno | 42 | 4200 | | | |
| Encalado | | | CaCO ₃ | 2000 kg | 3680 |
| Aplicación de gallinaza | 18 | 1800 | Gallinaza | 7000 kg | 11500 |
| Elaboración de surcos | 96 | 9600 | | | |
| Siembra | 42 | 4200 | Semilla | 1,4 kg | 19600 |
| Fertilización al suelo | | | 10-30-10 | 90 kg | 3196 |
| Control de plagas | 26 | 2600 | Furadán | 30 kg | 19200 |
| Control de plagas | 8 | 800 | Decis | 400 cc | 1110 |
| Fertilización al suelo | 18 | 1800 | 10-30-10 | 90 kg | 3196 |
| Control de plagas | 8 | 800 | Talstar | 200 cc | 1502 |
| Fertilización foliar | 8 | 800 | Menorel 0 | 1 kg | 159 |
| Control de plagas | | | Mancozeb | 1 kg | 685 |
| Control de malezas | 12 | 1200 | | | |
| Control de plagas | 8 | 800 | Tamarón | 1 l | 1824 |
| Fertilización foliar | | | N-P-K foliar | 350 cc | 678 |
| | | | Mancozeb | 1 kg | 685 |
| Control de plagas | 8 | 800 | Mancozeb | 1 kg | 685 |
| | | | Padán | 250 cc | 522 |
| Fertilización foliar | | | N-P-K foliar | 1 kg | 678 |
| Raleo | 22 | 2200 | | | |
| Control de malezas | 16 | 1600 | | | |
| Control de plagas | 8 | 800 | Benlate | 0,6 kg | 1287 |
| | | | Mancozeb | 1 kg | 685 |

 ...Continuación de Anexo 1

| | | | | | |
|---|-----|-------|--------------|--------|-------|
| Fertilización foliar | | | Crop up + S | 250 cc | 326 |
| | | | Menorel 8 | 250 g | 85 |
| | | | Menorel 7 | 250 g | 36 |
| | | | Menorel 0 | 250 g | 39 |
| Apertura de agujeros y colocación de postes | 134 | 13400 | | | |
| Alambrado | 34 | 3400 | | | |
| Deshije | 56 | 5600 | | | |
| Primera aporca y fertilización al suelo | 60 | 6000 | 10-30-10 | 315 kg | 12544 |
| Control de plagas | 12 | 1200 | Mancozeb | 1,5 kg | 1027 |
| | | | Padán | 350 cc | 730 |
| | | | Ambush | 350 cc | 1034 |
| Fertilización foliar | | | Magnesio | 250 g | 44 |
| | | | Potasio | 250 g | 110 |
| | | | Menorel 7 | 250 g | 36 |
| | | | Menorel 8 | 250 g | 95 |
| Primera amarra | 134 | 13400 | | | |
| Control de plagas | 12 | 1200 | Mancozeb | 1,5 kg | 1027 |
| | | | Ambush | 350 cc | 1034 |
| Segunda amarra | 180 | 1800 | | | |
| Segunda aporca y fertilización al suelo | 96 | 9600 | 10-30-10 | 227 kg | 7990 |
| Control de plagas | 12 | 1200 | 18-5-15 | 227 kg | 7000 |
| | | | Azufral | 1 kg | 128 |
| | | | Trimiltox | 1 kg | 795 |
| Limpia | 8 | 800 | Gramoxone | 1 l | 660 |
| Control de plagas | 34 | 3400 | Orthene | 1,4 kg | 1246 |
| | | | Cu Sandoz | 0,7 kg | 483 |
| | | | Dipterex | 1 kg | 815 |
| Fertilización foliar | | | Antracol | 1 kg | 910 |
| | | | Biovit | 350 cc | 1460 |
| | | | Nitrofoska | 425 g | 445 |
| Tercera amarra | 134 | 13400 | | | |
| Control de plagas | 16 | 1600 | Benlate | 200 g | 412 |
| | | | Mancozeb | 2 kg | 1370 |
| Fertilización foliar | | | Multimineral | 250 cc | 445 |

