

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE NIVELES CRITICOS
PARA EL CONTROL DE GUSANOS DEL FRUTO EN TOMATE

Helicoverpa zea (Boddie) y *Spodoptera* spp.

POR

Angel Felipe Salazar Sierra

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS

MARZO, 1995

10.540
NOV 16/97
CLEO
BIBLIOTECA WILSON P. PZ LK
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
ZAMORANO, HONDURAS

EVALUACION TECNICO ECONOMICA DE NIVELES. CRITICOS
PARA EL CONTROL DE GUSANOS DEL FRUTO EN TOMATE
Helicoverpa zea (Boddie) y Spodoptera spp.

Por

Angel Felipe Salazar Sierra

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



Angel Felipe Salazar Sierra

Marzo 1995

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios Todopoderoso y a la Virgen Santísima.

Con mucho cariño a mis padres, Herdulfo Salazar Godoy y María Mercedes Sierra por haberme apoyado en todo momento.

A mis queridos tios y tías por ser más que parientes, amigos.

A mis abuelos Gustavo Sierra y Olimpia Sanchez por haberme demostrado su cariño durante tanto tiempo.

A mis hermanos Marlon Geovanny y Mario Herdulfo por todo su apoyo y cariño.

A mi novia Francis Aracely Guillén por su amor, paciencia y comprensión.

AGRADECIMIENTOS

El exitoso culminar de esta etapa de mi carrera se lo agradezco infinitamente a Dios y a la Virgen Santísima; así como también:

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que en todo momento tuve de parte de ellos.

A Alfredo Rueda M.Sc. y a Abelino Pitty Ph. D. por darme la oportunidad de realizar mis estudios en el Departamento de Protección Vegetal.

A mis asesores Rogelio Trabanino M.Sc., Miguel Avcedillo M.Sc., Ronald Cave Ph. D. y Alfredo Montes Ph. D., por la valiosa ayuda y sugerencias en la realización de éste estudio.

A los ingenieros Carlos Ramos, Gustavo Flores, Pedro Mejía y todo el personal de la empresa Cultivos Palmerola que colaboró con la realización de éste estudio.

A Benito Alvarado Ph. D. por sus valiosos consejos.

A los ingenieros Julio Reyna, Héctor Suchini y José Nieto por su ayuda desinteresada.

v

A Wilmer Zepeda y Tomás Galindo por su colaboración en la toma de datos de campo.

A todo el personal del Departamento de protección Vegetal por la colaboración brindada.

INDICE GENERAL

	PAGINA
PORTADA.....	i
DERECHOS DE AUTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE GENERAL.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
A. Hipótesis.....	2
B. Objetivo General.....	2
C. Objetivos específicos.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
A. Aspectos agronómicos del tomate.....	4
1. Crecimiento y desarrollo.....	5
2. Limitantes de la producción.....	5
B. Aspectos biológicos de los gusanos del fruto.....	7
1. <u>Spodoptera</u> spp.....	7
2. <u>Helicoverpa zea</u>	8
C. Reducción en el rendimiento.....	8
D. Muestreos.....	9
1. Patrones de dispersión.....	9
2. Tamaño de muestra.....	10
3. Localización de las muestras.....	12
4. Muestreo de <u>Helicoverpa zea</u> y <u>Spodoptera</u> spp.....	12
5. Muestreo según infestación.....	12
6. Muestreo según el daño a la planta.....	13
E. Nivel crítico como criterio para el control de gusanos del fruto de tomate.....	13

F.	Controles.....	15
	1. Control biológico.....	15
	2. Control microbiológico.....	16
	3. Control cultural.....	17
	4. Control químico.....	17
III.	MATERIALES Y METODOS.....	18
A.	Planificación, establecimiento y manejo de los ensayos.....	18
	1. Tratamientos evaluados.....	19
	2. Muestreos.....	20
B.	Análisis de la información.....	22
	1. Análisis estadístico.....	22
	2. Validación del muestreo actual.....	22
	3. Análisis económico.....	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
A.	Evaluación de todos los ensayos.....	24
B.	Evaluación estadística de los ensayos en El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana....	27
	1. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en condiciones de campo.....	27
	2. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.....	28
	3. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en condiciones bajo techo.....	32
	4. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.....	34
C.	Evaluación estadística de los ensayos en la empresa Cultivos Palmerola, Comayagua.....	37
	1. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa</u> <u>zea</u> en condiciones de campo.....	38
	2. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.....	41
	3. Dinámica poblacional de <u>Spodoptera</u> spp. en condiciones de campo.....	42
	4. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.....	47

D.	Validación del tamaño de muestra.....	49
1.	<u>Helicoverpa zea</u> , El Zamorano.....	50
2.	<u>Helicoverpa zea</u> , Valle de Comayagua.....	51
3.	<u>Spodoptera</u> spp., Valle de Comayagua.....	53
E.	Evaluación económica de los resultados.....	54
1.	Análisis económicos de los ensayos en El Zamorano.....	54
2.	Análisis económicos de los ensayos en Comayagua.....	56
V.	CONCLUSIONES.....	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	62
VII.	RESUMEN.....	65
VIII.	ANEXOS.....	67
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	76
X.	ABSTRACT.....	79

LISTA DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Niveles críticos experimentales utilizados para el control de <u>Helicoverpa zea</u> en tomate para proceso en El Zamorano y en Comayagua, Honduras, 1993.....	19
Cuadro 2. Niveles críticos experimentales utilizados para el control de <u>Spodoptera</u> spp. en tomate para proceso en Comayagua, Honduras, 1994.....	20
Cuadro 3. Resumen de niveles de significación de los análisis de varianza para todos los ensayos...	24
Cuadro 4. Resumen de los niveles reales promedios de infestación de <u>Helicoverpa zea</u> , obtenidos en El Zamorano, Honduras. 1993.....	25
Cuadro 5. Resumen de los niveles reales promedios de infestación de <u>Helicoverpa zea</u> y <u>Spodoptera</u> spp., obtenidos en el Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	26
Cuadro 6. Pruebas de separación de medias ($P < 0.25$) para la respuesta en rendimiento a los niveles de infestación de larvas de <u>Spodoptera</u> spp. Valle de Comayagua, Honduras, 1994.....	27
Cuadro 7. Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de <u>Helicoverpa zea</u> y rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1994.....	31
Cuadro 8. Resumen de las funciones de respuesta en rendimiento a los niveles críticos.....	32
Cuadro 9. Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de <u>Helicoverpa zea</u> y rendimiento de tomate, en condiciones bajo techo. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1994.....	37

Cuadro 10.	Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de <u>Helicoverpa zea</u> y rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo. Cultivos Palmerola. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	42
Cuadro 11.	Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de <u>Spodoptera</u> spp. y rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo. Cultivos Palmerola. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	49
Cuadro 12.	Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de huevos de <u>Helicoverpa zea</u> , en el Zamorano. 1994.....	50
Cuadro 13.	Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de larvas de <u>Helicoverpa zea</u> , en el Zamorano. 1994....	51
Cuadro 14.	Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de huevos de <u>Helicoverpa zea</u> en el Valle de Comayagua. 1994.....	52
Cuadro 15.	Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de larvas de <u>Helicoverpa zea</u> en el valle de Comayagua. 1994.....	52
Cuadro 16.	Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de masas de huevos de <u>Spodoptera</u> spp. en el Valle de Comayagua. 1994.....	53
Cuadro 17.	Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitorco de larvas de <u>Spodoptera</u> spp. en el Valle de Comayagua. 1994.....	54
Cuadro 18.	Resumen del análisis de dominancia, para el ensayo de larvas de <u>Helicoverpa zea</u> en condiciones de campo en la EAP.....	55

Cuadro 19.	Análisis de dominancia y análisis marginal comparativo, para el ensayo de larvas de <u>H. zea</u> en el Valle de Comayagua. Honduras, 1994.....	58
Cuadro 20.	Análisis de dominancia y análisis marginal comparativo, para el ensayo de larvas de <u>Spodoptera</u> spp. en el Valle de Comayagua. Honduras, 1994.....	59

LISTA DE FIGURAS

	<u>PAGINA</u>
Figura 1. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en tomate, a nivel de huevos, bajo condiciones de campo. El Zamorano, Honduras. 1993.....	29
Figura 2. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de techo. El Zamorano, Honduras. 1993.....	30
Figura 3. Respuesta a la infestación de larvas de <u>Helicoverpa zea</u> en El Zamorano.....	33
Figura 4. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en tomate, a nivel de huevos, bajo condiciones de techo. El Zamorano, Honduras. 1993.....	35
Figura 5. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de techo. El Zamorano, Honduras. 1993.....	36
Figura 6. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en tomate, a nivel de huevos, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	39
Figura 7. Dinámica poblacional de <u>Helicoverpa zea</u> en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	40
Figura 8. Respuesta a la infestación de larvas de <u>Helicoverpa zea</u> spp en Comayagua.....	43

Figura 9.	Dinámica poblacional de <u>Spodoptera</u> spp. en tomate, a nivel de masas de huevos, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	45
Figura 10.	Dinámica poblacional de <u>Spodoptera</u> spp. en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.....	46
Figura 11.	Respuesta a la infestación de larvas de <u>Spodoptera</u> spp en Comayagua.....	48

I. INTRODUCCION

El tomate es una de las hortalizas más importantes producidas a nivel mundial, tanto por la superficie dedicada a la siembra (21,000 ha/año en C.A.), como por el valor de producción que tiene (CATIE, 1990). Este cultivo es producido en Centroamérica principalmente para consumo fresco, pero en los últimos años su uso para proceso se ha incrementado, lo que ha producido un aumento en el área de siembra. La mayor parte de las 21,000 ha por año se siembra en Guatemala (9600 ha) y Honduras (3500 ha), lo que representa el 62% del total del área sembrada en C.A.

Una de las causas principales de la reducción de los rendimientos en el tomate para proceso son las plagas insectiles, dentro de las cuales se encuentran Helicoverpa zea (Boddie) y el complejo de Spodoptera spp. como perforadores del fruto. H. zea ha causado reducciones en el rendimiento en los cultivos de Costa Rica y Panamá de un 10% y para los cultivos producidos en Guatemala de 20 a 40% (CATIE, 1990). En Honduras, para la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) las pérdidas en rendimiento son de 2 a 5%¹ y de 10 a 15% para la empresa Cultivos Palmerola². Spodoptera spp. ha causado reducciones de 10 a 30%² en la empresa Cultivos Palmerola en Honduras. El control químico de ambas plagas se ha hecho

¹ Alfredo Montes, Jefe del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana. Comunicación personal.

² Carlos Ramos, Jefe de Control Biológico de la empresa Cultivos Palmerola. Comunicación personal.

tradicionalmente con aplicaciones calendarizadas a nivel de larvas y en la mayoría de los casos es demasiado tarde para obtener un control eficiente.

Debido a lo anterior se plantea el presente estudio.

A. Hipótesis

1- Hipótesis Principal: Los niveles críticos utilizados para el control de gusanos del fruto de tomate en la EAP y en la empresa Cultivos Palmerola no son los más recomendables ni técnica ni económicamente.

Hipótesis Alternativa: Los niveles críticos utilizados para controlar gusanos del fruto de tomate en la EAP y en la empresa Cultivos Palmerola si son adecuados.

2- Hipótesis Principal: El método de muestreo utilizado para conocer las poblaciones de gusanos del fruto de tomate en la EAP y en la empresa Cultivos Palmerola no es adecuado.

Hipótesis Alternativa: El método de muestreo para conocer las poblaciones de gusanos del fruto de tomate utilizado en la EAP y en la empresa Cultivos Palmerola sí es adecuado.

B. Objetivo General

Probar el método de muestreo y determinar un nivel crítico para el control de H.zea y del complejo Spodoptera spp. en tomate pera, en el Zamorano y en Comayagua.

C. Objetivos Especificos:

- 1.- Evaluar la metodología usada en el muestreo actual.
- 2.- Evaluar el control de H. zea y Spodoptera spp. con el uso de niveles críticos y aplicaciones calendarizadas.
- 3.- Determinar las dinámicas poblacionales de ambas plagas en las zonas de evaluación.

II. REVISION DE LITERATURA

El tomate (Lycopersicon esculentum Miller) es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial, originario de la zona andina. Fue domesticado en el sur de México y en el norte de Guatemala, donde existe el mayor grado de diferenciación varietal de la especie (CATIE, 1990). A partir del siglo XIX adquirió gran importancia económica a nivel mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, la hortaliza más difundida en el mundo (Cáceres, 1993).

El tomate es una de las hortalizas que más se producen para consumo interno en Centroamérica, donde se cosechan 21,000 ha por año. El rendimiento promedio es de 12.75 tm/ha, que se considera bajo al compararlo con el promedio de Norte América y Europa que es de 25 tm/ha. Una de las principales causas de este bajo rendimiento es la incidencia de plagas (CATIE, 1990).

A. Aspectos agronómicos del tomate

La planta de tomate se adapta a una amplia gama de ambientes, puede producir a diferentes latitudes y bajo distintos métodos de siembra. Se ha cultivado a campo abierto desde el Ecuador al Río Gallegos, Argentina (52° de latitud sur), y a Edmonton, Canadá (54° latitud norte) (Villareal, 1982).

1. Crecimiento y desarrollo

En el trópico centroamericano el período de desarrollo del tomate comprende cuatro fases: la fase de plántula que dura de 20 a 25 días, la vegetativa que dura de 30 a 35 días, floración que dura de 20 a 25 días y la fructificación. El ciclo del cultivo de tomate es de 85 a 100 días.

Según su hábito de crecimiento, los cultivares de tomate pueden ser determinados o indeterminados. Los cultivares de hábito determinado son de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas y su fructificación se concentra en un período relativamente corto. Generalmente, éstas variedades son utilizadas para proceso. Los cultivares de hábito indeterminado tienen varias inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos muy largos. Estos cultivares son utilizados para tomate de mesa (CATIE, 1990).

2. Limitantes de la producción

Temperatura. El tomate produce bien con temperaturas entre 18 y 26°C. Las temperaturas óptimas durante el día y la noche son de 22 y de 16°C respectivamente. El cultivo no resiste heladas en ninguna etapa de su desarrollo (S.E.P., 1981).

Agua. Es preciso suministrar suficiente agua al cultivo. En zonas templadas se requiere menos frecuencia y menos cantidad de agua que en climas cálidos y soleados donde se requiere lo contrario.

El tomate es un cultivo muy sensible al exceso de humedad ya que disminuye la consistencia del fruto y es una de las principales causas de enfermedades.

Las oscilaciones de humedad causan diversos problemas de tipo fisiológico, principalmente en la floración (S.E.P., 1981).

Fotoperíodo. El tomate no es afectado por este fenómeno, lo que permite que se le cultive en cualquier época del año.

Suelos. El cultivo del tomate se desarrolla bien bajo diferentes condiciones de suelo, preferiblemente en suelos franco arcillosos y francos, ricos en materia orgánica, bien drenados con un pH de 6.0 a 7.0 (Gudiel, 1987).

Las raíces de la planta de tomate fácilmente alcanzan una profundidad de 80 cm o más, por lo que se requiere una buena preparación del suelo para permitir un crecimiento radical adecuado (S.E.P., 1981).

