

**Control biológico del gusano elotero  
(*Helicoverpa zea* (Boddie)) en maíz dulce  
producido en Zamorano**

**Rodrigo Rogelio Díaz Galárraga**

**ZAMORANO**

**Departamento de Protección Vegetal**

**Diciembre, 1999**

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Díaz G.', written over a horizontal line.

Rodrigo Díaz G.

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

## DEDICATORIA

A Dios por ayudarme en todo momento y mantenerme firme en mis ideales.

A mi bella familia, por su incondicional apoyo y cariño que siempre me brindaron.

A la memoria de mi abuelito José Rafael Galárraga, pionero de la agricultura moderna en el Ecuador.

A la familia Fiallos Salmerón por todo su apoyo y amistad que me brindaron durante los cuatros años en Zamorano.

A la familia Cabrera Cordón por cada gesto de cariño en su bella Guatemala.

A todos el personal técnico y administrativo de Zamorano.

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento especial al Dr. Ronald D. Cave, por toda su enseñanza profesional y humana y, además, por combinar una inmensa capacidad profesional con la cordialidad de un amigo.

A la Dra. Sally Gladstone, por toda su paciencia y ayuda incondicional en el desarrollo de este proyecto.

A Rony Muñoz por su ayuda en la parte técnica de campo y los miles de consejos brindados.

A todo el Departamento de Protección Vegetal, por su apoyo logístico, técnico y administrativo.

A Ing. José María Miseslem por el apoyo en la realización de este proyecto.

A Luis Cañas y Nuris Acosta por su amistad y ayuda técnica, les deseo de corazón el mayor de los éxitos.

A mis amigos Julio, Rosa, Martha, Carolina, Lourdes y demás gente que me brindaron su sonrisa y apoyo en cada momento.

A cada uno de mis compañeros PIA DPV-TECNOLOGIA por todas las vivencias y amistad brindada.

A la todos los muchachos del Dormitorio Sucre por brindarme la oportunidad de orientarlos y compartir experiencias. Suerte futuros colegas.

## AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Decanatura Académica por la ayuda económica prestada para el financiamiento mi programa de ingeniero agrónomo.

## RESUMEN

Díaz, Rodrigo. 1999. Control biológico del gusano elotero (*Helicoverpa zea* (Boddie)) en maíz dulce producido en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 48p.

En la actualidad el cultivo de maíz dulce se ha convertido en un rubro muy prometedor para los países del área tropical, debido a su creciente demanda como producto fresco y procesado. Es por esto que la exigencia en la calidad del elote requiere el uso de insecticidas sintéticos para el control de plagas. El gusano elotero es la principal plaga debido al daño cosmético que causa en el producto final. El control de *H. zea* se basa en la rotación de insecticidas sintéticos de manera calendarizada con la consiguiente elevación de costos. Como manejo biológico a esta plaga se probó el uso del parasitoide de huevos *Trichogramma pretiosum* (Riley) y su interacción con *Bacillus thuringiensis* (Berliner). Los tratamientos fueron cinco liberaciones de *T. pretiosum* cada cinco días (460,000 adultos por liberación), cinco liberaciones de *T. pretiosum* cada cinco días (460,000 adultos por liberación) intercalado con aspersiones de *B. thuringiensis* y la aplicación del grupo de insecticidas sintéticos (thiodicarb, metomil y esfenvaterate) usados normalmente en Zamorano. Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variables observadas fueron el número de huevos y larvas de *H. zea* en el tiempo, porcentaje de parasitación por *T. pretiosum*, rendimiento de mazorcas (comerciales y no comerciales) y nivel de daño causado por *H. zea* en la mazorca. La población de huevos de *H. zea* está concentrada en los primeros 13 días después del inicio de la floración; es en esta etapa donde ocurre el mayor porcentaje de parasitación (50-80%). El tratamiento con insecticidas mantuvo los niveles poblacionales de la plaga más bajos. El tratamiento manejado con *T. pretiosum* + *B. thuringiensis* fue el que presentó el mayor daño por *H. zea*, seguido por los tratamientos de *T. pretiosum* solo e insecticidas sintéticos que no fueron significativamente diferentes. El tratamiento de insecticidas fue el de menor costo comparado con los tratamientos manejados con *T. pretiosum* debido a la alta dosis de liberación. No se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en el rendimiento de mazorcas comerciales entre tratamientos. Se encontraron los parasitoides *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma atopovirilia*, *Eiphosoma vitticolle*, *Eucelatoria* sp., *Lespesia parviteres* y *Chelonus insularis* en *H. zea* en Zamorano. El control de calidad de la producción de *T. pretiosum* en Zamorano demostró que tanto la cantidad de huevos por pulgada cuadrada de cartulina y el porcentaje de parasitación son bajos.

Palabras claves: aspersión, control de calidad, esfenvaterate, inventario de parasitoides, liberaciones, metomil, *Trichogramma pretiosum*, thiodicarb.

## Nota de Prensa

### *Trichogramma* una alternativa para el manejo temprano del gusano elotero

El gusano elotero (*Helicoverpa zea*) es la principal plaga que ataca al maíz dulce. En estado de larva se alimenta de los granos de la parte superior de la mazorca reduciendo la calidad del producto. Para su control es necesario contar con alternativas biológicas que permitan una reducción de aplicaciones de ovicidas y un manejo más amigable con el ambiente.

El uso de enemigos naturales como alternativa al control de la plaga ha sido difundido en varios países en vías de desarrollo. En la actualidad los parasitoides de huevos son los agentes de control biológico más utilizados en el mundo. Dentro de este amplio grupo el género *Trichogramma* es el más popular. Su importancia es tal que es usado en más de 32 millones de hectáreas alrededor del mundo dedicadas a la agricultura y forestería.

Como parte del ecosistema de un campo de maíz existe enemigos naturales que llegan a buscar alimento, hospederos y refugio. En Zamorano existen parasitoides de huevos y larvas del gusano elotero que ejercen un control sobre la población de la plaga. Estos parasitoides pueden ser beneficiados con una reducción de la aplicación de insecticidas o usando insecticidas a base de productos biológicos.

El objetivo de un manejo del gusano elotero es tomar las medidas de control lo más temprano posible, de tal manera que no exista población de larvas grandes en la etapa anterior a cosecha.

La forma como es comercializado el maíz dulce tiene radical importancia en cómo manejar la plaga. Si se vende en bandeja se tiene que cortar los primeros centímetros de la punta del elote. Con esta práctica se elimina la parte dañada por el gusano. De esta manera se puede soportar una infestación de larvas por elote, teniendo presente que si falta algunos días para la cosecha el gusano puede entrar más de lo que se corta al momento de empaque. Por el contrario si el elote se vende entero los estándares de calidad son mayores. El consumidor nacional no acepta la presencia de gusanos y su daño. Esto justifica la aplicación de insecticidas cuando sea necesario.

En Zamorano se evaluó la dinámica de la población del gusano elotero en maíz dulce. Como métodos de control se realizaron liberaciones de *Trichogramma pretiosum*, una especie nativa de América, para el control del gusano; además, se combinaron liberaciones de *T. pretiosum* con aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*. Estos dos tratamientos se compararon con aplicaciones de insecticidas sintéticos Krisol® (thiodicarb), Nudrin® (metomil), Hallmark® (esfenvalerate).

Para realizar liberaciones de *Trichogramma* en maíz dulce se debe esperar hasta el apareamiento de los primeros pelos de la mazorca. En esta etapa es cuando empieza la hembra de elotero a colocar los huevos en los pelos del elote. Las liberaciones se deben realizar cada cuatro días hasta que los pelos de la mazorca se empiecen a secar. En esta etapa la oviposición del adulto es mucho menor y no justifica seguir haciendo liberaciones ya que no habrá huevos que parasite *Trichogramma*.

Existen laboratorios a nivel de Centro América donde se puede obtener *Trichogramma* de buena calidad y precios convenientes. El productor debe coordinar la fecha del pedido con la fecha de liberación futura.

Una vez que se observe las primeras larvas en los pelos de la mazorca se debe aplicar productos biológicos como Dipel; XenTari, ya que estos insecticidas actúan mejor cuando las larvas están en los primeros estadios (< 1.5 cm). En caso que las larvas sean grandes y puedan verse sin necesidad de abrir el elote se debe aplicar insecticidas sintéticos asperjados a los pelos de la mazorca. Existen algunos casos (en las etapas cercanas a cosecha) cuando el gusano penetra al elote, aquí los insecticidas asperjados no surgen efecto ya que los gusanos están protegidos por la tuza u hojas protectoras del elote. Cuando se presenta este nivel de ataque se puede utilizar insecticidas inyectados a la parte superior del elote. Se puede utilizar una aguja para vacunar ganado adaptada a una bomba de aspersión normal, con una aplicación es suficiente para controlar el gusano hasta la cosecha.



## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	.vi
	Resumen.....	vii
	Nota de Prensa.....	viii
	Contenido.....	. x
	Índice de Tablas.....	xiii
	Índice de Cuadros.....	xiv
	Índice de Figuras.....	xv
	Índice de Anexos.....	xvi
1	INTRODUCCION.....	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	ESTUDIO DE LA PLAGA.....	3
2.1.1	Ciclo de vida.....	3
2.1.2	Daño.....	4
2.1.2.1	Hábito de oviposición.....	4
2.1.2.2	Hábito de alimentación y forma de ataque.....	4
2.2	DESCRIPCIÓN DE LOS INSECTICIDAS.....	4
2.2.1	Thiodicarb.....	4
2.2.2	Metomil.....	5
2.2.3	Esfenvalerate.....	5
2.2.4	<i>Bacillus thuringiensis</i> .....	5
2.3	USO DE <i>Trichogramma</i> .....	5
2.3.1	Descripción del parasitoide.....	5
2.3.2	Características morfológicas.....	6
2.3.3	Ciclo biológico.....	6
2.3.4	Cría del parasitoide.....	7
2.3.5	Liberaciones del parasitoide.....	8
2.3.5.1	Liberaciones en puntos específicos.....	8
2.3.5.2	Liberaciones en todo el campo.....	9
2.3.5.3	Liberaciones aéreas.....	9
2.3.6	Factores que influyen en la metodología de liberación.....	9
2.3.6.1	Propósito de la liberación.....	9
2.3.6.2	Sitio y características del cultivo.....	9
2.3.6.3	Comportamiento del parasitoide e interacciones biológicas.....	9

2.3.6.4	Aditivos al material parasitado.....	9
2.3.6.5	Costo de la liberación.....	10
2.3.7	Tiempo de liberar.....	10
2.3.7.1	Disponibilidad y aceptación de los huevos del hospedero.....	10
2.3.7.2	Condiciones climáticas.....	10
2.3.7.3	Programación de emergencia del parasitoide.....	10
2.3.7.4	Otras medidas de control.....	11
2.3.7.5	Dinámica de la población del hospedero.....	11
2.3.9	Control por <i>Trichogramma</i> .....	11
2.4	INTERACCION <i>Bacillus thuringiensis</i> Y <i>Trichogramma</i> spp.....	11
2.5	CONTROLES UTILIZADOS.....	12
2.6	OTROS PARASITOIDES DE <i>H. zea</i> .....	13
3	MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1	LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	16
3.2	MANEJO DEL CULTIVO.....	16
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.4	TRATAMIENTOS.....	17
3.4.1	<i>Trichogramma pretiosum</i> solo.....	17
3.4.2	<i>Trichogramma pretiosum</i> con <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	18
3.4.3	Insecticidas sintéticos.....	18
3.5	VARIABLES MEDIDAS.....	18
3.5.1	Número de huevos y larvas de <i>H. zea</i> .....	18
3.5.2	Daño por <i>Diatraea lineolata</i> Walker.....	19
3.5.3	Porcentaje de parasitismo en el campo.....	19
3.5.4	Rendimientos.....	19
3.6	CRIA DEL PARASITOIDE.....	20
3.6.1	Número de huevos de <i>S. cerealella</i> por pulgada cuadrada.....	20
3.6.2	Número de huevos parasitados por pulgada cuadrada.....	20
3.6.3	Porcentaje de emergencia.....	21
3.6.4	Porcentaje de individuos atípicos.....	21
3.6.5	Relación macho: hembra.....	21
3.7	INVENTARIO DE PARASITOIDES DE <i>H. zea</i> EN ZAMORANO.....	21
3.8	ANALISIS ESTADISTICO.....	21
3.9	ANALISIS ECONOMICO.....	22
4	RESULTADOS.....	23
4.1	MUESTREOS DE <i>Helicoverpa zea</i> .....	23
4.2	<i>Diatraea lineolata</i> .....	25
4.3	<i>Trichogramma pretiosum</i> .....	27
4.4	RENDIMIENTOS.....	29
4.5	<i>Helicoverpa zea</i> .....	30
4.6	ANALISIS ECONOMICO.....	31
4.7	INVENTARIO DE PARASITOIDES.....	33

4,8	CONTROL DE CALIDAD DE <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	34
5	CONCLUSIONES.....	36
6	RECOMENDACIONES.....	37
7	BIBLIOGRAFIA.....	38
8	ANEXOS.....	41

## INDICE DE TABLAS

## Tabla

1	Ciclo de vida de <i>Trichogramma</i> .....	7
2	Parasitoides de <i>Helicoverpa zea</i> de la superfamilia Chalcidoidea en el mundo.....	14
3	Enemigos naturales de <i>Helicoverpa zea</i> en América Central.....	15
4	Parasitoides de <i>Helicoverpa zea</i> en América Central.....	15

## INDICE DE CUADROS

## Cuadro

1	Cantidad de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> recolectados para evaluar parasitismo. El Zamorano, Honduras, 1999.....	19
2	Número promedio $\pm$ error estándar de hembras y machos de <i>Trichogramma pretiosum</i> emergiendo por huevo parasitado. El Zamorano, Honduras, 1999...	28
3	Cantidad de huevos atrofiados de <i>Helicoverpa zea</i> por planta. No se incluyen huevos atrofiados que fueron parasitados. El Zamorano, Honduras, 1999.....	28
4	Rendimiento promedio de mazorcas (comerciales y no comerciales) por tratamiento (36 m <sup>2</sup> ). El Zamorano, Honduras, 1999.....	29
5	Número y peso promedio de mazorcas comerciales y no comerciales producidas por tratamiento (36 m <sup>2</sup> ). El Zamorano, Honduras, 1999.....	30
6	Daño en cm causado por <i>Helicoverpa zea</i> y porcentaje de mazorcas con gusano por tratamiento. El Zamorano, Honduras, 1999.....	30
7	Promedio de mazorcas no comerciales dañadas por el <i>Helicoverpa zea</i> por parcela. El Zamorano, Honduras, 1999.....	31
8	Análisis de beneficios netos por tratamiento con cinco liberaciones. El Zamorano, Honduras, 1999.....	31
9	Análisis de beneficios netos por tratamiento con tres liberaciones. El Zamorano, Honduras, 1999.....	32
10	Parasitoides de <i>Helicoverpa zea</i> encontrados en Zamorano. El Zamorano, Honduras, 1999.....	33
11	Resultados del control de calidad de <i>Trichogramma pretiosum</i> producido en Zamorano, Honduras, 1999.....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura		
1	Ubicación de los tratamientos en el campo. El Zamorano, Honduras.1999.....	17
2	Población de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> en el tiempo. El Zamorano, Honduras.1999.....	23
3	Población de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> en el tiempo. El Zamorano, Honduras. 1999.....	24
4	Porcentaje de parasitación por <i>Trichogramma pretiosum</i> registrado en dos fechas. El Zamorano, Honduras. 1999.....	26
5	Población de huevos (total y parasitados) de <i>Helicoverpa zea</i> por planta 6 ddf. El Zamorano, Honduras.1999.....	26
6	Población de huevos (total y parasitados) de <i>Helicoverpa zea</i> por planta 10 ddf. El Zamorano, Honduras. 1999.....	27

## INDICE DE ANEXOS

## Anexo

1	Hembra de <i>Trichogramma pretiosum</i> parasitando un huevo de <i>Helicoverpa zea</i> .....	42
2	Presupuesto parcial de tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 17 Lps. El Zamorano, Honduras.1999.....	43
3	Presupuesto parcial de tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 10 Lps. El Zamorano, Honduras.1999.....	43
4	Presupuesto parcial de tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 3 Lps. El Zamorano, Honduras.1999.....	44
5	Presupuesto parcial de tratamientos para tres liberaciones a un precio por bandeja de 17 Lps. El Zamorano, Honduras.1999.....	44
6	Presupuesto parcial de tratamientos para tres liberaciones a un precio por bandeja de 10 Lps. El Zamorano, Honduras.1999.....	45
7	Presupuesto parcial de tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 8 Lps. El Zamorano, Honduras.1999.....	45
8	Costos fijos de maíz dulce por ha. El Zamorano. Honduras.1999.....	46
9	Costos variables por ha con tres liberaciones. El Zamorano, Honduras.1999.....	47
10	Costos variables por ha con cinco liberaciones. El Zamorano, Honduras.1999.....	48

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad el maíz dulce (*Zea mays* var. *Sacharata*) es cultivado en varias zonas tropicales de América. La rapidez de crecimiento de este cultivo ha hecho que sea considerado una hortaliza y se presente en la mayoría de rotaciones de cultivos hortícolas. El maíz dulce es comercializado como producto fresco o como procesado, especialmente enlatados. Por esto los mercados requieren elotes en óptimas condiciones de calidad para su posterior utilización.

Los problemas más importantes en cuanto a plagas en maíz dulce son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (Smith)) y el gusano elotero (*Helicoverpa zea* (Boddie)). Este último tiene radical importancia ya que se alimenta de los granos de la parte superior de la mazorca, disminuyendo con ello la calidad del lote. En varios países esta plaga ha sido controlada únicamente con insecticidas sintéticos de la familia de los piretroides (EDIFARM, 1993).

En Zamorano existe un desconocimiento de la llegada de *H. zea* de acuerdo con el estado fenológico del cultivo. Se puede encontrar incrementos poblacionales de la plaga en cortos períodos de tiempo. Esto ha sido motivo para que se tenga que recurrir a aplicaciones de insecticidas sintéticos con bomba de inyección cuando los niveles de la plaga son elevados con su consiguiente elevación de costo.

Zamorano, como un centro educativo y de investigación, actualmente ha manejado *H. zea* con rotaciones de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e insecticidas sintéticos, pero no se ha realizado estudios sobre el uso de enemigos naturales para el manejo de esta plaga. El uso de parasitoides para el control del gusano elotero ha sido probado en varios países con diferentes porcentajes de parasitación (Amaya, 1991). Los parasitoides de huevos son los más importantes agentes de control biológico de la mayor parte de plagas insectívoras, incluyendo plagas de maíz, caña, algodón y árboles frutales. Existen varias especies de parasitoides de huevos que son distribuidas ampliamente en el mundo. El género más importante es *Trichogramma*. Su importancia es tal que anualmente es utilizado en más de 32 millones de hectáreas en agricultura y forestería (Smith, 1988).

El presente estudio tiene como objetivo probar un manejo biológico para el control del gusano elotero en maíz dulce combinado con un análisis económico para determinar la rentabilidad del mismo.



## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 General

Evaluar las liberaciones de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y la interacción *T. pretiosum* y *B. thuringiensis* para el control de *H. zea*.