..Continuación Anexo 1

| | | | | | |
|----------------------------|---------|--------|--------------|--------|-------------|
| Control de plagas | 32 | 3200 | Benlate | 200 g | 412 |
| | | | Daconil | 2 kg | 4580 |
| | | | Orthene | 1,4 kg | 1246 |
| | | | Cymbush | 200 cc | 412 |
| Fertilización foliar | | | Multimineral | 250 cc | 445 |
| Limpia | 68 | 6800 | | | |
| Control de plagas | 16 | 1600 | Mancozeb | 2 kg | 1370 |
| | | | Trimiltox | 1,5 kg | 1590 |
| | | | Evisect | 575 cc | 2618 |
| Fertilización foliar | | | Potasio | 1 kg | 440 |
| Cosecha | 14 | 1400 | | | |
| Control de plagas | 16 | 1600 | Trimiltox | 1,5 kg | 1590 |
| | | | Benlate | 200 g | 412 |
| | | | Decis | 1,4 l | 3968 |
| | | | Citowett | 250 cc | 288 |
| Deshoja | 168 | 16800 | | | |
| Cosecha | 60 | 6000 | | | |
| Control de plagas | 32 | 3200 | Benlate | 200 g | 824 |
| | | | Daconil | 4 kg | 9160 |
| | | | Citowett | 250 cc | 288 |
| Cosecha | 78 | 7800 | | | |
| Control de plagas | 32 | 3200 | Benlate | 200 g | 824 |
| | | | Daconil | 4 kg | 9160 |
| Cosecha | 70 | 7000 | | | |
| Control de plagas | 16 | 1600 | Mancozeb | 1,5 kg | 1027 |
| Cosecha | 46 | 4600 | | | |
| Aplicación de herbicida | 8 | 800 | Gramoxone | 1 l | 660 |
| Cosecha | 16 | 1600 | | | |
| Sub total | | 208154 | | | 158441,3 |
| Otros | Riego | 3400 | | | |
| | Postes | 24000 | | | |
| | Alambre | 13842 | | | |
| Total | | | | | ¢ 468435,15 |

Anexo 2.

Número total de adultos de *H. zea* capturados de enero a junio en tres campos de tomate, independientemente del estado fenológico del cultivo, Grecia, 1992.

| Días julianos (intervalo) | Nº |
|------------------------------|----|
| 14-20 | 0 |
| 21-27 | 0 |
| 28-35 | 0 |
| 36-42 | 0 |
| 43-49 | 0 |
| 50-56 | 0 |
| 57-63 | 3 |
| 64-70 | 3 |
| 71-77 | 0 |
| 78-84 | 3 |
| 85-91 | 6 |
| 92-98 | 3 |
| 99-104 | 6 |
| 105-112 | 12 |
| 113-119 | 57 |
| 120-126 | 63 |
| 127-133 | 60 |
| 134-140 | 42 |
| 141-147 | 0 |
| 148-155 | 3 |
| 156-161 | 6 |
| 162-168 | 0 |
| 169-175 | 0 |
| 176-182 | 0 |
| 183-188 | 0 |

Anexo 3.

Número de huevos y larvas de *Heliothis* spp. colectados de enero a junio en tres campos de tomate, independientemente del estado fenológico del cultivo, Grecia. Estación seca, 1992.