Fertilidad del suelo. Es importante que el abastecimiento de nutrientes sea adecuado a las exigencias del cultivo y aplicado en las épocas oportunas. El nitrógeno asimilable en cantidades adecuadas mejora el rendimiento y calidad, siendo exigido en mayor cantidad al inicio de la floración.

El fósforo produce el desarrollo de un buen sistema radicular e influye en la floración y producción de frutos. El potasio influye en la calidad de los frutos, mejora el color y les da consistencia. Elementos secundarios como calcio, magnesio y azufre también son importantes para el cultivo (Gudiel, 1987).

Enfermedades e Insectos. En la región centroamericana el gasto en plaguicidas para el control de insectos y enfermedades representa entre el 12 y el 22% de los costos directos de producción. Este gasto y el costo de su aplicación representa entre el 20 y el 30% de los costos totales directos. Las malezas son de menor importancia económica en el cultivo del tomate (CATIE, 1990).

B. Aspectos biológicos de los gusanos del fruto.

1. Spodoptera spp. En tomate, se encuentran diferentes especies del género Spodoptera que actúan como plaga. El daño principal que causan es a nivel del fruto, hacen perforaciones que provocan la caída de los mismos. Generalmente las perforaciones provocadas por Spodoptera spp. son más superficiales, cicatrizan y no se encuentra la larva, lo que hace la diferencia con el daño de H. zea. El complejo de Spodoptera spp. también puede alimentarse del follaje y actúa como cortador en las primeras etapas del cultivo (U.C., 1985).

2. Helicoverpa zea. En tomate, el principal daño que causa ésta plaga es al fruto. Hace perforaciones que generalmente están contaminadas con heces o en estado de descomposición y casi siempre se encuentra la larva dentro de éstos agujeros (U.C., 1985).

C. Reducción del rendimiento

La estimación de las pérdidas en cultivos provocadas por plagas insectiles es el primer paso hacia la racionalización del combate de éstas. Una vez que son cuantificadas las pérdidas en diversos cultivos debidas a los distintos insectos, se puede priorizar el trabajo investigativo según la importancia económica que tienen las diferentes plagas (Hruska y Rosset, 1987).

H. zea y el complejo Spodoptera spp. son algunas de las plagas de mayor importancia económica en la producción de tomate en Centroamérica, pero la mayoría de estudios se han realizado en latitudes templadas, sin tomar en cuenta que el comportamiento de éstas plagas puede ser diferente bajo condiciones de trópico y subtropical (Evo y Hilje, 1993).

H. zea ha causado reducciones en el rendimiento para Costa Rica y Panamá de un 10% y para Guatemala de 20 a 40% (CATIE, 1990). En El Zamorano la reducción es de 2 a 5%. El

³ Alfredo Montes, Jefe del Departamento de Horticultura. Escuela Agrícola Panamericana. Comunicación personal.

complejo Spodoptera spp. causa reducciones de 10 a 30% para empresas como Cultivos Palmerola'

D. Muestreos

Rara vez puede conocerse con exactitud la densidad o tamaño total de las poblaciones de organismos en la naturaleza. Para estimar estos parámetros se recurre al muestreo. El valor de los datos del muestreo para estimar los verdaderos parámetros poblacionales dependerá de lo apropiado de los métodos y diseño de muestreo (Barfield, 1989).

Las decisiones para el control de una plaga se deben basar en datos de muestreo, por lo que se necesita saber en que medida esos datos son confiables y que tan bien reflejan la verdadera situación en el campo (Barfield, 1989).

Para la utilización de umbrales, se requieren métodos de muestreo con alto grado de confiabilidad y estos dependen de la distribución de la plaga dentro de las parcelas y de las plantas (Evo y Hilje, 1993).

1. Patrones de dispersión.

El conocimiento de los patrones espaciales de distribución de las poblaciones de plagas puede tener un

⁴ Carlos Ramos, Jefe de Control Biológico. Empresa Cultivos Palmerola. Comunicación personal.

fuerte impacto en la estrategia del muestreo. Tanto el número de muestras a tomar, como los puntos del campo donde se efectuarán, estarán determinados por patrón de dispersión de plagas que se están muestreando (Barfield, 1989).

El investigador puede adquirir una percepción de como están dispersas las poblaciones de la plaga al hacer un análisis de las relaciones entre la varianza y la media. Se toma una muestra y se computan la media y la varianza. Si la proporción de media a varianza es aproximadamente 1, se considera que la población tiene una dispersión al azar; si es mayor que 1, es uniforme; si es menor que 1, es agregada. Conocer estos patrones de dispersión es importante para diseñar la estrategia de muestreo (Andrews y Quezada, 1989).

2. Tamaño de muestra

El tamaño óptimo de muestra no es un valor absoluto sino relativo, porque depende de las condiciones que se establezcan para su optimización (Avedillo, 1992, citado por Cañas, 1993). Estas condiciones previas son:

1.- Precisión deseada: Se establece prefijando el límite máximo de error permisible entre el estimador muestral (\bar{x}) y el verdadero valor poblacional (μ).

2.- Grado de confianza: Es exigido para que se mantenga la precisión deseada o para que no sobrepase el límite error prefijado. Se establece en forma de probabilidad utilizándose

el nivel de significación en la distribución "t" de Student, según la cual se distribuye el estimador muestral \bar{x} alrededor del parámetro poblacional μ .

3.- Variabilidad: De la variable aleatoria muestral x estimada por su varianza.

Si el técnico desea tomar suficientes muestras para asegurarse sus metas puede ser utilizada la siguiente ecuación:

$$N = \frac{t^2 * CV\%^2}{E\%^2}$$

Donde:

N = Número de muestras requerido para las condiciones dadas

$CV\%$ = Coeficiente de variación en muestras preliminares

$E\%$ = El error máximo tolerable en porcentaje

t = Valor de la distribución t correspondiente al grado de confianza $(1-\alpha)$ de que $E\%$ no se sobrepase.

El problema con esta fórmula es que inevitablemente se descubre que el número de muestras a tomar es mucho mayor de lo que humanamente puede hacerse. Esto se debe a que la mayoría de las poblaciones de plagas se encuentran en forma agregada, por lo que resulta inflada la varianza asociada con los estimados de densidad media (Andrews Y Quezada, 1989).

Otras ecuaciones útiles se pueden encontrar en Southwood (1978).

3. Localización de las muestras.

La manera de cómo se conduce el plaguero en el campo para tomar las muestras puede tener un gran impacto en la estimación de la densidad de la plaga. Existen diversos tipos de muestreo, de los cuales, tres son los más utilizados: al azar simple, azar estratificado y sistemático.

4. Muestreo de H. zea y Spodoptera spp.

En la actualidad, el muestreo de gusanos del fruto en tomate depende del criterio utilizado. Algunos prefieren utilizar la infestación de larvas como criterio, mientras otros prefieren el daño causado a la planta. Es de hacer notar que ambos criterios no ayudan a tomar una decisión anticipada al daño que ocasionan éstas plagas. Otro criterio utilizado es el muestreo de huevos de H. zea y masas de huevos de Spodoptera spp.

5. Muestreo según infestación

En estudios conducidos entre 1981 y 1984, Zalom et al. (1990) hicieron comparaciones entre el muestreo de huevos

y larvas de H. zea y encontraron diferencias entre los promedios de tiempo requeridos para realizarlos. Sacudir 20 plantas completas sobre sábanas y contar el número de larvas toma 80 minutos a un trabajador. Revisar 30 hojas revés y derecho contando el número de huevos toma 8 minutos a un trabajador. Recomendaron, como parte de un sistema de muestreo para huevos de H. zea, un tamaño de muestra de 30 plantas, una hoja compuesta por planta, revisando revés y derecho.

6. Muestreo según el daño a la planta.

El muestreo de frutos dañados es utilizado para monitorear ambas plagas, pero existe la limitación de que el daño ocurre antes de que se pueda realizar alguna acción de control (Zalom et al., 1990). La Universidad de California (1985) ha diseñado un sistema de muestreo de frutos dañados, que consiste en recolectar frutos de 1 pulgada o más de diámetro y contar los frutos dañados, contaminados con heces o cicatrizados.

E. Nivel crítico como criterio para el control de gusanos del fruto.

El nivel de daño económico (NDE) y el nivel crítico (NC) son dos términos muy utilizados y a la vez confundidos.

El NDE es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo (Ramírez, 1992). El NC es generalmente definido como la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro. Entonces el NC se encuentra a una densidad menor de la plaga que el NDE, para que el método de control actúe (Hruska y Rosset, 1987).

Para la Universidad de California (1985), el nivel de cuatro huevos de *H. zea* en 30 hojas compuestas es suficiente para realizar tácticas de control y mantener la población por debajo del NDE. Este nivel crítico es utilizado en campos menores de 50 acres. Este valor no puede ser absoluto ya que depende del costo de control y del precio del tomate en cada situación.

La determinación del nivel crítico de una plaga, puede realizarse de tres maneras: 1) Por propuesta de un mejor nivel de control de la plaga después de haber experimentado con el cultivo; 2) Adaptando un nivel usado en otro lugar; 3- Calculando, a partir de principios básicos, el beneficio económico esperado del control de un nivel de ataque.

Cualquiera que sea la fuente, un nivel crítico debe ser probado en el campo por varios años. Usualmente, un método que logre un incremento en rendimiento a un costo bajo y que ocasione un daño mínimo al ambiente es el que se adopta (Walker, 1982; citado por Brauchle, 1990).

F. Controles

Pueden utilizarse muchas alternativas de control para combatir una plaga. La elección de la práctica a usar se basa principalmente en su efectividad, traducida a términos económicos, o sea su rentabilidad.

1. Control biológico

Se ha elaborado una larga lista de organismos capaces de suprimir las poblaciones de gusanos del fruto (Whitcomb y Bell, 1964, Van den Bosch y Hagen, 1966, citados por Knipling, 1992). Entre los principales enemigos naturales de *H. zea*, se encuentran las especies pertenecientes al género *Trichogramma*, como parasitoides de huevos (Ashley *et al.*, 1973). En zonas de alta producción de tomate como el estado de California, la especie *Trichogramma pretiosum* Riley, es de gran importancia para los productores ya que parasita hasta el 40% de los huevos de varias plagas, incluyendo *H. zea* (Yepsen, 1984).

Las especies de *Trichogramma* sp. se han reportado como parasitoides de huevos de las especies *S. latifascia* y *S. sunia* (King y Saunders, 1984).

Vitelli (1967) reportó el coccinélido *Coleomegilla maculata* como depredador de huevos de *H. zea* y demostró que el consumo de los mismos aumenta con la temperatura. Crocker

et al. (1975) descubrieron el mismo efecto de la temperatura con la chinche Geocoris punctipes Say, que también es depredador de huevos de H. zea.

Knipling (1992), estudiando el parasitismo de H. zea, encontró que el braconido Microplitis croceipes, los tachínidos Architas marmoratus y Eucelatoria bryani son algunos de los más importantes parasitoides larvales.

Entre los parasitoides larvales de las especies Spodoptera latifascia y S. sunia, se encuentran Euplectrus plathypenae, Archytas analis y Chelonus antillarum como algunos de los más importantes (King y Saunders, 1984).

2. Control microbiológico

Una de las prácticas que favorecen la acción de los enemigos naturales es el uso de insecticidas a base de Bacillus thuringiensis Berliner, ya que las larvas de Lepidoptera son susceptibles a la acción de la bacteria y los enemigos naturales no lo son (Yepsen, 1984).

Hayes y Bell (1994), estudiando el efecto de virus sobre las larvas de H. zea, encontraron que aplicaciones de virus reducen las poblaciones de este insecto. Las larvas de H. zea son susceptibles a la acción del virus de la poliedrosis nuclear (Yepsen, 1984). Uno de los productos comerciales que se están utilizando para el control de H. zea, es el Elcar (Pimentel, 1981).

3. Control cultural.

La línea de investigación de mayor promesa como alternativa preventiva es el cultivo asociado o policultivo de tomate y frijol, para pequeños productores (Andrews y Quezada, 1989). En trabajos hechos en Nicaragua se ha encontrado que el frijol, sembrado entre las hileras de tomate, reduce el ataque de Heliothis spp. y Spodoptera spp. El nivel de frutos dañados por ambas plagas se redujo en un 90%. Se encontró también que el asocio disminuye el ataque de S. sunia, que actúa como cortador en la etapa de plántula (Rosset et al., 1985, citado por Andrews y Quezada, 1989).

4. Control químico

Las aplicaciones de químicos se han dirigido principalmente al control de los estadios larvales, ya que no se cuenta en el mercado con productos ovicidas, que permitan suprimir la población de la plaga antes de que ocasione daño al cultivo⁵. Debido al mal uso que se le ha dado a ésta herramienta de control, se han registrado niveles extremadamente altos de resistencia a metil paratió y a endrín en H. zea procedentes de Centroamérica, por lo que se han implementado proyectos para reducir o racionalizar el uso de los plaguicidas (CATIE, 1990).

⁵ Rogelio Trabanino, Jefe de la sección de Producción, Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. Comunicación personal

III. MATERIALES Y METODOS

A. Planificación, establecimiento y manejo de los ensayos

El presente trabajo se realizó en dos localidades; en El Zamorano en el Valle del Yeguaré y en la empresa Cultivos Palmerola en el Valle de Comayagua. El Zamorano está ubicado a 800 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm y una temperatura anual media de 23.7 °C. El valle de Comayagua se encuentra ubicada a 1000 msnm, con una precipitación anual de 1000 mm y una temperatura anual media de 24.2 °C.

Se realizaron cuatro experimentos: dos en El Zamorano y dos en el valle de Comayagua.

En El Zamorano, los ensayos se llevaron a cabo en los lotes de zona 3 del Departamento de Horticultura. Se realizó un ensayo bajo techo y uno en el campo. Ambos ensayos dispusieron de sistemas de irrigación, por goteo para el que estaba bajo techo y por gravedad para el que estaba en el campo. En estos ensayos únicamente se evaluaron niveles críticos para el control de H. zea.

En la empresa Cultivos Palmerola, los dos ensayos se realizaron en la localidad conocida como SUNNIT, bajo condiciones de campo. Las aplicaciones contra gusanos del fruto se hicieron en base a los niveles críticos evaluados. Se realizó un ensayo para M. zea y otro para el complejo Spodoptera spp.. Las especies de Spodoptera que se

identificaron son S. sunia (Guen) y S. latifascia (Walk).

En ambas localidades, el diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones.

1. Tratamientos Evaluados

Los tratamientos se basaron en el uso de niveles críticos en número de huevos y número de larvas para los ensayos de H. zea (Cuadro 1) y a nivel masas de huevos y de larvas para el ensayo de Spodoptera spp. (Cuadro 2). Al llegar al nivel crítico evaluado se usaba el control químico como táctica de supresión de la población.

Cuadro 1. Niveles críticos experimentales utilizados para el control de Helicoverpa zea en tomate para proceso en El Zamorano y en Comayagua, Honduras, 1993.