### 1.2.2 Específicos

- Establecer el calendario de oviposición de *H. zea* en maíz dulce en Zamorano.
- Evaluar la liberación de *T. pretiosum* de para ejercer un control del gusano elotero.
- Evaluar la combinación de *T. pretiosum* con *B. thuringiensis* en el control de la plaga.
- Comparar la efectividad de las liberaciones de *T. pretiosum* con el control químico.
- Realizar un control de calidad del *T. pretiosum* producido en Zamorano.
- Realizar un inventario de los parasitoides de huevos y larvas de *H. zea* en Zamorano.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 ESTUDIO DE LA PLAGA

La distribución de *H. zea* va desde Estados Unidos a América del Sur y El Caribe, afectando cultivos como: maíz, sorgo, tomate, leguminosas, algodón y una gran variedad de cultivos (King y Saunders, 1984).

La plaga al estar distribuida ampliamente por América y afectar a varios cultivos recibe una diversidad de nombres como: gusano del fruto, elotero, ejotero (corn earworm), bellotero (cotton bollworm) y tomatero (tomato fruitworm) (Trabanino, 1998).

#### 2.1.1 Ciclo de vida

**Huevo.** Pasa de dos a cuatro días. Son puestos de uno en uno sobre los pelos del maíz (estigmas) (King y Saunders, 1984). Son de color blanco inicialmente, luego se presenta un anillo rojo o marrón. Los huevos tienen un diámetro menor a un mm y se caracterizan por su forma esférica y por tener estrías que van desde la base hasta el ápice (Trabanino, 1998).

**Larva.** En este estado pasa de 12 a 25 días y se presentan seis estadios. El color puede ser rosado, café claro o verde con rayas amarillas o rojas longitudinales y puntos negros, con pelos; mide de 40 mm de largo cuando esta madura. Al eclosionar las larvas recorren un camino dentro de los pelos de maíz hacia la mazorca, donde el canibalismo reduce su número a uno por mazorca. Ahí se alimentan de los granos superiores, a veces penetran más, dejando un túnel lleno de excrementos (King y Saunders, 1984). Según Trabanino (1998), las larvas de *H. zea* presentan diferencias con *Heliothis virescens* Fabricius, tanto en mandíbulas como en las microespinas en el abdomen.

**Pupa.** Durante 10 a 14 días pasa en estado de pupa. Es de color café brillante, de 16 mm de largo, pasa dentro de una celda a una profundidad de 3 a 20 cm en el suelo.

**Adulto.** El adulto tiene una envergadura de 35 – 40 mm. Las alas delanteras son de color paja verdoso o café con manchas transversales más oscuras. Las alas traseras son pálidas y oscurecidas en los márgenes.

## 2.1.2 Daño

2.1.2.1 Hábito de oviposición. La hembra de *H. zea* coloca sus huevos en maíz, inmediatamente después de iniciarse la floración de las plantas, en forma individual sobre los tubos polínicos o cabellos de la mazorca, los cuales se encuentran en esta época frescos y presentan una coloración crema o rojiza (García, 1976)

2.1.2.2 Hábito de alimentación y forma de ataque.- La plaga es de importancia relativamente menor en el maíz y el sorgo para grano seco; de importancia cosmética en las mazorcas de maíz que se venden verdes (elotes) (King y Saunders, 1984)

Una vez nace la larva inicia su daño en los cabellos los cuales puede trozar, reduciendo en esta forma el proceso de polinización. Posteriormente la larva asciende y penetra en la mazorca donde consume los granos de leche, realizando su daño en el extremo apical de la mazorca. Al abrir las hojas protectoras se encuentra la larva y el daño por *H. zea* el cual se observa como canales continuos longitudinales o transversales dentro de los cuales se coloca la larva. Generalmente se encuentra una larva por mazorca, la cual cumple todo su desarrollo larval en esta estructura y luego sale para empupar en el suelo (García, 1976)

Al salir la larva perfora las brácteas y deja un agujero que sirve de entrada para moscas, coleópteros y hongos secundarios que pudren por completo la mazorca (La Molina, 1978).

## 2.2 DESCRIPCION DE LOS INSECTICIDAS

### 2.2.1 Krisol ®(thiodicarb)

Es un insecticida carbamato y un inhibidor de colinesterasa. Su modo de acción es sobre la región estomacal, pero también tiene una acción de contacto limitada. Como tratamiento a la semilla, rápidamente se trasloca a través de la planta. Es un moluscocida que provoca parálisis y muerte. Su uso es efectivo en todos los estadios del orden Lepidoptera y Coleoptera, en algunos hemípteros y dípteros. Se puede utilizar en algodón, soya, maíz, uva, frutas, vegetales y otros cultivos, con una dosis de 200-1000 g/ha (The British Crop Protection Council, 1997).

Cuando se aplica thiodicarb se utiliza en aplicaciones al follaje y controla una serie de insectos, obteniéndose un control efectivo en 48 horas posteriores a la aplicación, manteniendo una persistencia de 5 a 14 días más. Adicionalmente thiodicarb ha demostrado una potente actividad contra huevos de *Heliothis* spp. y otras plagas lepidópteras (EDIFARM, 1998)

### 2.2.2 Nudrin ®(metomil)

Es un insecticida carbamato de amplio espectro cuyo ingrediente activo, metomil, actúa en el insecto por contacto y por ingestión, afectando la colinesterasa, teniendo también acción como ovicida. No es fitotóxico en la dosis y cultivos recomendados. Es poco persistente, con un período de 24 h antes de reingresar a las áreas tratadas con este producto. En maíz es permitido su uso a una dosis 0.14-0.28 kg i.a./ha y con un intervalo de seguridad de 0-7 días para poder consumirse, permitiéndose una ingesta diaria de 0.03 mg/kg (CICOPLAFEST, 1994).

### 2.2.3 Hallmark ®(esfenvalerate)

Es un insecticida piretroide de contacto cuyo ingrediente activo, esfenvalerate, afecta el sistema nervioso, modificando los canales de K y Na por lo que los impulsos nerviosos no pasan, acumulándose y provocando al insecto temblores y finalmente la muerte. No es fitotóxico pero sí afecta a peces y abejas. Su uso en maíz es recomendado por el servicio de extensión de la Universidad de Cornell, Estados Unidos (Cornell Cooperative Extension, 1994). La ingesta diaria permisible es de 0.02 mg/kg (CICOPLAFEST, 1994).

### 2.2.4 Xen Tari ®(*Bacillus thuringiensis* cv. *aizawai*)

Es un insecticida microbiológico a base de *Bacillus thuringiensis* cv. *aizawai* recomendado para insectos masticadores. Actúa por ingestión causando la muerte por septicemia debido a la acción tóxica de los cristales y esporas de la bacteria. En plantas de crecimiento rápido se deben hacer aplicaciones cada 8 días. Su uso en maíz no está restringido y es recomendado a una dosis de 600-1100 g de producto comercial por hectárea; su ingesta diaria no se ha determinado (CICOPLAFEST, 1994).

## 2.3 USO DE *Trichogramma*

### 2.3.1 Descripción del parasitoide

En la actualidad el uso de parasitoides en el control biológico de plagas esta en aumento. En este campo el parasitoide más liberado es *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). La familia Trichogrammatidae cuenta con más de 600 especies y cerca de 80 géneros de parasitoides de huevos (Pinto, 1994). *T. pretiosum* se lo puede encontrar distribuido en gran parte de América. El diminuto tamaño de este insecto aparentemente ha ayudado a su dispersión por medio del viento, y como resultado, se encuentra hasta en remotas y aisladas islas oceánicas. Mas aún, ocupa todo tipo de hábitats desde terrenos pantanosos hasta desiertos, en lugares de poca vegetación o en hábitats estrictamente arbóreos.

### 2.3.2 Características morfológicas del adulto de *Trichogramma*

Adultos de *T. pretiosum* son insectos muy pequeños, de color generalmente amarillos, con el abdomen y algunas porciones del tórax más o menos oscuras y los ojos rojos. Este color rojo se presenta también en los ocelos que existen en la frente (frons), entre los ojos compuestos. Su color varía de acuerdo al alimento, tamaño del huevo, huésped y la región geográfica donde se desarrollan (Reyes, 1970). El tarso tiene típicamente tres segmentos. La cabeza es corta y algo cóncava por detrás. Las antenas son acortadas o dobladas en ángulo y presentan un marcado dimorfismo sexual, puesto que los machos tienen el flagelo de mayor longitud, con pelos o setas más largas y numerosas que la hembra. La longitud del flagelo y la relación entre la longitud de los pelos antenales y el ancho del flagelo, tienen un valor sistemático de gran importancia en este insecto (Amaya, 1993).

### 2.3.3 Ciclo biológico

Las etapas fenológicas de *Trichogramma* son muy afectados por las condiciones de temperatura, humedad relativa, posiblemente por el fotoperíodo y el huésped, pero en general la duración promedio desde la oviposición hasta emergencia del adulto es de ocho días (Willie, 1952). Según Gutiérrez (1966), el ciclo de vida aumenta o disminuye un día por cada  $0.7^{\circ}$  C que baje o suba la temperatura entre  $15.5^{\circ}$  y  $21^{\circ}$  C, con una humedad relativa de 70 a 80%.

El huevo mide aproximadamente 0.1 mm. es insertado dentro del huésped y duplica su tamaño antes de la eclosión (Amaya, 1993). En días cálidos los huevos de *Trichogramma* eclosionan entre 14 y 45 horas dando origen a larvas diminutas, las cuales presentan un constante movimiento de expansión y contracción, cesando éste a las 72 horas. En estado de larva permanecen hasta 4 días sufriendo modificaciones en su morfología (Gutiérrez, 1966).