| Días julianos (intervalo) | Bodegas 1 | | Bodegas 2 | | Santa Gertrudis | | Total | |
|------------------------------|-----------|----|-----------|---|-----------------|---|-------|----|
| | H | L | H | L | H | L | H | L |
| 14-20 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-27 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28-35 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36-42 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43-49 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50-56 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57-63 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 64-70 | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 7 | 0 |
| 71-77 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 7 | 0 |
| 78-84 | 0 | 0 | 7 | 1 | 5 | 2 | 12 | 3 |
| 85-91 | 0 | 0 | 6 | 2 | 11 | 0 | 17 | 2 |
| 92-98 | 3 | 0 | 9 | 3 | 13 | 3 | 25 | 6 |
| 99-104 | 0 | 0 | 12 | 2 | 12 | 7 | 24 | 9 |
| 105-112 | 6 | 0 | 4 | 5 | 3 | 1 | 13 | 6 |
| 113-119 | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 5 | 5 |
| 120-126 | 17 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 18 | 5 |
| 127-133 | 33 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 33 | 5 |
| 134-140 | 14 | 20 | 0 | 0 | 5 | 1 | 19 | 21 |
| 141-147 | 26 | 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 61 |
| 148-155 | 14 | 32 | - | - | - | - | 14 | 32 |
| 156-161 | 15 | 40 | - | - | - | - | 15 | 40 |
| 162-168 | 8 | 10 | - | - | - | - | 8 | 10 |
| 169-175 | 2 | 3 | - | - | - | - | 2 | 3 |
| 176-182 | 0 | 6 | - | - | - | - | 0 | 6 |
| 183-188 | 0 | 6 | - | - | - | - | 0 | 6 |

H = Huevos, L = Larvas

Anexo 4.

Número de huevos (H), larvas (L), adultos y estados inmaduros de *Heliothis* spp. según la edad del cultivo, encontrados en el cultivo de tomate en campos de agricultores. Grecia. Estación seca, 1992.

| sds | Follaje | | Frutos | | Total | | Adultos | | Total |
|-----|---------|----|--------|-----|-------|-----|---------|-------|-------|
| | H | L | H | L | H | L | H. z. | H. v. | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| 8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| 9 | 7 | 1 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 6 | 6 |
| 10 | 27 | 3 | 22 | 2 | 49 | 5 | 9 | 3 | 12 |
| 11 | 50 | 3 | 8 | 17 | 58 | 20 | 60 | 0 | 60 |
| 12 | 35 | 6 | 17 | 33 | 52 | 39 | 63 | 3 | 66 |
| 13 | 35 | 10 | 25 | 102 | 60 | 112 | 66 | 0 | 66 |
| 14 | 19 | 10 | 11 | 71 | 30 | 81 | 42 | 0 | 42 |
| 15 | 16 | 6 | 7 | 64 | 23 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 7 | 7 | 6 | 20 | 13 | 27 | 0 | 3 | 3 |
| 17 | 2 | 3 | 2 | 5 | 4 | 8 | 9 | 0 | 9 |
| 18 | 5 | 3 | 0 | 7 | 5 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 |

H. z. = *H. zea*, H. v. = *H. virescens*.

Anexo 5.

Manifestación de los eventos fenológicos en dos variedades de tomate, según días-calor (dc) y días calendario (dds).
Grecia. Estación seca, 1992.