TRATAMIENTOS
1 huevo en 30 hojas compuestas
2 huevos en 30 hojas compuestas
3 huevos en 30 hojas compuestas
1 larva en 50 plantas
2 larvas en 50 plantas
3 larvas en 50 plantas
Testigo relativo: Aplicaciones cada 7 días.

Cuadro 2.- Niveles críticos experimentales utilizados para el control de Spodoptera spp. en tomate para proceso en Comayagua, Honduras, 1994.

TRATAMIENTOS
1 Larva en 50 plantas
2 larvas en 50 plantas
3 larvas en 50 plantas
2 masas de huevos en 50 plantas
4 masas do huevos en 50 plantas
6 masas de huevos en 50 plantas
Testigo relativo: Aplicaciones cada 7 días.

Para los ensayos realizados en El Zamorano se utilizaron 21 parcelas de 50 m² cada una. Cada unidad experimental tenía 5 m de ancho por 10 m de largo. En la empresa Cultivos Palmerola se utilizaron 21 parcelas de 100 m² cada una. Cada unidad experimental tenía 10 m de ancho por 10 m de largo.

2. Muestreos:

Para monitorear ambas plagas se hizo el muestreo desde inicio de floración hasta una semana antes de cosecha, tres veces por semana. Se utilizó el método de observación visual para el reconocimiento de larvas y huevos de ambas plagas.

Se realizó para cada parcela un muestreo sistemático, que consiste en caminar sobre una ruta preestablecida y sobre ella tomar las muestras que se haya estimado convenientes (Barfield, 1989). El plaguero muestreaba cada dos surcos entre las plantas de tomate tratando de cubrir toda el área. Los datos obtenidos fueron anotados en hojas de muestreo.

Para el muestreo de huevos de H. zea, se tomó una muestra de 30 hojas compuestas, una hoja compuesta por planta, por parcela. La hoja muestreada era la que estaba bajo la inflorescencia abierta más alta, ya que es la hoja que el insecto prefiere para realizar la oviposición (U.C., 1985) Para el muestreo de larvas de H. zea se revisaron 50 plantas enteras por parcela.

En el muestreo de masas de huevos y larvas de Spodoptera spp., se revisaron 50 plantas enteras por parcela.

Los productos químicos y las rotaciones utilizadas se basaron en los programas de aplicación de cada localidad. Los productos utilizados para suprimir ambas plagas fueron: Permetrina, Methomyl, Bacillus thuringiensis y Decametrina. Las aplicaciones se hicieron con bombas de mochila en los primeros días de la floración para evitar la caída de flores que podía causar la aplicación hecha con la bomba de motor. Al cuajar los primeros frutos, se procedió a utilizar la bomba de motor.

B. Análisis de la información

1. Análisis estadístico.

Se efectuó el análisis de varianza para todas las variables, con pruebas de correlación y regresión. Se analizaron las relaciones entre la densidad de la plaga y el rendimiento de cada parcela.

2. Validación del muestreo actual.

Para evaluar la precisión del muestreo, se utilizó el número de larvas o de huevos que son las variables que representan mejor la dinámica poblacional de ambas plagas.

Se elaboró un cuadro con diferentes probabilidades y errores para obtener suficientes tamaños de muestra y ubicar el muestreo utilizado dentro de ese cuadro.

3. Análisis económico

El análisis económico, se basó en la metodología recomendada por el CIMMYT, utilizando los análisis de dominancia y marginal comparativo. En el análisis de dominancia se tomaron los costos y las utilidades

diferenciales de cada tratamiento, se ordenaron ascendentemente por sus costos y se descartaron como dominados económicamente aquellos tratamientos que tuvieron iguales o menores utilidades diferenciales que la alternativa inmediatamente anterior (CIMMYT, 1998). Luego se tomaron los tratamientos dominantes para calcular la tasa de retorno marginal (TRM*), que es la relación que existe entre el cambio de utilidades y el cambio de costos diferenciales al pasar de una alternativa a otra.

IV- RESULTADOS Y DISCUSION

A. Evaluación de todos los ensayos

Los resultados del análisis de varianza sólo muestran diferencia significativa para los tratamientos que comprendían los niveles críticos de larvas de Spodoptera spp. en Comayagua (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Resumen de niveles de significación de los análisis de varianza para todos los ensayos.

Ensayos	Niveles de significación	
	TRAT	REP
<u>El Zamorano</u>		
Huevos de <u>H. zea</u> en condiciones de campo.	0.51	0.32
Larvas de <u>H. zea</u> en condiciones de campo.	0.99	0.49
Huevos de <u>H. zea</u> en condiciones bajo techo.	0.94	0.31
Larvas de <u>H. zea</u> en condiciones bajo techo.	0.86	0.41
<u>Valle de Comayagua.</u>		
Huevos de <u>H. zea</u> en condiciones de campo.	0.54	0.58
Larvas de <u>H. zea</u> en condiciones de campo.	0.30	0.33
Masas de <u>Spodoptera</u> spp. en condiciones de campo.	0.79	0.91
Larvas de <u>Spodoptera</u> spp. en condiciones de campo.	0.19	0.89

TRAT = Tratamientos evaluados

REP = Réplicas

Esta diferencia se debe posiblemente a que los niveles reales de infestación obtenidos en el campo fueron menores que los niveles pretendidos (Cuadros 4 y 5) y al muestreo utilizado. Este último incluye: 1) La unidad de observación, 2) El tamaño de la muestra, 3) La forma de distribuir las muestras en el campo y 4) La realización concreta del muestreo.

Cuadro 4. Resumen de los niveles reales promedios de infestación de Helicoverpa zea, obtenidos en El Zamorano, Honduras. 1993.

Bajo techo		A nivel de campo	
Pretendido	Real	Pretendido	Real
# Huevos/30 hojas			
1	0.09	1	0.06
2	0.45	2	0.76
3	1.45	3	0.24
Testigo	0.18	Testigo	0.18
# de Larvas/50 plantas			
1	0.09	1	0.00
2	0.36	2	0.70
3	0.18	3	0.59
Testigo	0.45	Testigo	0.24

Cuadro 5. Resumen de los niveles reales promedios de infestación de Helicoverpa zea y Spodoptera spp., obtenidos en el Valle de Comayagua, Honduras. 1994.

<u>Helicoverpa zea</u>		<u>Spodoptera</u> spp.	
Pretendido	Real	Pretendido	Real
# Huevos/30 hojas		Masas de huevos/50 plantas	
1	1.70	2	0.30
2	2.15	4	0.25
3	1.95	6	0.15
Testigo	1.35	Testigo	0.15
# de Larvas/50 plantas			
1	2.35	1	2.25
2	2.50	2	3.35
3	2.70	3	3.05
Testigo	1.35	Testigo	5.01

Para observar la diferencia entre los tratamientos de larvas de Spodoptera spp. en condiciones de campo en Comayagua, se realizaron pruebas de separación de medias según Duncan y Tukey a $P=0.25$. Todos los tratamientos resultaron similares entre sí. Únicamente se encontró diferencia estadística entre el tratamiento de 2 larvas en 50 plantas que presentó 38,500 Kg/ha y el testigo de aplicaciones calendarizadas que presentó 22,167 Kg/ha (Cuadro 6). Esta diferencia representa un incremento de 74%.

El hecho de que el testigo presentó el menor rendimiento se debe posiblemente a que se toleró una mayor infestación por larvas de Spodoptera spp. ya que se le realizaron menos aplicaciones que a los demás tratamientos.

Los niveles pretendidos en los ensayos fueron mayores que los niveles reales de infestación obtenidos en el campo. Esto podría ser la principal razón de no tener resultados estadísticos concluyentes.

Cuadro 6. Pruebas de separación de medias ($P < 0.25$) para la respuesta en rendimiento a los niveles de infestación de larvas de Spodoptera spp. Valle de Comayagua, Honduras, 1994.

Nivel Pretendido	--Niveles de Infestación--			
	# Larvas/50 plantas			
Infestación Real	1	2	3	Testigo
	2.25	3.35	3.05	5.01
Rendimiento (Kg/ha)	33833	38500	26667	22167
Duncan	ab	a	ab	b
Tukey	ab	a	ab	b

B. Evaluación estadística de los ensayos en El Zamorano.

1. Dinámica poblacional de Helicoverpa zea en condiciones de campo

En general, la infestación de H. zea fue baja en condiciones de campo ya que las poblaciones no alcanzaron los niveles críticos metas.

La población de huevos de H. zea en el tratamiento de 1 huevo/30 hojas fue el único que sobrepasó el nivel crítico (NC), por lo que se le hizo una aplicación tres

días después del muestreo, para dar el tiempo necesario para la eclosión de los huevos. Los tratamientos de 2 y 3 huevos/30 hojas no sobrepasaron los NC, por lo que no se les hizo ninguna aplicación. En el testigo de aplicaciones calendarizadas se realizaron ocho aplicaciones, aunque los niveles de huevos nunca fueron mayores de 1 huevo/30 hojas (Figura 1).

La población de larvas en ningún tratamiento llegó al nivel crítico, lo que evitó hacer las aplicaciones de químicos. En el testigo se realizaron ocho aplicaciones calendarizadas aunque los niveles de larvas no fueron mayores que 1 larva/50 plantas (Figura 2).

2. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas

Para tratar de descubrir relaciones entre niveles de infestación reales y el rendimiento, se dividieron los datos del muestreo en dos períodos, de 0 - 30 y de 30 - 60 días después de floración (ddf).

En el período de 30 - 60 ddf se presentó la mayor relación ($r = -0.36$, $P = 0.03$) entre infestación y rendimiento que se extiende a todo el ciclo de 0 - 60 ddf aunque no hay relación en la etapa inicial de 0 - 30 ddf (Cuadro 7). Esto indica que hay un mayor efecto de la población de larvas en el último mes después de floración,

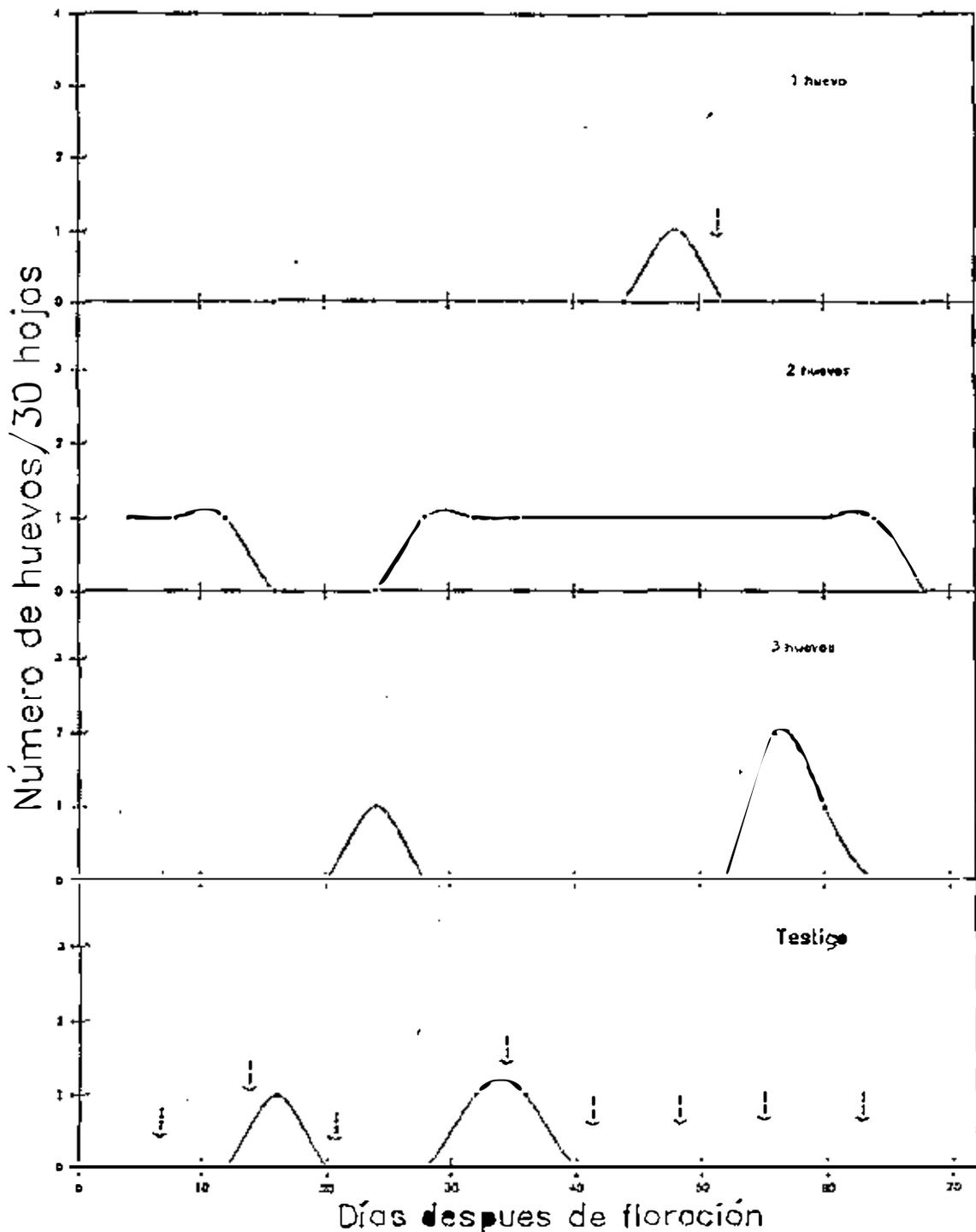


Figura 1.-

Dinámica poblacional de *Helicoverpa zea* en tomate, a nivel de huevos, bajo condiciones de campo. El Zamorano, Honduras. 1993. (Flechas indican momentos de aplicación).