La larva reducida a un saco embrionario y provista de mandíbulas, se nutre de la masa vitelina o embrión del huésped. Melcafe y Breniere (1969) determinaron tres estadios larvales para *Trichogramma australicum* Girault y el ciclo de vida que se observa en la Tabla 1. Al iniciarse el tercer estado larval, el corión del huésped se torna negro, debido a la deposición de gránulos oscuros en la superficie interna del mismo, siendo éste un diagnóstico importante, ya que caracteriza la parasitación de los huevos (Amaya, 1993).

Los adultos son diminutos, midiendo entre 0.5 a 0.8 mm (Cave, 1995). Con respecto al comportamiento reproductivo de la hembra, Saldarriaga y Bustillo (1975) establecieron que la hembra es copulada una sola vez y los intentos de una nueva cópula son rechazados mediante un salto o movimiento rápido de la hembra.

Tabla 1. CICLO DE VIDA DE *Trichogramma*

Estado	Tiempo
Huevo	24 horas
1er. estadio larval	21 horas
2o. estadio larval	27 horas
Prepupa	24 horas
Pupa	48 horas
Adulto	4 días

Fuente: Melcafe y Breniere (1969).

La hembra puede colocar entre 20 a 30 huevos durante su vida, pero puede llegar a colocar hasta 200 y de estos el mayor número es ovipositado durante las primeras 48 horas después de la emergencia (Gutiérrez, 1966).

Un aspecto muy importante es cómo la hembra encuentra a la plaga. La hembra busca las posturas del huésped y deposita uno o más huevos. La cantidad de huevos por huésped depende del tamaño de éste; *Heliothis* spp. puede albergar entre 1 y 2 parásitos, *Diatraea* spp. de 1 a 5, *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae) generalmente uno (Lingren, 1969). La hembra de *Trichogramma* spp. puede detectar los huevos del huésped desde 6 a 12 mm, de distancia y antes de ovipositar los examina por varios segundos con las antenas.

Para buscar y seleccionar el hospedero la hembra es influenciada por factores internos como externos. Dentro de los factores internos se tiene: experiencia, edad, cantidad de huevos, condición fisiológica y limpieza del huevo. Entre los factores externos para seleccionar el lugar de búsqueda están: el alimento, ambiente, refugios, competidores y predadores (Postalí y Zucchi, 1997).

### 2.3.4 Cría del parasitoide

Para la cría de este parasitoide se requieren dos líneas de producción, la de *Trichogramma pretiosum* y la de hospederos. Un hospedero utilizado es *Corecra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) (Fuentes, 1994). En la actualidad el método más difundido para la cría de *Trichogramma* spp. es el uso de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) como hospedero alternativo.

Para la cría de *S. cerealella* se necesita la fuente de alimento para el desarrollo de las larvas. Se ha probado maíz, sorgo, cebada y trigo (Fuentes, 1994). Bajo las condiciones del trópico el grano más utilizado es sorgo.

El grano debe estar limpio de polvo y partículas extrañas. Para que el sorgo se mantenga libre de contaminación por otros insectos y ácaros nocivos, es necesario someterlo a

fumigación al vacío y preservarlo de la reinfestación; esto se efectúa antes de almacenarlo. La infestación se realiza a una razón de un gramo de huevos de *S. cerealella* por un kilogramo de sorgo. Para lograr un nacimiento óptimo del lepidoptero se necesita un local con temperatura regulada a 23 – 25°C (Fuentes, 1994).

Según Fuentes (1994), los locales para reproducción de *Trichogramma* spp. deben tener buenas condiciones de iluminación natural y ventilación, por lo que es indispensable que existan diferencias mínimas entre las condiciones de laboratorio y las condiciones naturales. La cría de este parasitoide se efectúa a temperatura entre 22 y 27°C y humedad relativa entre 70 y 80%, según la temporada.

De la experiencia en Colombia hecha por Amaya (1991), los huevos del hospedero deben ser colocados en cartulinas de color negro o amarillo mediante el uso de goma arábica diluida. Hay que tener el cuidado de mantener una distribución uniforme de los huevos en la cartulina. Estas cartulinas son colocadas en la cámara de parasitación, donde pueden permanecer por cinco días. Luego estas láminas son retiradas para su posterior utilización.

### 2.3.5 Liberaciones del parasitoide

El aspecto donde se ha orientado investigaciones es examinar la eficacia del parasitoide en términos de intervalos de liberación y tiempos óptimos de presencia del hospedero (Smith, 1994).

**2.3.5.1 Liberaciones en puntos específicos.** Consiste en liberar una determinada cantidad de adultos del parasitoide en el campo. Para esto se colocan huevos parasitados en tambos sellados y se espera la emergencia del adulto. Este método de liberación es muy utilizado para propósitos experimentales, ya que se conoce el número de parasitoides que se está colocando en un área.

Los huevos parasitados en cartulinas son transportados al campo y colocados en puntos específicos. Los huevos parasitados no tienen ninguna protección contra factores del ambiente. Las cartulinas son ubicadas en la planta con clips, engrapadora o cinta adhesiva. La ventaja de este método es la simplicidad de su tecnología, es fácil de implementar y provee un adecuado espaciamiento entre los puntos de liberación.

Uno de los principales problemas del material desprotegido es que el material está expuesto en el campo por un largo período de tiempo. Los predadores y el mal clima pueden reducir considerablemente el número de parasitoides emergidos. Es por esto que se han desarrollado técnicas para proteger el material parasitado y determinar la fecha promedio de emergencia de los adultos. Como materiales de protección se ha utilizado cartones de helado, cajas de plástico, jarras de plástico, estructuras de bambú y botellas plásticas de leche; todos estos protectores son colocados con grapas, clips o cuerdas a la planta (Smith, 1994).

**2.3.5.2 Liberaciones en todo el campo.** Una forma más efectiva de liberar los parasitoides es aplicar una área uniforme con el parasitoide. Es por ello que se ha tratado de acortar los puntos de liberación a la mínima distancia. Esto es efectivo en campos pequeños y planos por los costos de mano de obra necesarios; en grandes extensiones este método es ineficiente. Se ha probado en forma automatizada con máquinas que asperjan huevos parasitados en todo el campo (Smith, 1994).

**2.3.5.3 Liberaciones aéreas.** Consiste en liberar los parasitoides desde avionetas o helicópteros. Es utilizado en lugares inaccesibles o de grandes extensiones. Se puede asperjar huevos, cajas con huevos parasitados o huevos en soluciones acuosas (Smith, 1994).

### 2.3.6 Factores que influyen en la metodología de liberación

**2.3.6.1 Propósito de la liberación.** El nivel de eficacia que se requiera para controlar una plaga es determinante para elegir entre los diferentes tipos de liberación. En cultivos de bajo valor o donde el daño de la plaga no ocurre directamente (defoliadores) no se requiere altas medidas de control. En contraste, plagas que causen un daño directo al cultivo (e.g. *H. zea*) tienen menores niveles críticos y hay que utilizar altas dosis de aplicación (Smith, 1994).

**2.3.6.2 Sitio y características del cultivo.** Se debe tomar en cuenta primero la accesibilidad al cultivo, geografía y estacionalidad. En segundo lugar, la altura, espaciamiento y diversidad del cultivo para seleccionar una metodología. Finalmente, el estado de desarrollo de la planta. Knipling y McGuire (1968) hipotetizaron los cambios en el follaje de la planta y el efecto en la habilidad de *Trichogramma* en localizar los huevos de su hospedero; esto ha sido evaluado en maíz y algodón.

**2.3.6.3 Comportamiento del parasitoide e interacciones biológicas.** Las características de comportamiento de *Trichogramma* spp. y sus interacciones con otros componentes bióticos van a influenciar la forma como el material debería ser distribuido en el campo. Esto incluye dispersión del parasitoide, probabilidad de apareo y niveles esperados de parasitismo. En este sentido *Trichogramma* se dispersa cortas distancias desde el punto de liberación, generalmente menos de 20 m (Smith, 1988). Algunos estudios han demostrado que la localización de la liberación influenciará la distribución del parasitoide en el campo, porque los parasitoides tienden a estar en el área en que son liberados (Hendricks, 1967).

Depredadores importantes de *Trichogramma* son las hormigas, larvas de crysopa y larvas y adultos de coccinélidos (Burbutis y Koepke, 1981)

**2.3.6.4 Aditivos al material parasitado.** En determinadas metodologías de liberación una importante consideración son las sustancias que necesitan o serían deseables adicionar a los parasitoides liberados. En algunas situaciones, el recurso alimenticio (azúcar, soluciones de miel), kairomonas o compuestos que reduzcan la predación pueden



ser adicionados a los huevos parasitados. *Trichogramma* es conocido por tener una pobre longevidad cuando no tiene disponible fuentes de azúcar. Según Amaya (1991), el adulto de *Trichogramma* vivió más tiempo (10 días) en presencia exclusiva de monosacáridos, en particular glucosa y fructosa.

**2.3.6.5 Costo de la liberación.** Uno de los mayores obstáculos en el uso de artrópodos en programas de control biológico es el componente económico más que el ecológico. El costo aproximado de una liberación por ha es de \$ 183.8 dólares.

### 2.3.7 Tiempo de liberar

El tiempo de liberar es un crucial aspecto en el éxito de un programa. Un incorrecto tiempo puede resultar en una falla de la liberación, totalmente o en una parte, independiente del método de liberación realizado.

**2.3.7.1 Disponibilidad y aceptación de los huevos del hospedero.** El aspecto más importante en el tiempo de liberación es la disponibilidad (período de oviposición) y aceptación (habilidad de ser parasitado por *Trichogramma*) de los huevos del hospedero.

Liberaciones inundativas de *Trichogramma* deben ser sincronizadas con el período de oviposición de la plaga hospedera. Si el huésped oviposita en varias fases o tiempos durante el ciclo del cultivo se recomienda realizar diferentes números de liberaciones o frecuencias de liberación (Bigler, 1986).