| | Bodegas | | | | Santa Gertrudis | | | |
|------------------------|---------|-------|----------|-------|-----------------|---------|----------|---------|
| | Hayslip | | Catalina | | Hayslip | | Catalina | |
| | dds | dc | dds | dc | dds | dc | dds | dc |
| Inflorescencias | | | | | | | | |
| Inicio | 43 | 6390 | 42 | 6618 | 40 | 4936,0 | 41 | 6004,2 |
| 25% | 56 | 8466 | 53 | 8298 | 63 | 8129,4 | 58 | 8396,4 |
| 50% | 72 | 11013 | 65 | 10068 | 83 | 10928,4 | 71 | 10500,0 |
| 75% | 93 | 12699 | 77 | 11931 | 95 | 12640,8 | 87 | 12969,6 |
| 100% | 119 | 18186 | 114 | 15834 | 131 | 18097,8 | 122 | 17595,0 |
| Botones | | | | | | | | |
| Inicio | 43 | 6390 | 42 | 6618 | 47 | 5827,8 | 41 | 6004,2 |
| 25% | 53 | 8001 | 48 | 7524 | 66 | 8371,8 | 51 | 6859,2 |
| 50% | 72 | 11013 | 59 | 7833 | 77 | 10077,6 | 68 | 9903,6 |
| 75% | 93 | 12699 | 75 | 11625 | 107 | 14433,6 | 84 | 10029,1 |
| 100% | 119 | 18186 | 114 | 15834 | 131 | 18097,8 | 119 | 18186,0 |
| Flores cerradas | | | | | | | | |
| Inicio | 43 | 6390 | 42 | 6618 | 47 | 5827,8 | 41 | 6004,2 |
| 25% | 53 | 8001 | 51 | 7989 | 66 | 8371,8 | 59 | 8704,2 |
| 50% | 63 | 9570 | 53 | 8298 | 77 | 10077,6 | 71 | 10500,0 |
| 75% | 75 | 10548 | 60 | 9360 | 107 | 14433,6 | 81 | 12041,4 |
| 100% | 119 | 18186 | 114 | 15834 | 131 | 18097,8 | 122 | 17595,0 |
| Flores abiertas | | | | | | | | |
| Inicio | 43 | 6390 | 49 | 6435 | 47 | 5827,8 | 41 | 6004,2 |
| 25% | 55 | 8316 | 53 | 8298 | 73 | 9502,2 | 59 | 8704,2 |
| 50% | 69 | 10548 | 61 | 9501 | 86 | 11331,0 | 67 | 9903,6 |
| 75% | 77 | 11469 | 67 | 10371 | 112 | 12497,4 | 81 | 12041,4 |
| 100% | 119 | 18186 | 114 | 15834 | 131 | 18097,8 | 122 | 17595,0 |
| Frutos pequeños | | | | | | | | |
| Inicio | 65 | 9891 | 49 | 7683 | 68 | 8795,4 | 56 | 8110,8 |
| 25% | 88 | 11940 | 70 | 10827 | 95 | 12640,8 | 77 | 11304,0 |
| 50% | 98 | 13467 | 80 | 12420 | 108 | 14604,0 | 89 | 13120,2 |
| 75% | 106 | 14682 | 96 | 14874 | 117 | 15966,6 | 95 | 14017,9 |
| 100% | 119 | 18186 | 114 | 15834 | 131 | 18097,8 | 122 | 17595,0 |

...Continuación Anexo 5

Frutos medianos

| | | | | | | | | |
|--------|-----|-------|-----|-------|-----|---------|-----|---------|
| Inicio | 72 | 11013 | 55 | 8607 | 75 | 9809,6 | 63 | 9170,2 |
| 25% | 90 | 12258 | 72 | 11133 | 94 | 12497,4 | 78 | 12516,4 |
| 50% | 98 | 13467 | 83 | 12807 | 109 | 14433,6 | 91 | 14448,6 |
| 75% | 107 | 14823 | 102 | 15729 | 114 | 15510,6 | 99 | 15664,0 |
| 100% | 119 | 18186 | 114 | 15834 | 131 | 18097,8 | 122 | 17595,0 |

Anexo 6.

Dieta artificial para *Heliothis zea*, *Spodoptera exigua* y *Spodoptera sunia* (ISCA, 1990).

1. Pesar los siguientes ingredientes:

| | | |
|-----------------------------|------|----|
| Frijol molido | 73 | g |
| Agar técnico | 7,5 | g |
| Levadura de cerveza | 20 | g |
| Methil para-hidroxibenzoato | 1,5 | g |
| Acido ascórbico | 1,5 | g |
| Penicilina-Auromicina | 0,75 | g |
| Formaldehido | 1,4 | ml |

2. En un recipiente con agua cocer los frijoles hasta que estén blandos.

3. Mezclar los ingredientes arriba descritos y licuarlos, con los frijoles y 200 ml de agua.

4. En un agitador colocar un beaker de 1000 ml conteniendo 250 ml de agua y calentar, agregar lentamente el agar y esperar a que se disuelva completamente.

5. Agregar el resto de la mezcla en el beaker y dejar agitar por 15 min.

6. Verter la mezcla en vasitos de 25 ml. (La cantidad de dieta preparada alcanza para 100 vasitos, colocando aproximadamente 10 ml por vasito).