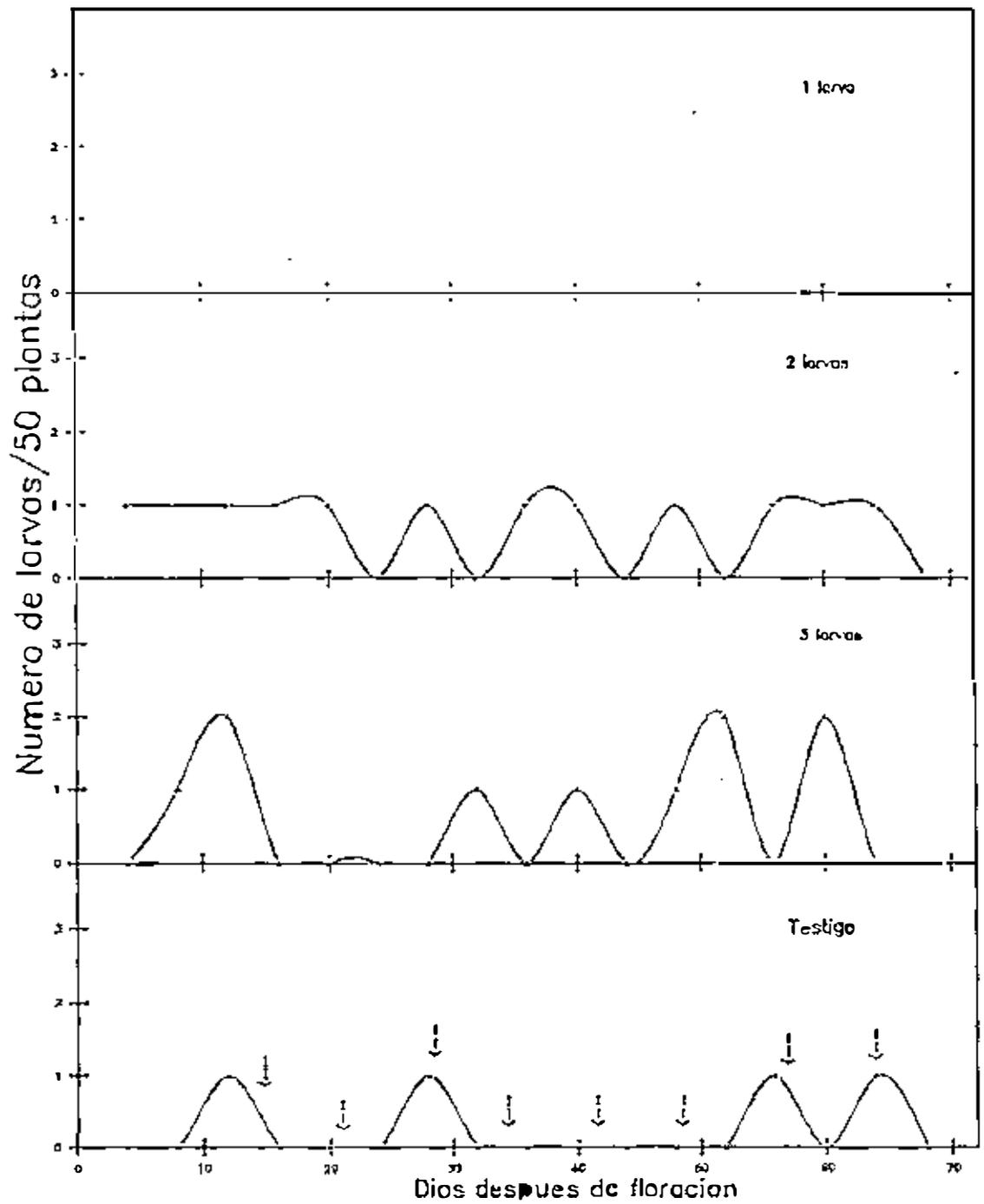


Figura 2.- Dinámica poblacional de *Helicoverpa zea* en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de campo. El Zamorano, Honduras. 1993. (Flechas indican momentos de aplicación).

posiblemente porque es la etapa en que mayor cantidad de frutos hay en el cultivo.

Cuadro 7. Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de Helicoverpa zea y rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1994.

ddf	Promedio infestación	Promedio rendimiento	r	P
	# huevos/30 hojas	-- Kg/ha --		
0 - 30	0.25	12039	-0.17	0.75
30 - 60	0.36	12039	-0.30	0.43
0 - 60	0.31	12039	-0.20	0.55
	# larvas/50 plantas	--- Kg/ha ---		
0 - 30	0.47	12520	-0.10	0.57
30 - 60	0.47	12520	-0.36	0.03
0 - 60	0.47	12520	-0.24	0.05

Los análisis de regresión dieron funciones significativas cuadráticas y lineales en tres de los cuatro ensayos; en el ensayo de Helicoverpa zea en condiciones bajo techo en El Zamorano no se encontró ésta relación. Las funciones lineales fueron tan representativas como las cuadráticas, seleccionándose por mayor simplicidad de interpretación las lineales. Es de hacer notar que los resultados son bastante significativos ($P < 0.033$) (Cuadro 8). Para el ensayo larvas de H. zea bajo condiciones de

campo en El Zamorano, se determinó que una larva en 50 plantas reduce el rendimiento en 71.16 Kg/ha (Figura 3) aunque sólo el 13% de los cambios en el rendimiento se deben a cambios en infestación.

Cuadro 8. Resumen de las funciones de respuesta en rendimiento a los niveles críticos.

Funciones	b_0	b_1	R^2	p
Ensayo				
- Número de larvas de <u>H. zea</u> /50 plantas bajo condiciones de campo en El Zamorano.	12554	-71.16	0.13	0.033
- Número de larvas de <u>H. zea</u> /50 plantas bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua.	37075	-1330.26	0.20	0.0034
- Número de larvas de <u>Spodoptera</u> spp./50 plantas en condiciones de campo. Valle de Comayagua.	33588	-1246.33	0.1796	0.0064

3. Dinámica poblacional de Helicoverpa zea en condiciones bajo techo.

La infestación de H. zea en condiciones bajo techo fue similar a la infestación que se presentó bajo condiciones de campo. Esta baja infestación se debe posiblemente al aislamiento que provee la estructura del techo al cultivo.

La población de huevos de H. zea en el tratamiento de 1 huevo/30 hojas fue el único que sobrepasó el NC, por lo

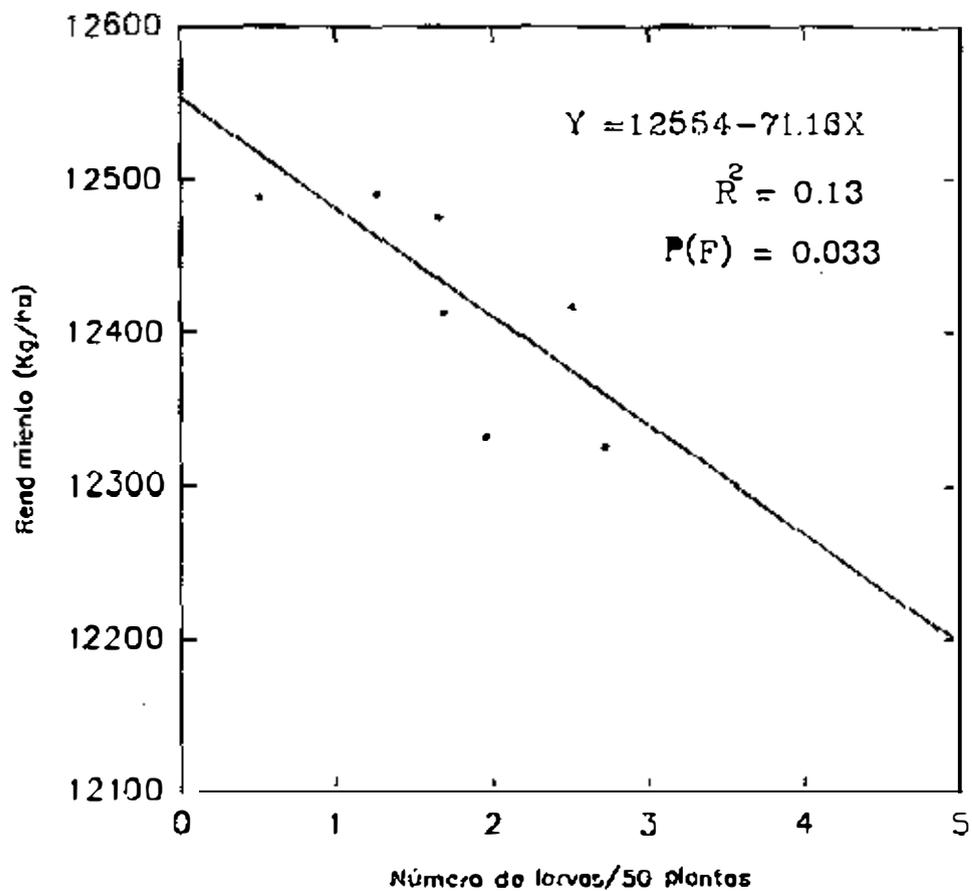


Figura 3. Respuesta a la infestación de larvas de *H. zea*. El Zamorano, 1994.

que se le hizo una aplicación química. Esto ocurrió a los 12 ddf. Las poblaciones de los tratamientos de 2 y 3 huevos/30 hojas nunca alcanzaron los NC, por lo que no se realizaron aplicaciones de químicos. En el testigo se realizaron 6 aplicaciones calendarizadas aunque los niveles de huevos no fueron mayores que 1 huevo/30 hojas (Figura 4).

A nivel de larvas se realizó una aplicación en el tratamiento de 1 larva/50 plantas, esto ocurrió a los 30 ddf.

Las poblaciones de los tratamientos de 2 y 3 larvas/50 plantas nunca alcanzaron los niveles críticos, por lo que no se les hizo ninguna aplicación. En el testigo se realizaron seis aplicaciones calendarizadas, aunque la población no fue superior a 1 larva/50 plantas (Figura 5).

4. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.

En condiciones bajo techo no se encontró ninguna relación entre los niveles de infestación de H. zea y rendimiento del cultivo. Los coeficientes de correlación fueron muy bajos tanto para la infestación de larvas como para la de huevos, en cualquiera de los períodos en que se dividieron los datos de muestreo (Cuadro 9). Esto impidió encontrar algún efecto significativo de la densidad de H.

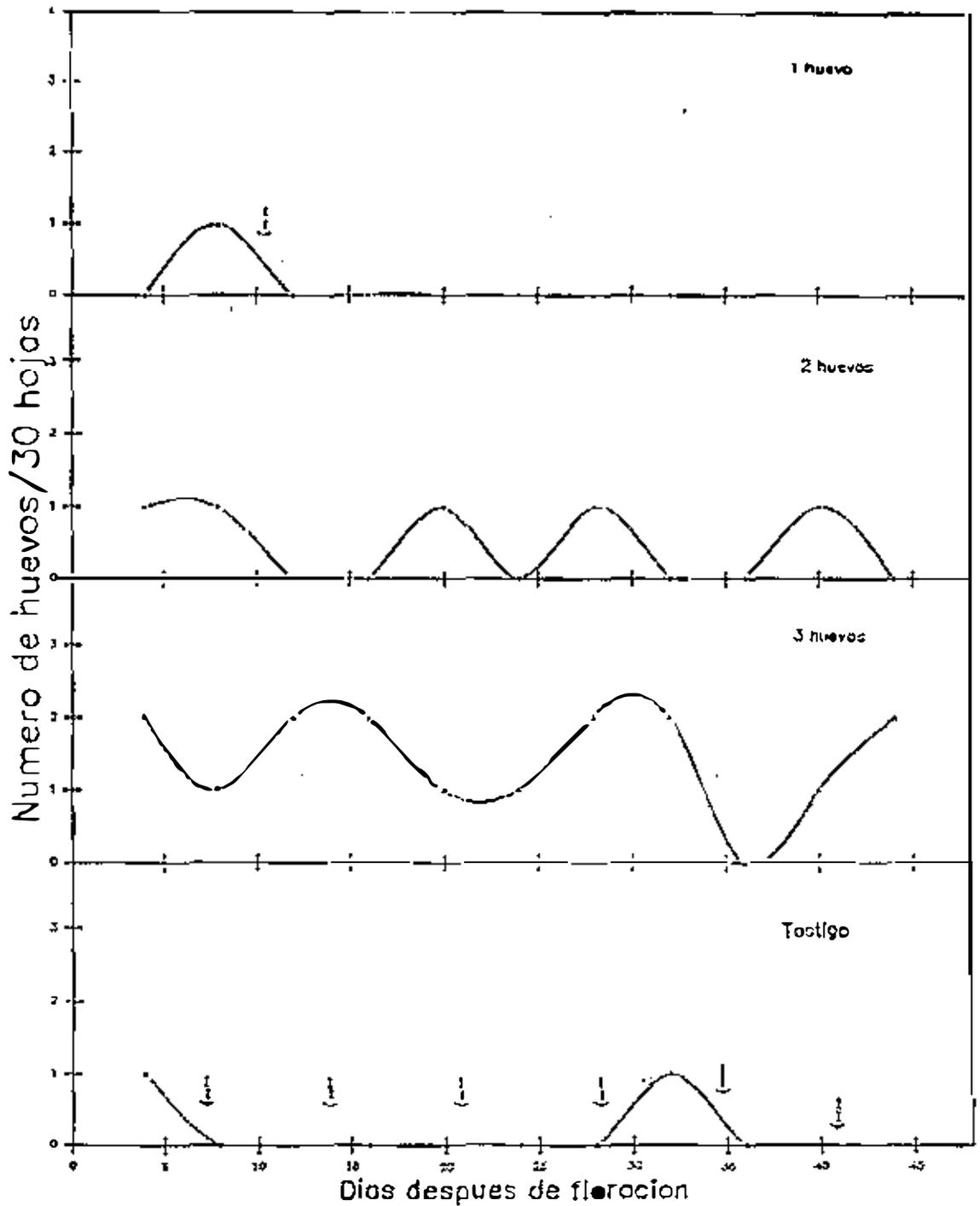


Figura 4.-

Dinámica poblacional de *Helicoverpa zea* en tomate, a nivel de huevos, bajo condiciones de techo. El Zamorano, Honduras. 1993. (Flechas indican momentos de aplicación).

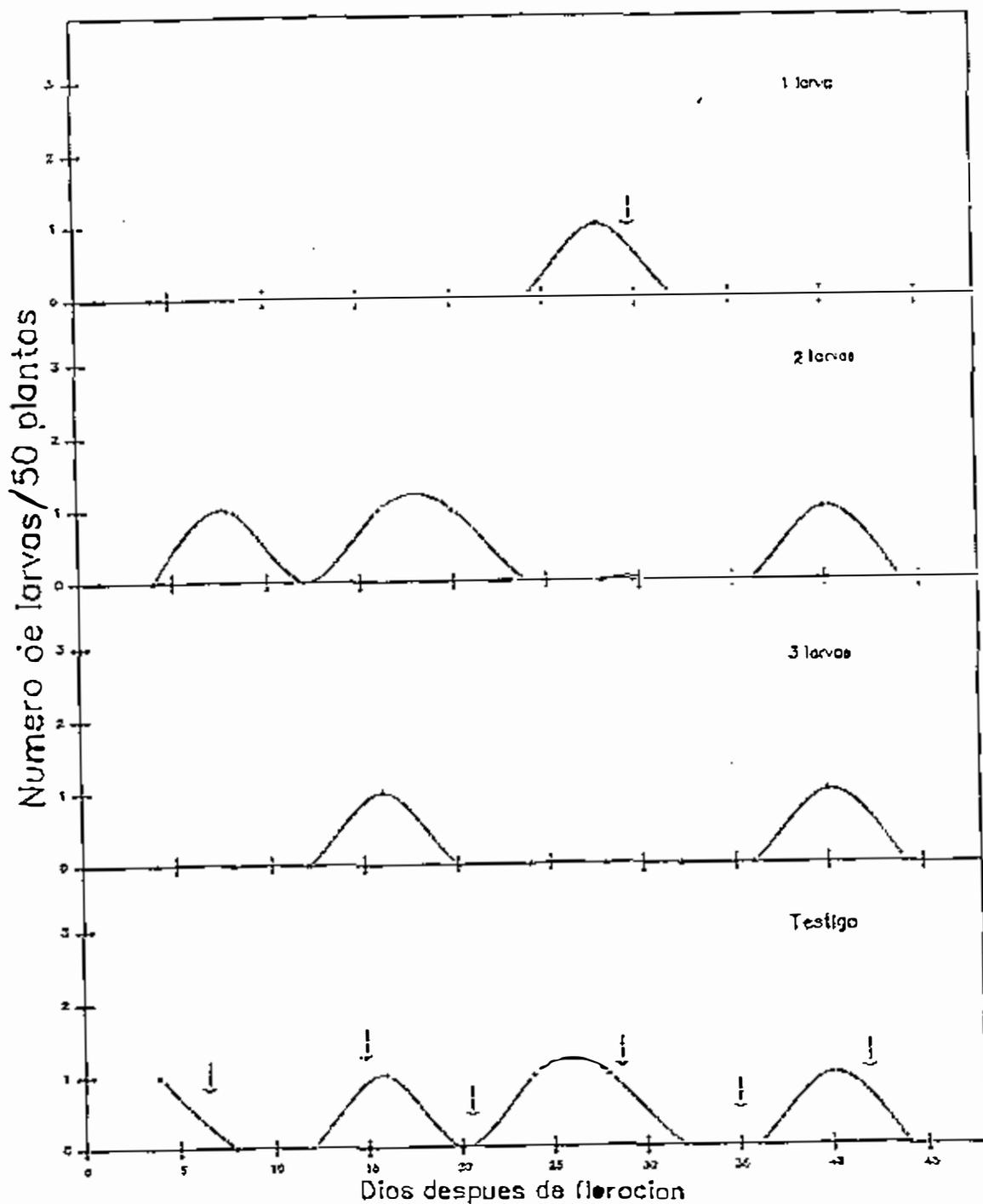


Figura 5.- Dinámica poblacional de Helicoverpa zea en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de techo. El Zamorano, Honduras. 1993. (Flechas indican momentos de aplicación).