Uno de los aspectos críticos de la sincronización es el tiempo de la primera liberación. Se ha encontrado que los parasitoides son activos en el campo al tiempo de la primera oviposición del hospedero. Aunque algunas experiencias sugieren que los parasitoides necesitan ser liberados algunos días antes de que la primera masa de huevos del hospedero sea colocada en el campo (Smith, 1994).

Finalmente, el período de tiempo en que el hospedero es susceptible de ser parasitado va a influenciar el número y el tiempo de liberaciones.

**2.3.7.2 Condiciones climáticas.** El clima esta comprendido de un número de condiciones ambientales, incluyendo temperatura, lluvia, humedad (rocío de las hojas), radiación solar y velocidad y dirección del viento.

Algunos autores han notado que un clima lluvioso reduce la efectividad de las liberaciones de *Trichogramma*. (Yu *et al.*, 1984).

**2.3.7.3 Programación de emergencia del parasitoide.** La emergencia del parasitoide varía de acuerdo con la temperatura a la cual los parasitoides están expuestos. Lund (1938) fue el primero en sugerir un calendario de colonización basado en el hecho que *Trichogramma* tiene un tiempo esperado de desarrollo de 4-6 días y que el parasitoide deposita la mayoría de sus huevos (75%) en las primeras horas después de la emergencia.

**2.3.7.4 Otras medidas de control.** Para que el tiempo de liberación de *Trichogramma* sea exitoso se requiere una cuidadosa consideración de las otras actividades que se realizan en el cultivo, especialmente otras medidas de control. Esto es particularmente verdadero en situaciones donde hay un complejo de plagas con múltiples generaciones en el mismo cultivo, todos requiriendo diferentes métodos de manejo. Existen controles culturales que pueden influenciar el tiempo de liberación, esto es importante en zonas donde existe cultivos intercalados (Smith, 1994).

**2.3.7.5 Dinámica de la población del hospedero.** Las liberaciones de *Trichogramma* son enfocadas al estado de huevo del hospedero pero su impacto o éxito se mide por como ellos redujeron el subsecuente daño del estado larval. En cultivos anuales el tiempo de liberación esta altamente relacionado con el período de oviposición dentro de cada año, la meta es colocar a los parasitoides en el campo justo antes de la primera oviposición de la plaga (Smith, 1994).

### 2.3.8 Control por *Trichogramma*

En la actualidad *Trichogramma* es empleado contra más de 200 especies de insectos de diferentes órdenes (Fuentes, 1994). Bao & Chen (1989) reportan que especies del género *Trichogramma* atacan a más de 400 especies en 203 géneros, 44 familias y 7 órdenes; se aclaran que algunos de ellos no son plagas de cultivos.

Según Parra (1999), existió un incremento de cinco veces el parasitismo de huevos de *H. zea* cuando se realizaron tres liberaciones de 100,000 adultos de *T. pretiosum* por hectárea. El daño de *H. zea* en las áreas manejadas con *T. pretiosum* se redujo en 26%, demostrando el potencial del parasitoide para el control de esta plaga.

En liberaciones realizadas en China contra *H. zea* en algodón por 10 años se encontró un parasitismo moderado (28.2-68%). La densidad de la plaga se redujo en comparación con las áreas que se usaron insecticidas sintéticos. En Estados Unidos se ha encontrado parasitismos del 50 al 100% de *H. zea* por *Trichogramma* en campos de maíz (University of Arkansas, 1999). Liberaciones grandes de 12 millones de *Trichogramma minutum* Riley por hectárea durante 12-20 años para el control de *Picea alba* Dougl en Canadá resultaron en un 87% de parasitismo (Smith *et al.*, 1987).

### 2.4 INTERACCION *Bacillus thuringiensis* Y *Trichogramma* spp.

Para realizar un control más eficiente de las plagas se está evaluando las interacciones entre enemigos naturales e insecticidas microbiales. Así se tiene que parasitoides y depredadores combinan sus acciones con *B. thuringiensis* para el control de plagas. La práctica de liberar *Trichogramma* y la aplicación del insecticida para huevos y larvas respectivamente, ayudan a sanear el medio y por ello favorecen la resurgencia de muchos otros benéficos, depredadores y parasitoides (Amaya, 1991).

En Pennsylvania se evaluaron durante 1992 y 1993 la eficacia de usar *Trichogramma brassicae* Voegele y *B. thuringiensis* contra *Ostrinia nubilalis* en maíz dulce. No se encontró diferencia significativa entre el testigo absoluto y la combinación en los dos años y la interacción no funcionó en un control adicional de insectos (Mertz *et al.*, 1995).

En Colombia se recomienda realizar liberaciones semanales de *Trichogramma* (80-100 pulgadas por hectárea), al detectar las primeras oviposiciones de *Scrobipalpa* en el cultivo de tomate. Si se observa una reducción significativa de los niveles de parasitismo de huevos y larvas de *Scrobipalpa* se puede realizar aspersiones de Dipel (*Bacillus thuringiensis*) a razón de 500-600 g por ha (Amaya, 1991).

## 2.5 CONTROLES UTILIZADOS

En la actualidad existen diferentes estudios sobre controles del gusano elotero siendo los insecticidas químicos los más investigados.

En un estudio realizado por Avila (1999) en Zamorano, Honduras, el uso de esfenvalerate (Hallmark), ya sea asperjado o inyectado tuvo un excelente control para el gusano elotero y además costos bajos comparado con methomil (Lannate), carbaryl (Sevin), spinosad (Tracer) y *B. thuringiensis*. También se evaluaron aplicaciones por inyección de los anteriores productos y se encontró que todos tienen similar control, pero por sus costos el uso de carbaryl (Sevin), esfenvalerate y *B. thuringiensis* cv. aizawai (XenTari) son los más recomendados.

Ramos (1998) evaluó en Zamorano varios métodos de control y encontró que el uso de cebo (methomil, melaza y maíz molido) y aspersiones cada cinco días de thiodicarb más dos inyecciones a la mazorca de metomil mostraron un alto control del gusano elotero. También se evaluó *B. thuringiensis* y virus de la poliedrosis nuclear (VPN) pero a pesar de una mayor rentabilidad, no ejercieron un nivel de control recomendable para cultivos de exportación y consumo local ya que permitieron un mayor desarrollo de la larva y por ende un mayor nivel de daño.

Según Bohorava (1996), larvas de *H. zea* demostraron un alto nivel de mortalidad (96%) y fueron susceptibles a un gran número de aislamientos de *B. thuringiensis*. Un estudio realizado por Ali (1996) donde se evaluó la mortalidad de larvas de *H. zea* de diferentes edades por la aplicación de *Bacillus thuringiensis*, se encontró que larvas de un día tuvieron una mortalidad significativamente mayor que larvas de tres y cinco días de edad. Esto demostró que las aplicaciones de *B. Thuringiensis* deben estar dirigidas a la época de máxima oviposición y eclosión de neonatos de *H. zea* porque el control es mínimo contra larvas grandes.

En un estudio realizado en Estados Unidos se obtuvo como resultados que permetrina, fenvalerate y fluvalinato, todos insecticidas piretroides, junto con dicarbosulfan y metomil presentaron un control significativo de *H. zea* comparada con el testigo en donde no se aplicó ningún producto (Pike *et al.*, 1980). Además, la dosis del ingrediente activo

de los piretroides fueron considerablemente menos que la dosis de metomil. Esto es ambientalmente más deseable y puede significar un ahorro en costos para los productores (Pike *et al.*, 1980)

Para el control del gusano elotero en Ecuador existen algunos insecticidas como: alphacypermetrina, beta-cyfluthrin, metil tiofanato, profenofos, alfaetrima, cypermetrina, clorpirifos y metomil (EDIFARM, 1998).

Luego de conocer la existencia de los enemigos naturales es necesario aclarar algo sobre los problemas con las aplicaciones de insecticidas y estos organismos. Navarjan (1986) demostró que carbaril, metil paratión, malatión y trazofos son extremadamente tóxicos a *Trichogramma* y que los piretroides sintéticos fenvalerate, flucitrinato y los insecticidas tradicionales monocrotofos, endrin, phosalone y endosulfan fueron menos tóxicos al parasitoide.

Recientes estudios han encontrado algunos insecticidas que son más compatibles con agentes de control biológico incluyendo los insecticidas Spanon, Rogor, Metaphos + BHC (57), Dipel, Dimilin 25 WP y Pirimor-Granulado (Hassan *et al.*, 1987).

## 2.6 OTROS PARASITOIDES DE *Helicoverpa zea*

Se ha encontrado agentes de control biológico de *H. zea* en varios lugares del mundo con diferentes grados de control (Tabla 3, 4 y 5).

Tabla 2. Parasitoides de *Helicoverpa zea* de la superfamilia Chalcidoidea en el mundo.