zea sobre el rendimiento del cultivo en condiciones bajo techo.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de Helicoverpa zea y rendimiento de tomate, en condiciones bajo techo. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1994.

ddf	Promedio infestación	Promedio rendimiento	r	P
	# huevos/30 hojas	-- Kg/ha --		
0 - 30	0.7	28356	-0.07	0.76
30 - 60	0.4	28356	-0.13	0.55
0 - 60	0.5	28356	-0.1	0.52
	# larvas/50 plantas			
0 - 30	0.3	29986	0.08	0.72
30 - 60	0.25	29986	-0.06	0.78
0 - 60	0.27	29986	0.008	0.96

C. Evaluación estadística de los ensayos en la empresa Cultivos Palmerola, Valle de Comayagua.

En la zona del Valle de Comayagua los niveles de infestación de H. zea fueron mayores que los que se encontraron en El Zamorano. La infestación de Spodoptera spp. fue tan alta como se esperaba.

1. Dinámica poblacional de Helicoverpa zea en condiciones de campo, en el Valle de Comayagua.

La infestación de H. zea sobrepasó en varias ocasiones los niveles críticos, tanto a nivel de huevos como a nivel de larvas. La población de huevos de H. zea en el tratamiento de 1 huevo/30 hojas alcanzó varias veces el NC, por lo que se le hicieron nueve aplicaciones. El máximo nivel alcanzado fue de 3 huevos/30 hojas. El tratamiento de 2 huevos/30 hojas presentó un máximo de 6 huevos en 30 hojas en los primeros 5 ddf, éste tratamiento recibió siete aplicaciones. El tratamiento de 3 huevos/30 hojas presentó un máximo de 5 huevos/30 hojas en los primeros 5 ddf, éste tratamiento recibió 5 aplicaciones. El testigo presentó un máximo de 3 huevos/30 hojas, donde se realizaron 5 aplicaciones (Figura 6).

La población de larvas en el tratamiento de 1 larva/50 plantas presentó un máximo de 9 larvas/50 plantas en los primeros 5 ddf. En este tratamiento se realizaron siete aplicaciones en total. En el tratamiento de 2 larvas/50 plantas se realizaron seis aplicaciones y la población de larvas alcanzó un máximo de 5 larvas/50 plantas. El tratamiento de 3 larvas/50 plantas presentó un máximo de 10 larvas/50 plantas y se le hicieron cuatro aplicaciones. La población de larvas en el testigo alcanzó un máximo de 3 larvas/50 plantas. En este tratamiento se realizaron cinco aplicaciones (Figura 7).

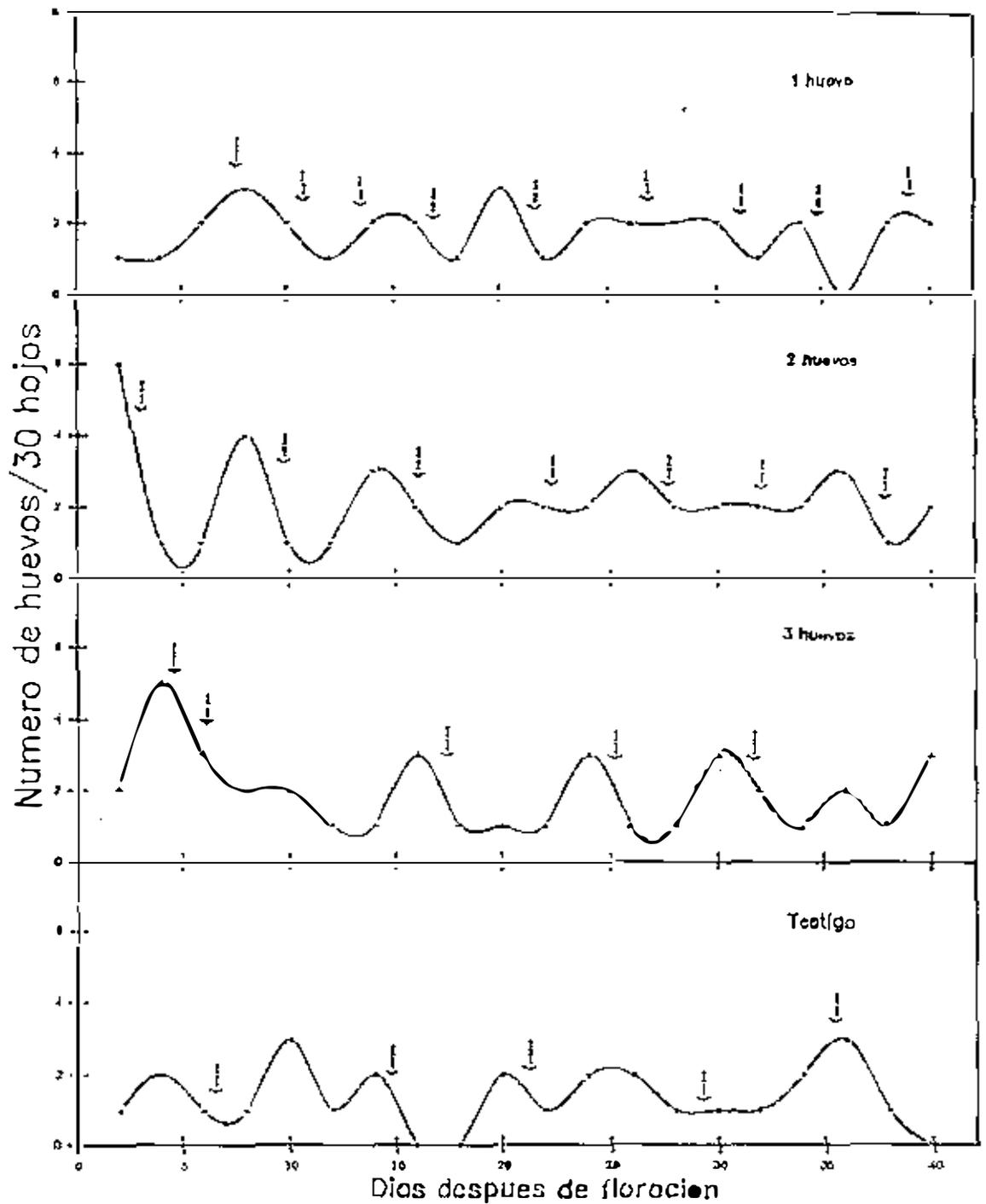


Figura 6.- Dinámica poblacional de Helicoverpa zea en tomate, a nivel de huevos, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994. (Flechas indican momentos de aplicación).

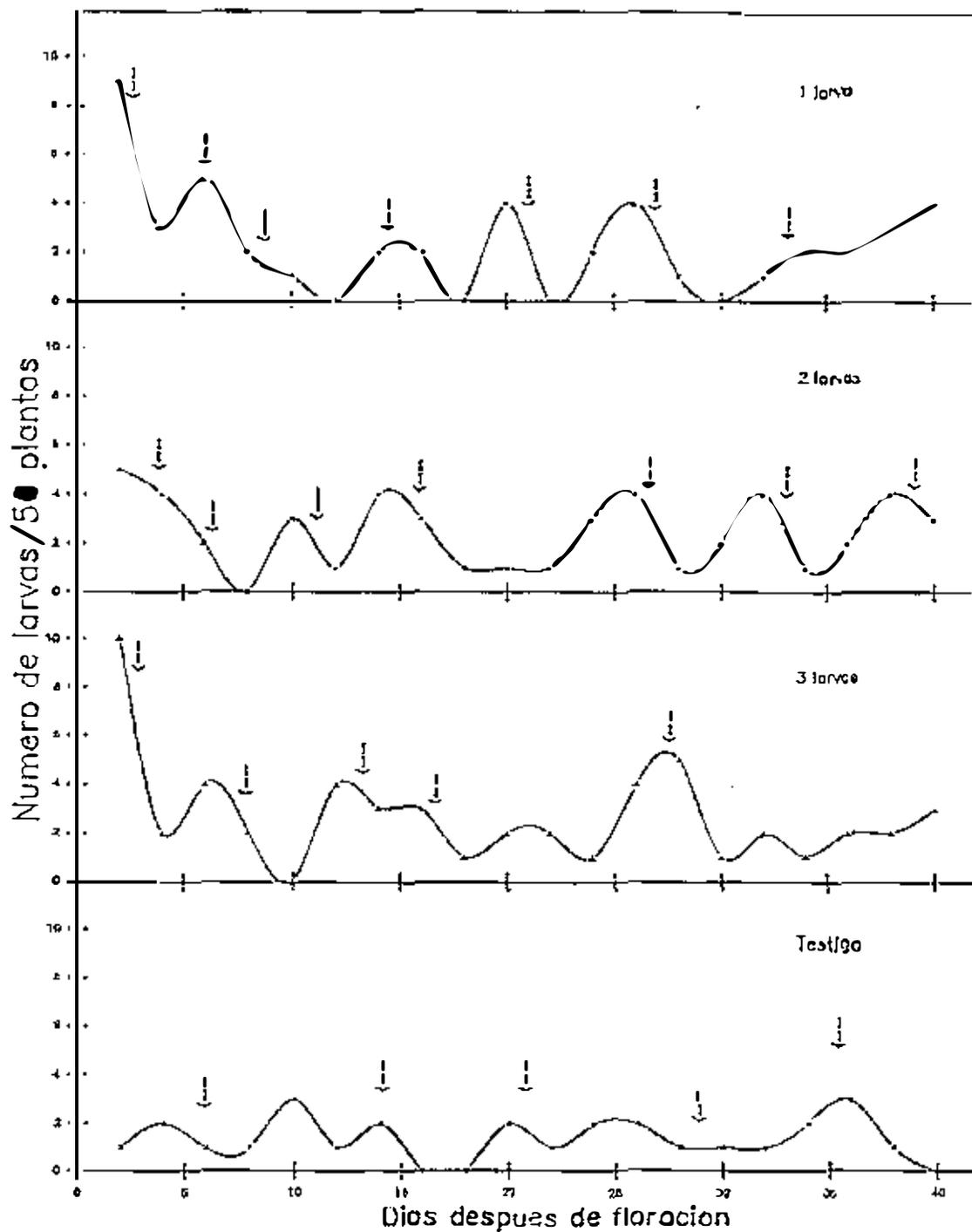


Figura 7.-

Dinámica poblacional de *Helicoverpa zea* en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994. (Flechas indican momentos de aplicación).

Los picos más altos de población en los diferentes tratamientos se presentaron en los primeros ddf, cuando todavía no se había realizado ninguna aplicación.

2. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.

En el número de huevos no se encontró relación significativa entre los niveles de infestación y el rendimiento del cultivo, para ninguno de los tres periodos en que se dividieron los datos de muestreo (Cuadro 10). En el número de larvas existió una relación inversa entre infestación y rendimiento en el período de 30 - 60 ddf ($r = -0.45$, $P = 0.003$) que se extiende al total del período de 0 - 60 ddf. Esto indica que hay un efecto marcado de la densidad de la plaga en el último mes sobre el rendimiento del cultivo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de Helicoverpa zea y rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo. Cultivos, Palmerola. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.

ddf	Promedio Infestación	Promedio Rendimiento	r	P
	# huevos/30 hojas	-- Kg/ha --		
0 - 30	1.85	32021	0.15	0.44
30 - 60	1.70	32021	0.29	0.32
0 - 60	1.78	32021	0.18	0.39
	# larvas/50 plantas	-- Kg/ha --		
0 - 30	2.88	33583	-0.05	0.77
30 - 60	2.62	33583	-0.45	0.003
0 - 60	2.75	33583	-0.21	0.06

Se determinó que 1 larva/50 plantas reduce el rendimiento en 1330.26 Kg/ha (Figura 8), aunque solo el 20% de los cambios en el rendimiento se deben a los cambios en la infestación de larvas de Helicoverpa zea.

3. Dinámica poblacional de spodoptera spp. en condiciones de campo.

La población de larvas de Spodoptera spp. en el Valle de Comayagua alcanzó en varias ocasiones los niveles críticos preestablecidos.

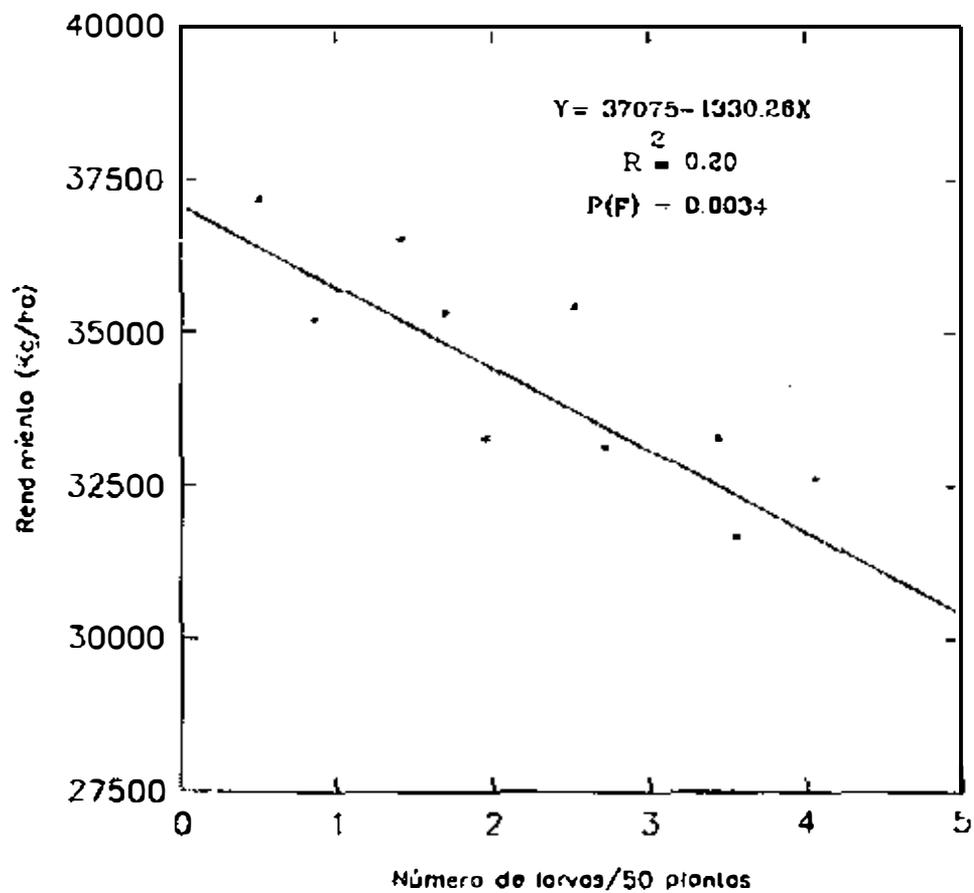


Figura 8. Respuesta a la infestación de larvas de *H. zea* Valle de Comayagua, 1994.

La población de masas de huevos en el tratamiento de 2 masas de huevos/50 plantas fue la única que sobrepasó el NC, por lo que se le hizo una aplicación a los 33 ddf. Las poblaciones de los tratamientos de 4 y 6 masas de huevos/50 plantas no alcanzaron los NC, por lo que no se les hizo ninguna aplicación. En el testigo la población de masas de huevos presentó un máximo de 1 masa de huevos/50 plantas y se le hicieron cinco aplicaciones calendarizadas (Figura 9).

La población de larvas en el tratamiento de 1 larva/50 plantas presentó un máximo de 7 larvas/50 plantas en los primeros 5 ddf. Se realizaron ocho aplicaciones para suprimir la población y mantenerla abajo del NC. La población de larvas en el tratamiento de 2 larvas/50 plantas presentó un máximo de 12 larvas/50 plantas en los primeros 5 ddf y se realizaron siete aplicaciones. La población del tratamiento de 3 larvas/50 plantas presentó un máximo de 9 larvas/50 plantas en los primeros 5 ddf y se le hicieron seis aplicaciones. La población del testigo presentó un máximo de 10 larvas/50 plantas y se le hicieron 5 aplicaciones calendarizadas (Figura 10).

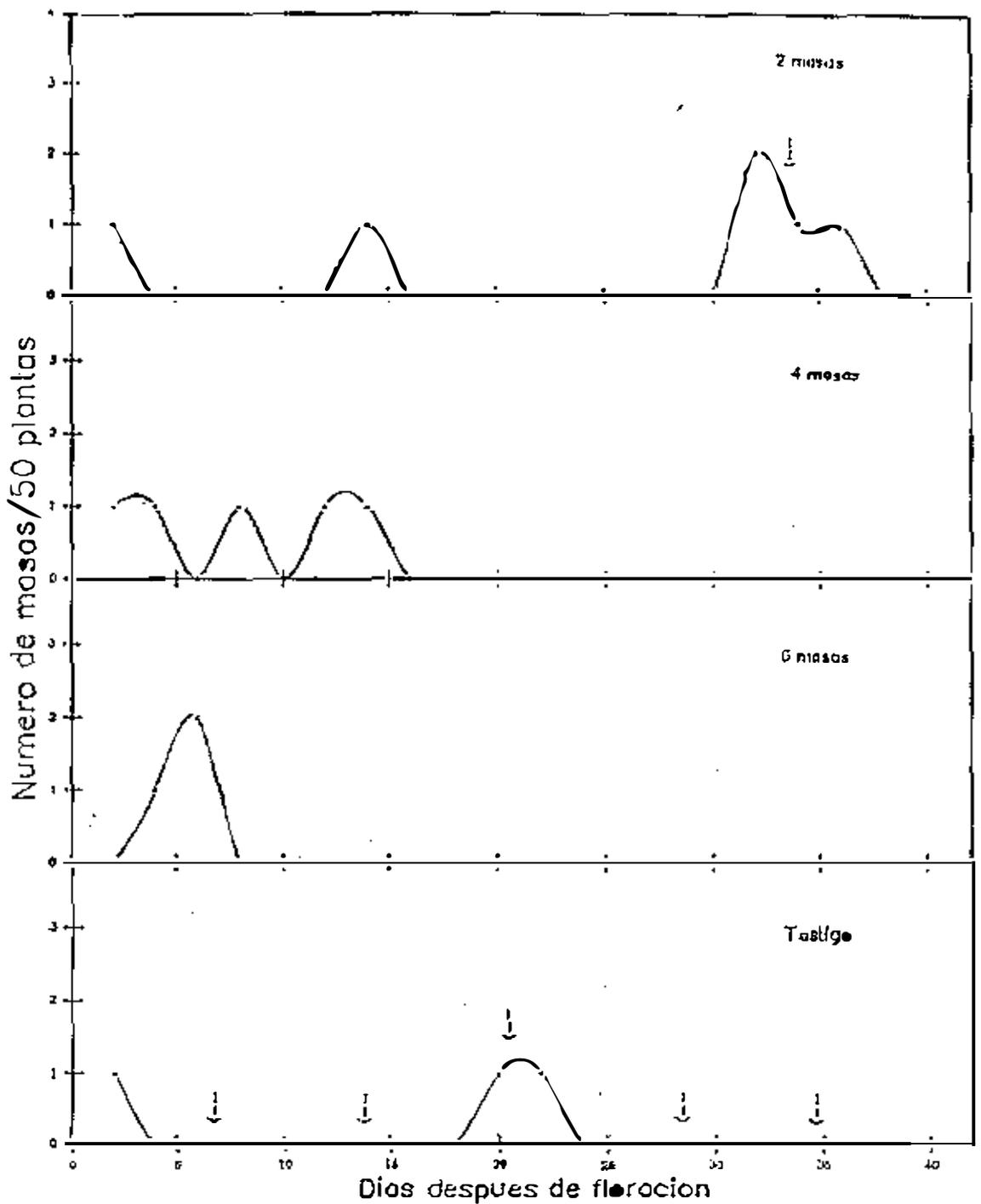


Figura 9.- Dinámica poblacional de Spodoptera spp. en tomate, a nivel de masas de huevos, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994. (Flechas indican momentos de aplicación).

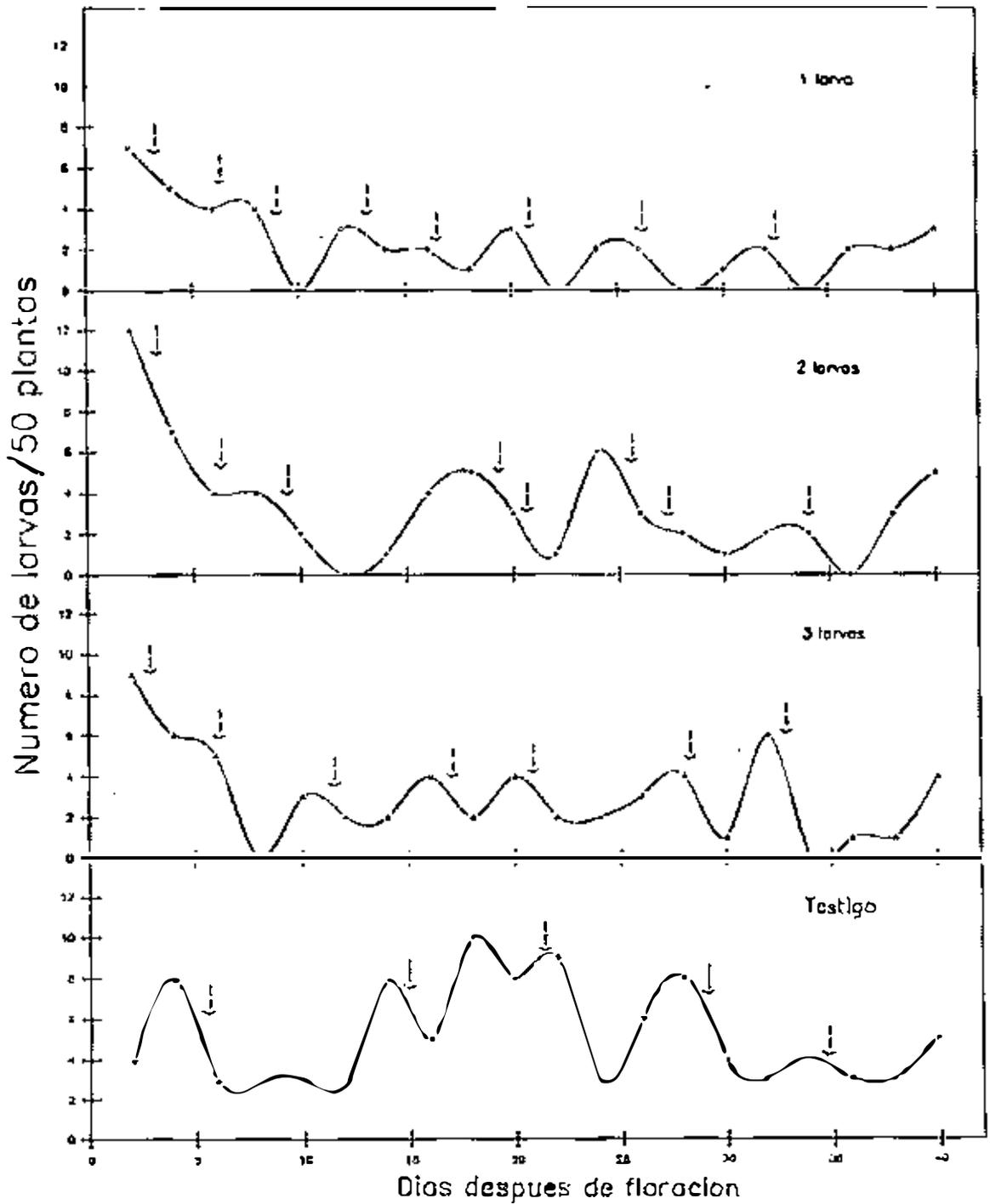


Figura 10.- Dinámica poblacional de Spodoptera spp. en tomate, a nivel de larvas, bajo condiciones de campo. Valle de Comayagua, Honduras. 1994. (Flechas indican momentos de aplicación).

4. Efecto de los niveles de infestación sobre las respuestas agronómicas.

No se encontró una relación significativa entre el nivel de infestación de huevos y el rendimiento del cultivo para ninguno de los tres periodos en que se dividieron los datos de muestreo. Se observó una relación inversa entre el nivel de infestación de larvas y el rendimiento ($r = -0.42$, $P = 0.006$) para el período de 30 - 60 ddf que se extiende a todo el período de 0 - 60 ddf. Esto indica que el nivel de infestación de larvas en el último mes tiene un efecto considerable sobre el rendimiento del cultivo (Cuadro 11).

La relación que se determinó es que 1 larva/50 plantas disminuye el rendimiento en 1246.33 Kg/ha (Figura 11), donde solamente el 18% de los cambios en el rendimiento se deben a los cambios en la infestación de larvas de Spodoptera spp.

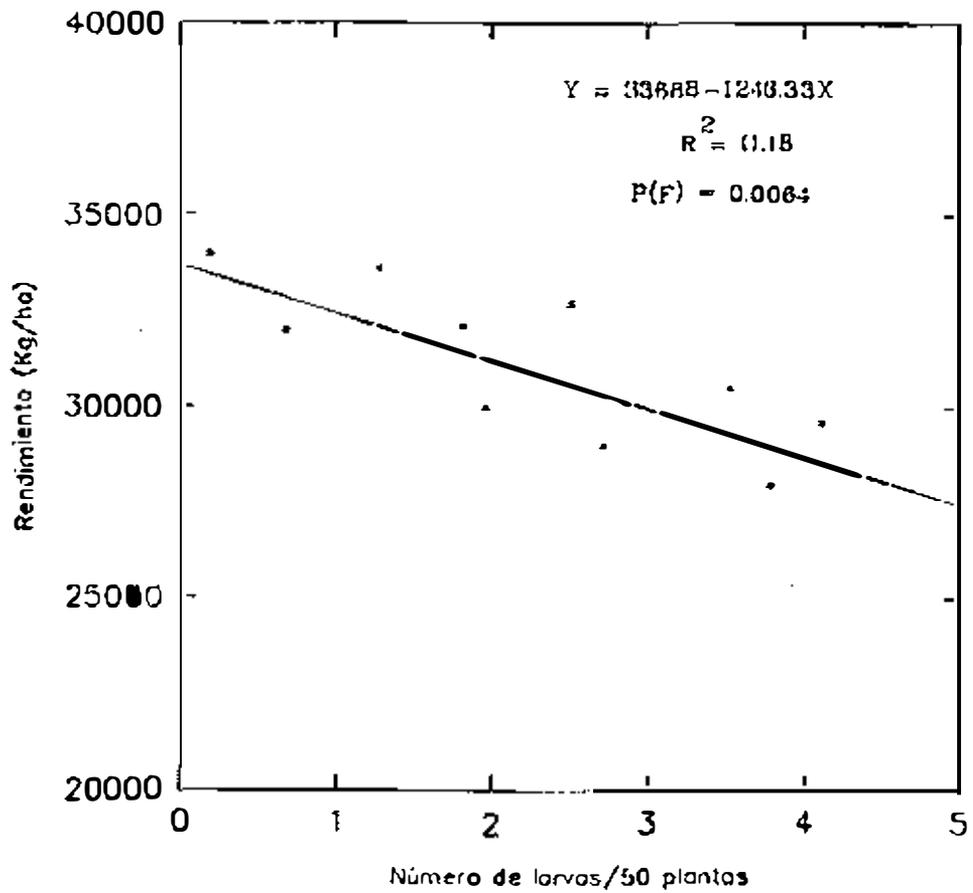


Figura 11. Respuesta a la infestación de larvas de *Spodoptera* spp. Valle de Comayagua, 1994.

cuadro 11. Coeficientes de correlación lineal entre nivel de infestación de Spodoptera spp. y rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo. Cultivos Palmerola. Valle de Comayagua, Honduras. 1994.

ddf	Promedio Infestación	Promedio Rendimiento	r	P
	# masas/50 plantas -- Kg/ha --			
0 - 30	0.30	20917	-0.17	0.30
30 - 60	0.12	20917	-0.05	0.74
0 - 60	0.21	20917	-0.12	0.42
	# larvas/50 plantas -- Kg/ha --			
0 - 30	4.12	30292	-0.18	0.25
30 - 60	2.72	30292	-0.42	0.006
0 - 60	3.42	30292	-0.28	0.01

D. validación del tamaño de muestra

La validación solamente se refiere al tamaño de muestra, ya que no se ha evaluado la unidad de muestreo ni el método de extracción de muestras en el campo. Se determinaron diferentes tamaños óptimos de muestra para cada uno de los ensayos, utilizándose un error entre 5% a 25% y una probabilidad (grado de confianza) entre 75% a 95%. Se utilizó el mayor coeficiente de variación en todas las fechas de muestreo.