---

**Nombre científico**


---

*Brachymeria flavipes* (Fabricius)  
*Brachymeria ovata* (Say)  
*Conura femorata* (Fabricius)  
*Conura igneodites* (Kirby)  
*Encarsia lutea* (Masi)  
*Encarsia porteri* (Mercet)  
*Euplectrus* Westwood  
*Euplectrus comstock* Howard  
*Euplectrus furnius* Walker  
*Euplectrus mellipes* Provandrer  
*Euplectrus plathypenae* Howard  
*Perilampus fulcoris* Ashmead  
*Perilampus hyalinus* Say  
*Trichogramma* Westwood  
*Trichogramma achaeae* Nagaraja & Nagarkatti  
*Trichogramma atovopirilia* Oatman & Platner  
*Trichogramma brasiliense* (Ashmead)  
*Trichogramma brassicae* Voegelé  
*Trichogramma brevicapillum* Pinto & Platner  
*Trichogramma chilonis* Ishii  
*Trichogramma deion* Pinto & Oatman  
*Trichogramma evanescens* Westwood  
*Trichogramma exiguum* Pinto & Platner  
*Trichogramma fasciatum* (Perkins)  
*Trichogramma maltbyi* Nagaraja & Nagarkatti  
*Trichogramma minutum* Riley  
*Trichogramma nagarkattiae* Voegelé & Pintureau.  
*Trichogramma parkeri* Nagarkatti  
*Trichogramma perkinsi* Girault  
*Trichogramma pretiosum* Riley  
*Trichogramma retorridium* (Girault)  
*Trichogramma semifumatum* (Perkins)  
*Trichogramma thalense* Pinto & Oatman  
*Trichogrammatoidea armigea* Manjunath

---

Fuente: Catalogue of the Chalcidoidea of the world, 1998.

Tabla 3. Enemigos naturales de *Helicoverpa zea* en América Central.

Enemigo natural	Nombre científico
Parasitoides de huevo	<i>Trichogramma</i> sp.
Parasitoides de larvas	<i>Apanteles marginiventris</i> (Cresson)
	<i>Bracon hebetor</i> Say
	<i>Chelonus antillarum</i> Marsh
	<i>Chelonus insularis</i> (Cresson)
	<i>Euplectrus comstockii</i> Howard
	<i>Euplectrus plathypenae</i> Howard
	<i>Diadegma pattoni</i> (Ashmead)
	<i>Archytas piliventris</i> Wulp
	<i>Eucelatoria</i> sp.
Depredadores de huevo	<i>Chauliognathus tricolor</i> Gorham
	<i>Orius</i> sp.
	<i>Geocoris punctipes</i> Say

Fuente: King &amp; Saunders (1984).

Tabla 4. Parasitoides de *Helicoverpa zea* en América Central.

Nombre científico
<i>Chelonus insularis</i> Cresson
<i>Cotesia marginiventris</i> (Cresson)
<i>Glyptapanteles militaris</i> (Walsh)
<i>Campoletis sonorensis</i> (Cameron)
<i>Pristomerus spinator</i> (Fabricius)
<i>Ophion flavidas</i> Brulle
<i>Euplectrus comstockii</i> Howard
<i>Euplectrus plathypenae</i> Howard
<i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner
<i>Trichogramma exiguum</i> Pinto & Platner
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley
<i>Archytas marmoratus</i> (Townsend)

Fuente: Cave (1995).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El experimento se realizó en la parcela 760 del lote 41 en Zona III del Departamento de Horticultura, en Zamorano durante los meses de mayo a julio. La Escuela Agrícola Panamericana está ubicada en el Departamento de Francisco Morazán a 30 kilómetros de Tegucigalpa. Zamorano tiene una altitud de 800 msnm y una precipitación anual promedio de 1300 mm. La región se encuentra a 14°00' latitud norte y 87°00' longitud oeste.

#### 3.2 MANEJO DEL CULTIVO

En este ensayo se utilizó maíz dulce cultivar Challenger. El método de siembra fue por trasplante con plántulas de 13 días de edad, las cuales se seleccionaron por su vigor y tamaño. El sistema de siembra fue en hilera simple. El distanciamiento de siembra fue de 25 cm entre plantas y 75 cm entre hileras para dar una densidad de 53,333 plantas/ha.

Para el riego de la parcela se utilizó el método de aspersión en la primera semana del cultivo, luego el método de gravedad hasta finalizar el experimento. El cultivo recibió tres fertilizaciones, la primera con fósforo (90 kg/ha) y potasio (70 kg/ha) al momento de la preparación del suelo. Luego se aplicó nitrógeno en banda a los 20 (crecimiento vegetativo) y 35 (inicio de floración) días después del trasplante a una dosis de 130 kg/ha por aplicación. Para el control de malezas se realizaron dos deshierbas, la primera a los 15 días y segunda a los 35 días después del trasplante. El control fue manual utilizando azadón.

Durante todo el ciclo del cultivo las parcelas experimentales recibieron igual manejo, para que la única fuente de variación sea el control del gusano elotero. Los tratamientos comenzaron a los dos días de la aparición de la flor femenina (35 días después del trasplante) y terminaron cuatro días antes de la cosecha. El tiempo desde trasplante hasta cosecha fue de 55 días.

El lote tuvo un borde de pinos de 30 metros de altura. Durante el ciclo del cultivo se sembraron a 20 metros de distancia del experimento maíz, pepino y lechuga. La dirección del viento fue noreste a suroeste.

No se encontraron crisomélidos durante las primeras etapas del cultivo. En el día 25 luego del trasplante se aplicó pinoxim (Volatón) (10 kg/ ha) para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (Smith)).

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completos al azar. Existieron tres tratamientos con cuatro repeticiones (Figura 1).

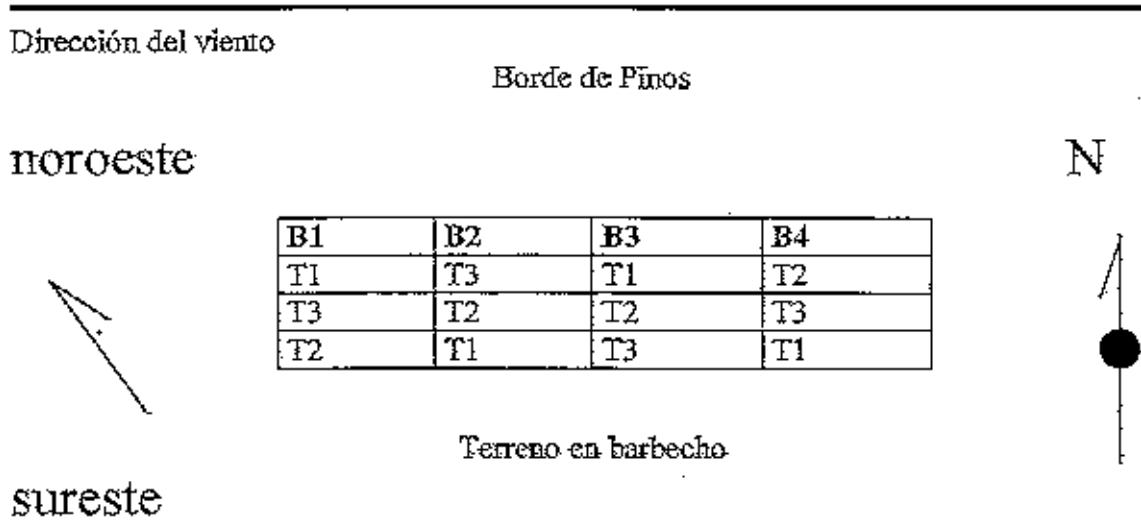


Figura 1. Ubicación de los tratamientos en el campo, El Zamorano, Honduras, 1999.

### 3.4 TRATAMIENTOS

La aplicación de los tratamientos comenzó a los dos días de la aparición de la flor femenina (dff). Cada parcela experimental constaba con ocho hileras de maíz de 14 metros de largo y el ancho entre hileras fue de 0.75 cm para dar un ancho total de seis metros, el área de la parcela fue 90 m<sup>2</sup>. Para establecer la parcela útil se tomaron las cuatro hileras centrales y se eliminó un metro en cada extremo de las hileras dando un área útil de 36 m<sup>2</sup>.

#### 3.4.1 *Trichogramma pretiosum* solo

El primer tratamiento consistió en hacer cinco liberaciones de *T. pretiosum* con un intervalo de cuatro días entre liberaciones. La cantidad de *T. pretiosum* liberado por parcela experimental fue 3,870 adultos que equivale a 460,714 adultos por hectárea esta cantidad fue igualmente distribuida entre las fechas de liberación. Las liberaciones se realizaron de 8:00 a 9:00 a.m., utilizando adultos recientemente (<48h) emergidos de



huevos de *S. cerealella* pegados en cartulina las cuales fueron transportadas al campo en bolsas plásticas. Para la liberación se recorrió la unidad experimental con la bolsa abierta a la altura de los pelos de la mazorca.

#### 3.4.2 *Trichogramma pretiosum* con *Bacillus thuringiensis*

En el segundo tratamiento se manejó el parasitoide de manera similar al primer tratamiento. La variación fue la aplicación del producto XenTari en el medio de dos liberaciones. La aplicación se realizó con bomba manual, con una boquilla TG-2 (Teejet Spraying System Co.), directamente a los pelos de la mazorca. La dosis utilizada fue de 1260 g de producto por ha. La cantidad de agua utilizada por ha fue 630 L.

#### 3.4.3 Insecticidas sintéticos

El tercer tratamiento consistió en el manejo convencional de insecticidas sintéticos que se realiza en Zamorano. Para las aplicaciones por aspersión se utilizó una bomba manual con la boquilla TG-2. Para el control de huevos de *H. zea* se utilizó thiodicarb (Krisol) a los 3 y 8 ddf. La dosis fue de 630 g de Krisol por ha y adherente con una dosis de 630 cc por ha. La cantidad de agua utilizada por ha fue 630 L. A los 10 ddf se aplicó metomil (Nudria) con una dosis de 1260 g por ha y adherente con una dosis de 630 cc por ha. La cantidad de agua por ha fue de 630 L. Finalmente a los 13 ddf se aplicó esfenvaterate (Hallmark) con una dosis de 405 cc por ha, sin adherente. La cantidad de agua utilizada por ha fue 405 L. Esta aplicación se realizó con una bomba manual adaptada con un agujero y el sitio de contacto fue los primeros centímetros apicales de la mazorca.