Los resultados de éste análisis nos dan el número de muestras que debieran tomarse para cada caso.

1. Helicoverpa zea, El Zamorano.

En el número de huevos, el muestreo de 30 hojas es confiable con una probabilidad entre 75% y 80% y con un error máximo permisible de 25%, o con una probabilidad de 75% y un error máximo permisible entre 20% y 25% (Cuadro 12). En el número de larvas el muestreo de 50 plantas es confiable con una probabilidad entre 75% y 80% y con un error máximo permisible de 20%, o también con una probabilidad entre 80% y 85% y con un error de 25%, o con una probabilidad de 80% y un error entre 20% y 25% (Cuadro 13).

Cuadro 12. Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de huevos de Helicoverpa zea, en el Zamorano. 1994.

$$\bar{X} = 0.027083 \quad cv\% = 123$$

$$s = 0.033333$$

Error (%) Máximo	P(%) Grado de Confianza				
	75	80	85	90	95
25	24	41	55	70	101
20	38	65	86	109	158
15	67	115	152	194	281
10	150	260	343	437	437
5	602	1042	1373	1750	2335

cuadro 13. Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de larvas de *Helicoverpa zea*, en el Zamorano. 1994.

$$\bar{X} = 0.015 \quad cv\% = 133$$

$$s = 0.02$$

Error (%) Máximo	F (%) Grado de Confianza				
	75	80	85	90	95
25	28	48	63	80	115
20	43	75	98	125	180
15	77	133	175	222	319
10	174	300	394	500	718
5	696	1200	1574	2000	2872

2. *Helicoverpa zea*, Valle de Comayagua.

Para el número de huevos el muestreo de 30 hojas es confiable con una probabilidad entre 80% y 85% con un error máximo permisible de 15%, también es confiable con una probabilidad entre 90% y 95% y un error de 20%, o con una probabilidad de 85% y un error entre 15% y 20%, y con una probabilidad de 90% y con un error máximo permisible entre 15% y 20% (Cuadro 14).

Para el número de larvas el muestreo de 50 plantas es confiable con una probabilidad entre 80% y 85% con un error máximo permisible de 15%, también con una probabilidad de 85% y con un error de 15% a 20%, o con una probabilidad de 90% y con un error entre 15% y 20%, o con una probabilidad

entre 90 y 95% y con un error de 20%, y es confiable con una probabilidad de 95% y con un error entre 20% y 25% (Cuadro 15).

Cuadro 14. Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de huevos de Helicoverpa zea en el Valle de Comayagua. 1994.

$$\bar{X} = 0.056666 \quad cv\% = 59$$

$$s = 0.033333$$

Error (%) Máximo	P(%) Grado de Confianza				
	75	80	85	90	95
25	5	9	12	16	23
20	8	15	20	25	36
15	15	26	35	44	64
10	34	59	78	100	145
5	137	237	313	399	578

Cuadro 15.- Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de larvas de Helicoverpa zea en el Valle de Comayagua. 1994.

$$\bar{X} = 0.44666 \quad cv\% = 79$$

$$s = 0.354693$$

Error (%) Máximo	P(%) Grado de Confianza				
	75	80	85	90	95
25	10	17	22	28	40
20	15	26	35	44	63
15	27	47	62	78	113
10	61	106	139	177	254
5	246	426	558	709	1019

3. Spodoptera spp., Valle de Comayagua.

Para el número de masas de huevos el muestreo de 50 plantas es confiable con una probabilidad entre 75% y 80% y con un error máximo permisible de 5%, también con una probabilidad de 80% y con un error entre 5% y 10%, con una probabilidad de 85% y un error entre 5% y 10%, o con una probabilidad de 90% y con un error entre 5% y 10%, o con una probabilidad de 95% y con un error entre 5% y 10%, lo cual es muy representativo de la densidad real de la plaga existente en el campo (Cuadro 16). Para el número de larvas el muestreo de 50 plantas es confiable con una probabilidad de 80% y con un error máximo permisible de 15% (Cuadro 17).

Cuadro 16. Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de masas de huevos de Spodoptera spp. en el Valle de Comayagua. 1994.

\bar{X} = 0.07	cv% = 29				
s = 0.02					
	P(%) Grado de Confianza				
Error (%)	75	80	85	90	95
Máximo					
25	1	2	3	3	5
20	2	4	5	6	8
15	4	6	8	10	15
10	8	14	18	23	33
5	32	56	73	94	132

Cuadro 17. Estimación del tamaño óptimo de muestra para el monitoreo de larvas de Spodoptera spp. en el Valle de Comayagua. 1994..

$$\bar{X} = 0.45 \quad cv\% = 82$$

$$s = 0.3677551$$

Error (%) Máximo	P(%) Grado de Confianza				
	75	80	85	90	95
25	10	18	23	30	43
20	16	28	37	47	67
15	29	50	65	83	120
10	65	112	148	187	270
5	261	450	591	751	1079

E. Evaluación económica de los resultados

1. Análisis económico de los ensayos en El Zamorano

Se realizó un análisis de dominancia para el ensayo de larvas de H. zea en El Zamorano, tomando en cuenta los costos (Anexo 1) y las utilidades diferenciales (Anexo 2) de cada tratamiento.

Las poblaciones de los tratamientos de 1, 2 y 3 larvas/50 plantas se mantuvieron por abajo de los niveles críticos pretendidos, por ésta razón se tomaron como si

fueran uno solo y se promediaron sus utilidades, porque sus costos diferenciales fueron nulos en los tres niveles y no se les realizaron aplicaciones químicas, a diferencia del testigo en el que se realizaron ocho aplicaciones calendarizadas.

Los tres niveles críticos sin aplicaciones resultaron dominantes ya que tienen una mayor utilidad y un menor costo diferencial que el testigo (Cuadro 18).

Cuadro 18. Resumen del análisis de dominancia, para el ensayo de larvas de Helicoverpa zea en condiciones de campo en la EAP.

-----Lps/ha-----			
Niveles Pretendidos	Niveles reales	Costos diferenciales	Utilidad diferencial
1, 2, y 3 larvas en 50 plantas	0, 0.7, y 0.59 larvas en 50 plantas	0	68,839.78
Aplicaciones cada 7 días	0.24 larvas	1,359.55	67,564.80 Dominado

No se precisa el análisis marginal debido a que el único tratamiento disponible como alternativa (testigo) queda dominado.

Las poblaciones de H. zea que se presentaron en los dos últimos años en El Zamorano fueron similares. Se realizaron dos aplicaciones por mes como máximo en el año 1992 y tres aplicaciones como máximo en el año 1993 (Figura

12). Cada aplicación se realizaba utilizando un nivel crítico de 1 larva/50 plantas, lo que explica las bajas poblaciones que se presentaron en la zona de evaluación.

2. Análisis económico de los ensayos en Comayagua

Para el ensayo de *H. zea* se realizó un análisis de dominancia con los tratamientos de niveles críticos de larvas tomando en cuenta los costos y las utilidades diferenciales de cada tratamiento (Anexos 3, 4, 5 y 6). Los tratamientos de 2.70 larvas/50 plantas y el testigo de aplicaciones calendarizadas (1.35 larvas) resultaron dominados en el análisis, por tener una menor utilidad diferencial que el tratamiento de 2.50 larvas/50 plantas, que a su vez tiene menores costos diferenciales que el de 2.35 larvas/50 plantas (Cuadro 19). Se eliminaron los tratamientos dominados para realizar el análisis marginal, cuyo objetivo es revelar exactamente como los beneficios de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Este análisis dió como resultado una tasa de retorno marginal de 6,292.1% al pasar del tratamiento de 2.50 a 2.35 larvas/50 plantas. Esto quiere decir que por cada lempira invertido se recibe ese lempira y 62.92 lempiras adicionales. Estas tasa de retorno es muy alta considerando que se refieren únicamente a las utilidades y costos diferenciales, sin considerar los costos comunes con

los que trabaja la empresa. Es de hacer notar que los resultados económicos de éste ensayo no tienen respaldo estadístico.

En el ensayo de Spodoptera spp. se realizó un análisis de dominancia de la misma forma que se realizó en el ensayo anterior. El tratamiento de 2.25 larvas/50 plantas resultó dominado por tener una menor utilidad diferencial que el tratamiento de 3.35 larvas/50 plantas (Cuadro 20). Se eliminó el tratamiento dominado para realizar el análisis marginal, que dio como resultado una tasa de retorno de 23,967% al pasar del testigo de aplicaciones calendarizadas al tratamiento de 3 larvas/50 plantas. Esto significa que por cada lempira invertido se recibe ese lempira y 239.67 lempiras adicionales. Al pasar del tratamiento de 3 larvas/50 plantas al tratamiento de 3.35 larvas/50 plantas se obtuvo una tasa de retorno marginal de 32,845%, lo cual significa que por cada lempira invertido se recupera ese lempira y 328.45 lempiras adicionales. La tasa de retorno que se determinó al pasar del tratamiento de aplicaciones calendarizadas al tratamiento que presentó 3.35 larvas/50 plantas fue de 29,806%. Esto sugiere que por cada lempira invertido; se recupera ese lempira y 298.06 lempiras adicionales (Cuadro 20). Es de hacer notar que ésta última tasa de retorno es la única que tiene confiabilidad estadística.

Cuadro 19. Análisis de dominancia y análisis marginal comparativo, para el ensayo de larvas de *H. zea* en el Valle de Comayagua, Honduras, 1994.

Tratamiento	Infestación Real	Costos Diferenciales	Ingreso Bruto	Utilidad Diferencial	Análisis de Dominancia	T.R.M.
---	Larvas/50 ptas---	-----	Lps/ha-----	-----		---%---
1	2.35	1,226.81	170,866.65	169,639.84	Dominante	6,292.1
2	2.50	813.80	144,466.65	143,652.85	Dominante	
3	2.70	828.60	140,800.00	139,971.40	Dominado	
Testigo	1.35	986.50	118,506.00	117,519.00	Dominado	

*TRM = Tasa de Retorno Marginal (sin considerar los costos comunes)

* Detallados en el anexo 3.

Cuadro 20. Análisis de dominancia y análisis marginal comparativo, para el ensayo de larvas de Spodoptera spp. en el Valle de Comayagua. Honduras, 1994.

Tratamiento	Infestación Real	Costos Diferenciales	Ingreso Bruto	Utilidad Diferencial	Análisis de Dominancia	T.R.M
---Larvas/50 ptas---			-----Lps/ha-----			-----%
1	2.25	1,375.99	148,866.65	147,490.66	Dominado	
2	3.35	1,226.81	169,400.00	168,173.19	Dominante	32,845
3	3.05	1,068.77	117,333.04	116,264.27	Dominante	29,806
						23,967
Testigo	5.01	986.50	97,533.30	96,546.80	Dominante	

TRM = Tasa de Retorno Marginal (sin considerar los costos comunes)

* Detallados en el anexo 4.

V. CONCLUSIONES

Para producción:

1. Los niveles críticos evaluados en los ensayos fueron demasiado altos comparados con las poblaciones que se presentaron, principalmente en los ensayos en El Zamorano. Esto impidió que se encontrara diferencia entre los tratamientos para la mayoría de los ensayos a excepción del que se realizó para larvas de Spodoptera spp. en Comayagua.
2. A nivel de larvas, existe un marcado efecto de la densidad poblacional de ambas plagas sobre el rendimiento del cultivo en el período de 30 - 60 ddf, excepto el de H. zea bajo condiciones de techo. Este efecto es limitado por las bajas infestaciones en el Zamorano, principalmente en condiciones bajo techo, que permiten un aislamiento físico del cultivo a la acción de la plaga.
3. Considerando que solamente el 20% de los cambios en el rendimiento se deben a la infestación de larvas, siendo el 80% de los cambios en el rendimiento controlados por otros factores diferentes de la plaga: Bajo las mismas condiciones en que se realizaron estos

ensayos, 1 larva de H. zea en 50 plantas puede reducir el rendimiento en 71.16 Kg/ha en el Zamorano bajo condiciones de campo. Una larva de H. zea en 50 plantas puede reducir el rendimiento en 1330.26 Kg/ha en Comayagua y 1 larva de Spodoptera spp. puede reducir el rendimiento en 1246.33 Kg/ha.

4. Los muestreos de masas de huevos de Spodoptera spp. en el Valle de Comayagua tienen altos niveles de representatividad que debieran mantenerse en el número de muestras para ayudar a obtener respuestas en rendimiento.
5. Las tasas de retorno de los ensayos en Comayagua son muy altas. Esto se debe a que en el análisis los costos diferenciales son muy pequeños pero suficientes para bajar el nivel de infestación y subir considerablemente el rendimiento.

Para futuras investigaciones:

1. El monitoreo de huevos no muestra correlaciones significativas entre nivel de infestación y rendimiento. Esto limita la obtención de funciones de respuesta para ambas plagas. Algunos de los factores limitantes que presenta el muestreo de huevos son la

cantidad de tiempo que se invierte para realizarlo y la habilidad que necesita el muestreador para identificarlos, principalmente los de H. zea.

2. Los muestreos de H. zea en el Zamorano y en el Valle de Comayagua parecieran tener aceptables niveles de representatividad pero no son suficientemente altos como para obtener buenas funciones de respuesta. Aumentando el número de muestras para reducir el error y aumentar la confianza de los datos puede ser una vía para obtener respuestas en rendimiento más representativas.

VI. RECOMENDACIONES

De las conclusiones anteriores se desprenden las siguientes recomendaciones:

Para producción:

1. Utilizar el muestreo de larvas para monitorear las poblaciones de H. zea y Spodoptera spp. en El Zamorano y en el Valle de Comayagua bajo condiciones de campo, enfatizando en el período en el período de 30 - 60 ddf, que es donde mayor daño causa la plaga.
2. Se debe aumentar el tamaño de muestra a 115 hojas en el caso de huevos y a 133 plantas en el caso de larvas para incrementar la confiabilidad a una probabilidad de 80% de que se mantenga un error de inferior al 15% en los muestreos de H. zea en El Zamorano bajo condiciones de campo.
3. Para el monitoreo de masas de huevos de Spodoptera spp. en Comayagua, se debe mantener el número de muestras de 50 plantas que se utilizó en los ensayos para tener una alta representatividad de los datos que se obtengan en el muestreo.

4. Para aumentar la confiabilidad del muestreo de larvas de Spodoptera spp. a 85% de que se mantenga un error de 15%, se deberá incrementar el número de muestras a 65 plantas.
5. Con algún respaldo estadístico ($P < 0.19$) debiera utilizarse 2 larvas en 50 plantas como nivel crítico más económico para el control de Spodoptera spp. en la empresa Cultivos Palmerola, Comayagua.
6. Sin respaldo estadístico, económicamente es más recomendable utilizar 1 larva en 50 plantas como nivel crítico para el control de H. zea bajo condiciones de campo en la empresa Cultivos Palmerola, Comayagua.

Para futuras investigaciones:

1. Para mejorar el muestreo se recomienda profundizar en:
 - a) Unidad de muestreo.- Hacer evaluaciones a nivel de hoja por planta, de toda la planta y a nivel de frutos, para determinar cual es la mejor unidad de muestreo.
 - b) Forma de distribución del muestreo en la parcela.
 - c) Tamaño de muestra correspondiente para la unidad de muestreo.