### 3.5 VARIABLES MEDIDAS

#### 3.5.1 Número de huevos y larvas de *H. zea*

Para el muestreo de la presencia de huevos y larvas de *H. zea* se tomaron cinco plantas continuas en tres sitios elegidos al azar dentro de la parcela útil. Se realizaron muestreos cada tres días. A los dos ddf se cuantificó la presencia de huevos en los estigmas, luego de una semana se cuantificaron también las larvas presentes. Los huevos y larvas de primer estadio fueron buscados a lo largo de los estigmas. Luego de dos semanas de la floración se buscaron larvas en la parte apical del elote mediante la apertura de este; las larvas muestreadas fueron dejadas en el campo. Este muestreo no fue destructivo.

### 3.5.2 Daño por *Diatraea lineolata* Walker

A los tres ddf se notó un acame causado por *D. lineolata*. Para realizar la cuantificación se revisaron 10 plantas caídas por parcela y se observó si existía el orificio de salida del *D. lineolata* (generalmente con excrementos). Las plantas caídas que no presentaron orificios se las tomó como acamadas.

### 3.5.3 Porcentaje de parasitismo en el campo

Para medir el control ejercido por el *T. pretiosum* se recolectaron huevos de *H. zea* en el campo. Se tomaron cinco plantas continuas en tres sitios elegidos al azar dentro de la parcela útil. Se removieron los estigmas de la mazorca que contenían huevos de la plaga. Se recolectó del campo huevos de *H. zea* a los 6 y 10 ddf. La cantidad de huevos en las dos recolecciones fue variable (Cuadro 1). Por la dinámica poblacional de la plaga no fue posible encontrar huevos en las fechas 13 y 17 ddf. Una vez recolectados los huevos se llevaron al Laboratorio de Control Biológico donde fueron colocados individualmente en tubos de ensayo de 5 cm de largo y 0.5 cm de diámetro tapados con corcho para facilitar el intercambio de gases. Se observó el desarrollo del huevo para determinar si emergía *Trichogramma* sp. o la larva de *H. zea*. En el caso de emergencia de *Trichogramma* se determinó la especie, número, sexo y malformaciones en las alas del parasitoide. Hubo huevos de *H. zea* que no desarrollaron; en este caso se realizó una disección para observar la estructura presente, si había *Trichogramma* sp. se tomó como parasitado.

Cuadro 1. Cantidad de huevos de *Helicoverpa zea* recolectados para evaluar parasitismo. El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	Fecha de observación	
	6 ddf	10 ddf
<i>T. pretiosum</i>	38	23
<i>T. pretiosum</i> + Bt	35	17
Insecticidas	25	18

Adaptado por el autor

### 3.5.4 Rendimientos

Los datos de rendimiento se tomaron de la parcela útil. La cosecha fue manual, además, se dejó en el campo los elotes que no cumplían con la calidad mínima (tamaño muy pequeño y excesivo daño por plagas (>30% destruido)). Los elotes fueron transportados a la planta postcosecha de Zamorano donde se registró el peso total de los elotes por tratamiento, el número y peso de elotes comerciales y no comerciales. Los criterios para seleccionar un elote comercial fueron el tamaño (>15cm) y la constitución de la mazorca

(que no tenga partes blandas). Luego se determinó el motivo de eliminación del elote no comercial; para esto se separó entre daño por insectos y mazorcas pequeñas. Para evaluar el grado de daño por *H. zea* se midió de las mazorcas comerciales la distancia de penetración del gusano desde la parte apical hacia abajo. También se cuantificó la presencia del gusano elotero en la mazorca verificando si existía o no el gusano. Finalmente las mazorcas seleccionadas como comerciales fueron cortadas la punta y colocadas en bandejas de cuatro unidades.

### 3.6 CRIA DEL PARASITOIDE

La cría de *T. pretiosum* se llevó a cabo en el Laboratorio de Control Biológico de la Escuela Agrícola Panamericana. Para esto se utilizó la cría de *S. cerealella*. Los huevos fueron recolectados todos los días y colocados a 7° C para su posterior utilización. De acuerdo al intervalo de tiempo entre liberaciones se colocaron los huevos de *S. cerealella* en cartulinas amarillas divididas en pulgadas cuadradas, para luego ser colocadas en la cámara de parasitación con adultos de *T. pretiosum*. El período entre la oviposición y la emergencia de los adultos fue de 9 días bajo condiciones de laboratorio. Tres días antes de la emergencia de los adultos, se retiraron las láminas y se cortaron en pedazos de 3 pulgadas, los cuales fueron colocados en bolsas plásticas selladas en espera de la salida de los adultos. Para evaluar la calidad de parasitoides producidos en el laboratorio se tomaron varios parámetros:

#### 3.6.1 Número de huevos de *S. cerealella* por pulgada cuadrada

Este proceso de cuantificación se efectuó a través de una cartulina demarcada en pulgadas cuadradas. La pulgada cuadrada se dividió en 16 cuadritos de igual tamaño. Con la ayuda del estereoscopio se contaron los huevos de *S. cerealella* en tres cuadritos por pulgada cuadrada, realizándose diez lecturas por lote (grupo de láminas). El promedio de los conteos se multiplicó por 16 para obtener el número total de huevos por pulgada cuadrada.

#### 3.6.2 Número de huevos parasitados por pulgada cuadrada

A los cuatro días de haber sometido los huevos a la parasitación, se efectuó el conteo de los huevos parasitados (color oscuro) y los no parasitados (color rosado) bajo la misma metodología descrita anteriormente.

$$\% \text{ de parasitación} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de huevos parasitados/pulg}^2 * 100}{\text{N}^{\circ} \text{ total de huevos / pulg}^2}$$

#### 3.6.3 Porcentaje de emergencia

Para calcular este parámetro se tomó en cuenta el número de huevos parasitados por pulgada cuadrada y el número de huevos parasitados y emergidos (huevos oscuros presentando el orificio de salida del *T. pretiosum* adulto) por pulgada cuadrada.

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ total de huevos parasitados emergidos} / \text{pulg}^2 * 100}{\text{N}^{\circ} \text{ total de huevos parasitados} / \text{pulg}^2}$$

#### 3.6.4 Porcentaje de individuos atípicos

Se denomina un individuo atípico aquel que presenta las características fenotípicas anormales de la especie. Las características anormales más comunes que se observaron en *T. pretiosum* fueron adultos sin alas o con alas atrofiadas y apéndices externos mal formados. Para calcular este porcentaje se tomaron al azar 100 adultos emergidos de 20 pulgadas cuadradas, separando y contando los individuos normales y atípicos.

$$\% \text{ de individuos atípicos} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de individuos atípicos} * 100}{\text{N}^{\circ} \text{ total de individuos observados}}$$

#### 3.6.5 Relación macho: hembra

Bajo la misma metodología descrita para el cálculo de individuos atípicos, se dividió los individuos en machos y hembras, teniendo en cuenta el marcado dimorfismo sexual. El flagelo antenal de la hembra es de menor longitud que el del macho, con pelos más cortos y menos numerosos (Platner y Oatman, 1978).

### 3.7 INVENTARIO DE PARASITOIDES DE *H. zea* EN ZAMORANO

Para evaluar la diversidad de parasitoides de *H. zea* en los campos de Zamorano se recolectaron huevos y larvas de plantas de maíz en floración. Luego se las llevó al Laboratorio de Control Biológico. Se colocaron los huevos en tubos de ensayo de 5 cm por 0.5 cm de diámetro con tapón de corcho para facilitar el intercambio de gases. Luego de siete días se realizó la identificación de los parasitoides emergidos. Las larvas fueron colocadas en forma individual en frascos de 5 cm cúbicos con medios de crecimiento. Se realizaron observaciones todos los días y se identificaron los parasitoides emergidos.

### 3.8 ANALISIS ESTADISTICO

Para evaluar diferencias entre tratamientos en el número de huevos y larvas de *H. zea* y porcentajes de parasitación se realizaron análisis de varianza con un modelo de medidas repetidas en el tiempo. Se realizó una separación de medias por SNK utilizando el programa estadístico SAS®, versión 6.12.

### 3.9 ANALISIS ECONOMICO

La metodología utilizada para el análisis económico fue un análisis simple de beneficios por tratamientos. Este se utilizó para analizar los costos y los beneficios de experimentos alternativos. El análisis se basa en los costos que varían. Para aplicar este análisis es

necesario mantener las condiciones de campo similares. Para este caso el método de trasplante, tipo de fertilización, sistema de riego, control de plagas y cantidad de mano de obra fueron constantes. La única variación fue el manejo que se dió para controlar el gusano elotero.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 MUESTREOS DE *Helicoverpa zea*

La población de huevos de *H. zea* se concentró en los primeros 10 ddf. No existieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre las densidades de huevos por tratamiento en las diferentes fechas de muestreo (Figura 2). La cantidad promedio de huevos a los 3 ddf fue 0.4 por planta. Luego a los 7 ddf aumentó a 0.5 huevos por planta. El tratamiento con *T. pretiosum* fue el que tuvo un mayor incremento en la población de huevos y el tratamiento manejado con insecticidas sintéticos fue el de menor incremento. A los 10 ddf se observa que el número de huevos por planta disminuye a 0.35 por planta; en esta fecha es donde menos diferencia se encuentra entre tratamientos. A los 13 y 17 ddf la población de huevos disminuye notablemente a cantidad mínimas.