2. Evaluar la respuesta en rendimiento a los niveles críticos en períodos más cortos (quincenas o semanas).
3. Se recomienda estudiar los niveles de parasitismo a nivel de huevo y de larvas como control natural de ambas plagas.

VII. RESUMEN

El estudio se realizó durante 1993 y 1994 en el Valle de Comayagua y en El Zamorano con los siguientes objetivos:

- a) evaluar 7 niveles críticos para el control de Helicoverpa zea y Spodoptera spp. con sus respectivos análisis económicos
- b) determinar las dinámicas poblacionales de ambas plagas en las zonas de evaluación
- c) evaluar la metodología usada en el muestreo actual de ambas plagas.

Se realizaron cuatro experimentos separados en tiempo y espacio: dos para H. zea en El Zamorano en 1993, uno en condiciones bajo techo y otro en condiciones de campo y dos en Comayagua en 1994, uno para H. zea y otro para Spodoptera spp., ambos en condiciones de campo. Se evaluaron siete tratamientos que constaron de tres niveles críticos (NC) de huevos, tres de larvas y un testigo relativo de aplicaciones cada siete días.

Se encontró diferencia significativa entre tratamientos que comprendían niveles críticos de larvas de Spodoptera spp. en Comayagua. Las poblaciones de ambas plagas se presentaron con mayor incidencia en Comayagua. Las poblaciones de H. zea en Zamorano estuvieron abajo de los NC. Se encontró correlación entre la infestación de larvas de ambas plagas con el rendimiento del cultivo en condiciones de campo, en el período de 30-60 días después de floración (ddf). Se evaluó el muestreo de ambas plagas y resultó tener aceptables

niveles de confiabilidad. En la evaluación económica de los ensayos se realizó un análisis de dominancia y un análisis marginal para los ensayos que presentaron funciones de respuesta, tomando en cuenta sólo los costos variables.

Se concluye que la diferencia en el ensayo de larvas de Spodoptera spp. se debe a que la población real fue mayor que los NC evaluados, a diferencia de la población real de H. zea que fue más baja que los NC evaluados. Existe un marcado efecto de la población de larvas de ambas plagas sobre el rendimiento en el período de 30-60 ddf. Bajo las mismas condiciones de estos ensayos 1 larva de H. zea/50 plantas reduce el rendimiento en 71.16 Kg/ha en Zamorano bajo condiciones de campo, 1 larva de H. zea/50 plantas reduce el rendimiento en 1330.26 Kg/ha en Comayagua y 1 larva de Spodoptera spp./50 plantas reduce el rendimiento en 1246.33 Kg/ha en Comayagua. Se determinó que no más de 20% de los cambios en el rendimiento se deben a la infestación de larvas, 80% de estos son controlados por otros factores diferentes de la plaga. Las altas tasas de retorno que se presentaron se deben a que sólo se incluyeron los costos variables de cada ensayo en los análisis económicos.

VIII. ANEXOS

Anexo 1.- Costos diferenciales para el testigo en el ensayo de larvas de H. zea en condiciones de campo en la EAP.

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
				-----Lps/ha-----
1.- Insumos				
Javelin	Kg	2.8	268.1	750.68
Ambush	Lt	1.8	136.7	246.06
Orthene	Kg	1.1	94.1	103.46
Decis	Lt	0.4	43.8	17.52
2.- Mano de Obra				
Aplicaciones	jornal	16	14.0	224.00
3.- Equipo				
	Depreciación			
	Lps/jornal			
Bomba de mochila	0.75	16		12.00
TOTAL			1,359.55

Valor inicial de la bomba = L. 390.00

Vida útil = 5 años

Uso anual promedio = 832 horas

Apexo 2.- Presupuesto parcial de todos los tratamientos para el ensayo de larvas de H. zea en la EAP.

Niveles Reales # larvas/50 ptas.	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso
0.00	12673.3	69,703.15
0.70	12539.0	68,964.50
0.59	12336.7	68,924.35
Promedio	12516.3	68,839.80
Costo Diferencial.....		0.00
Utilidad Diferencial.....		68,839.80
<hr/>		
Testigo: 0.24 Larvas	12531.7	68,924.35
Costos Diferenciales.....		1,359.55
Utilidad Diferencial.....		67,564.80
<hr/>		

Precio del tomate utilizado en todos los ensayos: L.5.5/Kg

Anexo 3.- Costos diferenciales para todos los tratamientos del ensayo de larvas de H. zea en Comayagua.

2.35 larvas/50 ptas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos -----Lps/ha-----				
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	2.1	165.1	346.6
Ambush	Lt	0.5	79.3	39.6
2.- Mano de Obra				
Aplicaciones	jornal	14	18.0	252.0
3.- Equipo				
	Depreciación			
	Lps/jornal			
Bomba	3.25	14		45.5
TOTAL.....				1,226.8

2.50 larvas/50 ptas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos -----Lps/ha-----				
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	1.4	165.1	231.1
Ambush	Lt	0.5	79.3	39.6
2.- Mano de Obra				
Aplicaciones	jornal	12	18.0	216.0
3.- Equipo				
	Depreciación			
	Lps/jornal			
Bomba	3.25	12		39.0
TOTAL.....				813.8

2.70 larvas/50 ptas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos			-----Lps/ha-----	
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	0.7	165.1	115.6
2.- Mano de Obra				
Aplica- ciones	jornal	8	18.0	144.0
3.- Equipo				
	Depreciación Lps/jornal			
Bomba	3.25	8		26.0
TOTAL.....				828.6

TESTIGO: 1.35 larvas/50 plantas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos			-----Lps/ha-----	
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	1.4	165.1	231.1
2.- Mano de Obra				
Aplica- ciones	jornal	10	18.0	180.0
3.- Equipo				
	Depreciación Lps/jornal			
Bomba	3.25	10		32.5
TOTAL.....				986.5

Anexo 4.- Costos diferenciales para todos los tratamientos del ensayo de larvas de Spodoptera spp. en Comayagua.

2.25 larvas/50 ptas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos			-----Lps/ha-----	
Lannate	Kg	1.2	266.7	320.0
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	2.1	165.1	346.6
Ambush	Lt	0.5	79.3	39.6
2.- Mano de Obra				
Aplica- ciones	jornal.	16	18.0	288.0
3.- Equipo				
	Depreciación Lps/jornal			
Bomba	3.25	16		52.0
TOTAL.....				1,375.9

3.35 larvas/50 ptas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos			-----Lps/ha-----	
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	2.1	165.1	346.7
Ambush	Lt	0.5	79.3	39.6
2.- Mano de Obra				
Aplica- ciones	jornal	14	18.0	252.0
3.- Equipo				
	Depreciación Lps/jornal			
Bomba	3.25	14		45.5
TOTAL.....				1,226.8

3 larvas/50 ptas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos -----Lps/ha-----				
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	1.4	165.1	231.1
Ambush	Lt	0.5	79.3	39.6
2.- Mano de obra				
Aplicaciones	jornal	12	18.0	216.0
3.- Equipo				
	Depreciación			
	Lps/jornal			
Bomba	3.25	12		39.0
TOTAL				1,068.8

TESTIGO: 5.01 Larvas

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.- Insumos -----Lps/ha-----				
Lannate	Kg	0.8	266.7	213.4
Cascade	Lt	0.5	659.4	329.7
Dipel 2x	Kg	1.4	165.1	231.1
2.- Mano de Obra				
Aplicaciones	jornal	10	18.0	180.0
3.- Equipo				
	Depreciación			
	Lps/jornal			
Bomba	3.25	10		32.5
TOTAL				986.5

Valor inicial = L.3,380

Vida útil = 10 años

Uso anual = 832 horas

Anexo 5.- Presupuesto parcial de todos los tratamientos para el ensayo de larvas de H. zea en el Valle de Comayagua.

# larvas/50 plantas		-----Lps/ha-----			
Niveles Pretendidos	Niveles Reales	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso Bruto	Costo Diferencial	Utilidad Diferencial
1	2.35	32,833.33	170,866.65	1,226.81	169,639.84
2	2.50	32,833.33	144,466.65	813.80	143,652.84
3	2.70	32,000.00	140,800.00	828.60	139,971.40
Testigo	1.35	27,333.33	118,506.00	986.50	117,519.50

Precio del tomate utilizado en todos los ensayos: L. 4.40/Kg

Anexo 6.- Presupuesto parcial de todos los tratamientos para el ensayo de larvas de Spodoptera spp., en el Valle de Comayagua.

# larvas/50 plantas		-----Lps/ha-----			
Niveles Pretendidos	Niveles Reales	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso Bruto	Costo Diferencial	Utilidad Diferencial
1	2.25	33,833.33	148,866.65	1,375.99	147,490.66
2	3.35	38,500.00	169,400.00	1,226.81	168,173.19
3	3.05	26,666.00	117,333.04	1,068.77	116,264.27
Testigo	5.01	22,166.66	97,533.30	986.50	96,546.80

Precio del tomate utilizado en todos los ensayos: L. 4.40/Kg

IX. BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, K.L.; QUEZADA, R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 623 p.
- ASHLEY, R.T.; ALLEN, J.C.; GONZALEZ, D. 1974. Successful parasitization of Heliothis zea and Trichoplusia ni eggs by Trichogramma. Environmental Entomology. 3(2): 319-322.
- AVEDILLO, M. 1992. Muestreo estadístico. (Apuntes mimeografiados). Departamento de Economía Agrícola y Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana. EN Cañas, L.A. 1993. Evaluación técnico económica de diferentes niveles críticos para el control de Spodoptera frugiperda (Smith) en sorgo para grano. Tesis Ing. Escuela Agrícola panamericana, Honduras. 144 p.
- BARFIELD, C.S. 1989. El muestreo en el manejo integrados de plagas. EN Andrews, K.L. & Quezada, R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 623 p.
- BRAUCHLE, R. 1990. Evaluación técnicoeconómica de diferentes niveles de acción para el control del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en maíz (Zea mays). Tesis Ing. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 80 p.
- CACERES, L. 1993. Efecto de la edad de plántula al trasplante en el rendimiento de dos cultivares de tomate bajo techo y en el campo. Tesis Ing. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 55 p.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. 138 p.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México. 79 p.

- CROCKER, R.L.; WITHCOMB, W.H.; RAY, R.M. 1975. Effects of age, developmental stage, temperature on predation by Geocoris punctipes. Environmental Entomology. 4(4): 531.
- EVO, F.P.; HILJE, L. 1993. Importancia del género Heliiothis (Lepidoptera:Noctuidae) dentro del complejo de gusanos del fruto del tomate en Grecia, Costa Rica. EN: Manejo integrado de plagas, Costa Rica. 28: pp 17-23.
- GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6a. ed. Productos Superb. Guatemala, Guatemala. 393 p.
- HAYES, J.L.; BELL, M. 1994. Evaluation of early-season baculovirus treatment for supression of Heliiothis virescens and Helicoverpa zea (Lepidoptera:Noctuidae) over a wide area. J. Econ. Entomol. 87(1):58-66.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. EN: memorias del curso/taller sobre estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Proyecto MIP/CATIE/CR. San José, Costa Rica. pp 30-44.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres, Inglaterra. 182 p.
- KWIPLING, E.F. 1992. Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives. Practical implications for regulating insect populations by biological means. Washington, D.C., U.S.A. 337 p.
- PIMENTEL, D. 1981. Handbook of pest management in agriculture. CRC Press, Inc. Florida, U.S.A. V.2, 501 p.
- RAMIREZ, O. 1992. Metodologías para la determinación de umbrales de acción: errores del pasado y perspectiva para el futuro. EN: Memoria del IV congreso internacional de manejo integrado de plagas 20-24 de abril 1992. CEIBA. 33(1) parte B: 331-342.

- ROSSET, P.M.; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, M.; VARELA, G.; SNOOK, A. 1987. Evaluación y validación de policultivo del tomate y frijol como componente del manejo integrado de plagas del tomate, en Nicaragua. EN Andrews, K.L. & Quezada, R. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 623 p.
- RUDE, P.A.; CLARK, J.K.; BRENDLER, R.A.; FISCHER, B.B.; HALL, D.H.; MAY, D.M.; TOSCANO, N.C. 1985. Integrated pest mangement for tomatoes. University of California. California, U.S.A. 104 p.
- SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA; GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 1981. Tomates: Un manual para educación agropecuaria. México D.F., México. 54 p.
- VILLAREAL, R.L. 1982. Tomates. San José, Costa Rica. 184 p.
- VITELLI, M. 1967. Some factors affecting the efficiency of Coleomegilla maculata (DeGeer) as a predator of the bollworm Heliothis zea (Boddie). M. S. Thesis, University of Arkansas, Fayetteville.
- YEPSEN, R.B. 1984. The encyclopedia of natural insect & disease control. Pennsylvania, U.S.A. 490 P.
- ZALOM, F.G.; WEAKLEY, C.V.; HOFFMANN, M.P.; WILSON, L.T.; GRIESHOP, J.I.; MIYAO, G. 1990. Monitoring tomato fruitworm eggs in processing tomatoes. California Agriculture. California, U.S.A. 44(5): 12-15.

ABSTRACT

This study was conducted during 1993 and 1994 in the Valley of Zamorano with the following objectives: a) evaluate 7 action thresholds for the control of Helicoverpa zea and Spodoptera spp. with their respective economic analyses b) determine the population dynamics of both pests in the zone of evaluation c) evaluate the methodology used in the sampling of both pests.

Four separate experiments were carried out, separated in time and space: two for H. zea in Zamorano in 1993, one under a roofed shelter and one under field conditions, and two in Comayagua in 1994, one for H. zea and the other for Spodoptera spp., both under field conditions. Seven treatments consisting of three action thresholds for eggs, three for larvae and a relative control consisting of applications every seven days.

A significant difference was observed between treatments involving the action thresholds for the Spodoptera spp. larvae in Comayagua. The populations of both pests were higher in Comayagua. The populations of H. zea in Zamorano were lower than the action thresholds. A correlation was found between the level of infestation of the larvae of both species and the yield of the crop under field conditions 30-60 days after flowering. The samples of both pests were

evaluated and the levels of confidence were found to be acceptable. The economic evaluation included a dominance analysis and a marginal analysis for those samples which included answer functions; these analysis only took into account variable costs.

It is concluded that the difference in the sampling for Spodoptera spp. was due to the fact that the real population level were greater than the action thresholds evaluated, as different from the real population level of H. zea which was lower than the action thresholds evaluated. The larval population of both pests has a marked effect on the yield 30-60 days after flowering. Under the same conditions as these experiments, 1 larva of H. zea/50 plants reduces the yield by 71.16 kg/ha in Zamorano under field conditions, 1 larva of H. zea/50 plants reduces the yield by 1330.26 kg/ha in Comayagua and 1 larva of Spodoptera spp./50 plants reduces the yield by 1246.33 kg/ha in Comayagua. It was determined that not more than 20% of the yield changes were due to larval infestations, that 80% of these were controlled by factors other than the pest. The high rates of return calculated are due to the fact that only the variable costs of each experiment were included in the economic analysis.