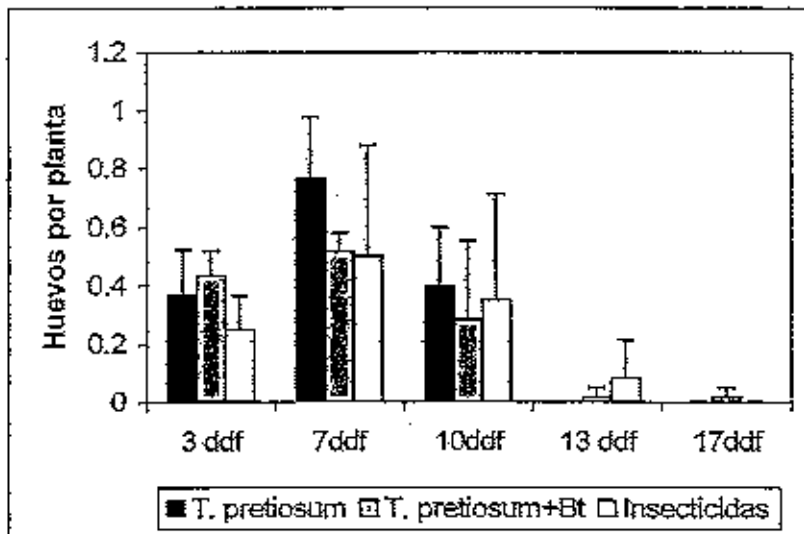
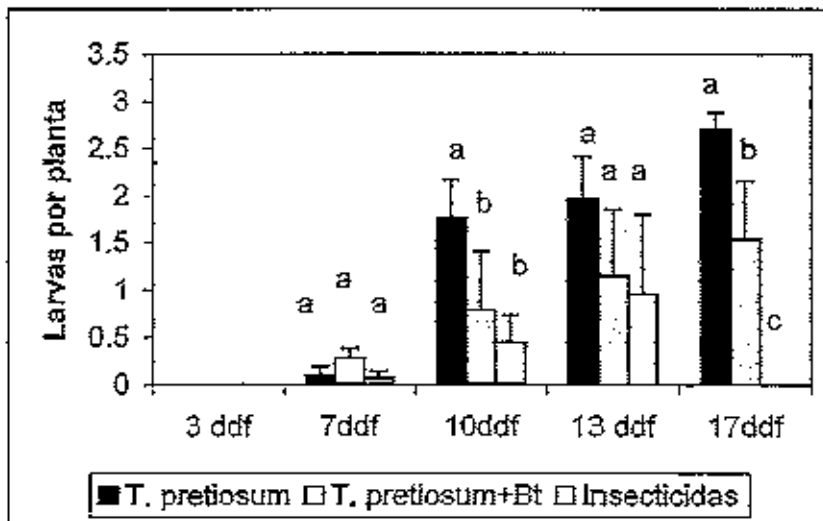


Figura 2. Población de huevos de *Helicoverpa zea* en el tiempo. El Zamorano, Honduras, 1999.

No hubo población de larvas a los 3 ddf. A partir de los 7 ddf la población de larvas se incrementó considerablemente (Figura 3). Esto se debió a que aparecieron larvas de las primeras oviposiciones. El control efectuado por los tratamientos en la fecha 7 ddf fue similar ya que no se encontró diferencia significativa entre la población de larvas. En la

fecha 10 ddf los tratamientos manejados con insecticidas sintéticos y *T. pretiosum* + Bt tuvieron el mismo control sobre la plaga, el tratamiento con *T. pretiosum* tuvo un menor control comparado con los dos anteriores. En la fecha 13 ddf no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la población de larvas, esto quiere decir que los tres tratamientos controlaron en igual cantidad la plaga. A los 17 ddf la población de larvas en el tratamiento con *T. pretiosum* fue la más alta, seguido del tratamiento con *T. pretiosum* + Bt que tuvo un mayor control; finalmente el tratamiento con insecticidas sintéticos presentó la menor cantidad de larvas, siendo casi nula debido a la aplicación del insecticida inyectado (esfenvalerate).



(Columnas con igual letra en la misma fecha son similares estadísticamente)

Figura 3. Población de larvas de *Helicoverpa zea* en el tiempo. El Zamorano, Honduras. 1999.

El control realizado por metomil no fue eficiente ya que permitió el incremento de larvas. Por el contrario la aplicación de esfenvalerate a los 13 ddf fue altamente efectiva ya que la densidad de la población de larvas de *H. zea* bajó a niveles mínimos, coincidiendo a lo expresado por Avila (1999) quien encontró un mayor control de larvas con aplicaciones de esfenvalerate inyectado. Esta aplicación permitió mantener niveles bajos de larvas del elotero hasta la cosecha. Esto explica que el daño encontrado en el tratamiento de insecticidas se debió al ataque de larvas antes de la aplicación.

Uno de los resultados más importantes de esta investigación es el conocimiento del patrón de oviposición de *H. zea* en los campos de producción de maíz dulce en Zamorano. La oviposición de *H. zea* ocurre en los primeros 10 días después de iniciada la floración femenina. La mayor cantidad de larvas existe en la época de cosecha esto fue contradictorio a lo expresado por R. Muñoz (comunicación personal) ya que se esperaba que el canibalismo reduzca el número de larvas por mazorca.

Según estos resultados el productor de maíz dulce que utilice *Trichogramma* puede concentrar las liberaciones en un período más limitado (9-13 días). Con esto se puede reducir costos y permitir al parasitoide trabajar de forma más eficiente.

Para el control de larvas es recomendable realizar aplicaciones en los 14 ddf ya por su desarrollo serán las que penetren más en la mazorca al momento de cosecha.

Se puede investigar un manejo a base de una aplicación de esfenvalerate inyectado. Se puede aplicar una sola vez cuando las larvas estén en los primeros dos cm apicales de la mazorca y evaluar este control hasta la etapa de cosecha.

#### 4.2 *Diatraea lineolata*

No hubo una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el ataque de *D. lineolata* en la cuarta semana después de trasplante entre los tratamientos. En promedio existieron 0.44 larvas por planta. El acame causado por esta plaga estuvo presente en igual cantidad en todas las parcelas. Existieron 127 plantas acamadas por tratamiento que equivalieron al 7 % del total.

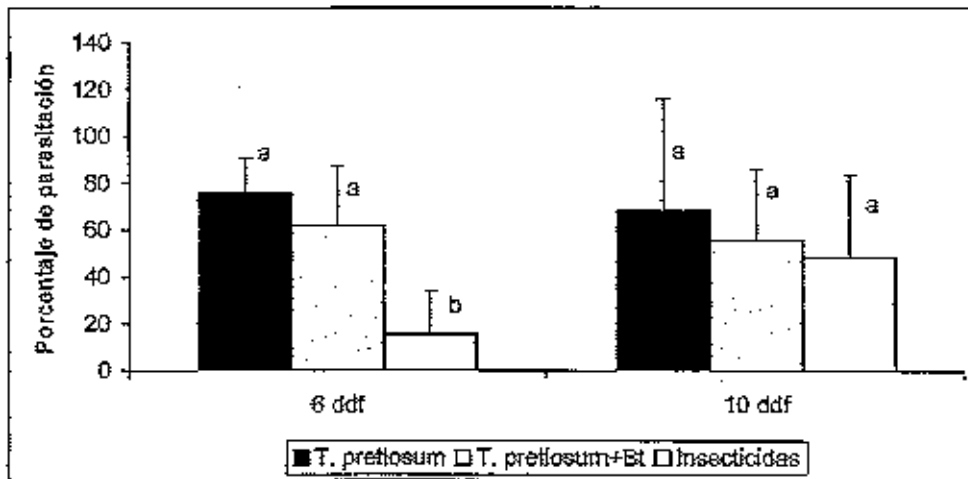
#### 4.3 *Trichogramma pretiosum*

Se encontró variación en el porcentaje de parasitismo entre los 6 y 10 ddf (Figura 4). Los porcentajes de parasitismo fueron similares y más altos en los tratamientos manejados con *T. pretiosum* comparado con el tratamiento de insecticidas sintéticos ( $F=14.17$ ;  $g.l.=2$ ;  $P=0.01$ ) en la fecha 6 ddf. Esto se debió a que la cantidad de adultos liberada por tratamiento y la población de huevos de *H. zea* fue similar y que el insecticida Bt no es antagónico a *Trichogramma*. La presencia de huevos parasitados por *T. pretiosum* en el tratamiento con insecticidas se debió a dos posibilidades: 1) el parasitoide se movió de los tratamientos contiguos que recibieron liberaciones del parasitoide; 2) parasitismo natural.

El tratamiento manejado con *T. pretiosum* + Bt presentó un alto porcentaje de parasitación, combinado con la acción de Bt, mantuvo en promedio los niveles poblacionales de larvas más bajo que el tratamiento de *T. pretiosum*. Aquí se puede ver que Bt sí tiene un control sobre las larvas de *H. zea* pero no suficiente como los insecticidas, esto se debió al estadio de la larva. A los 17 ddf las larvas se encontraban en tercer y cuarto estadios y son menos susceptibles a Bt.

A pesar de que el porcentaje de parasitación fue alto en la primera semana en los tratamientos manejados con *T. pretiosum*, no fue suficiente para controlar la población de huevos. La cantidad de larvas en el tratamiento de *T. pretiosum* y *T. pretiosum* + Bt fue mayor al momento de cosecha (Figura 3).





(Columnas con igual letra en la misma fecha son similares estadísticamente)

Figura 4. Porcentaje de parasitación por *Trichogramma pretiosum* registrado en dos fechas. El Zamorano, Honduras. 1999.

La cantidad de huevos parasitados en campo fue mayor ( $F=14.17$ ; g.l.=2;  $P=0.01$ ) en los tratamientos de *T. pretiosum* y *T. pretiosum* + Bt. (Figura 5) con 60 % más control que el tratamiento de insecticidas. La cantidad de huevos no parasitados por *T. pretiosum* fue mayor en el tratamiento de insecticidas sintéticos. La cantidad de huevos parasitados fue similar estadísticamente entre los tratamientos ( $F=0.23$ ; g.l.=2;  $P=0.80$ ) en la fecha 10 ddf (Figura 6). En promedio *T. pretiosum* controló el 50 % de la población de huevos.

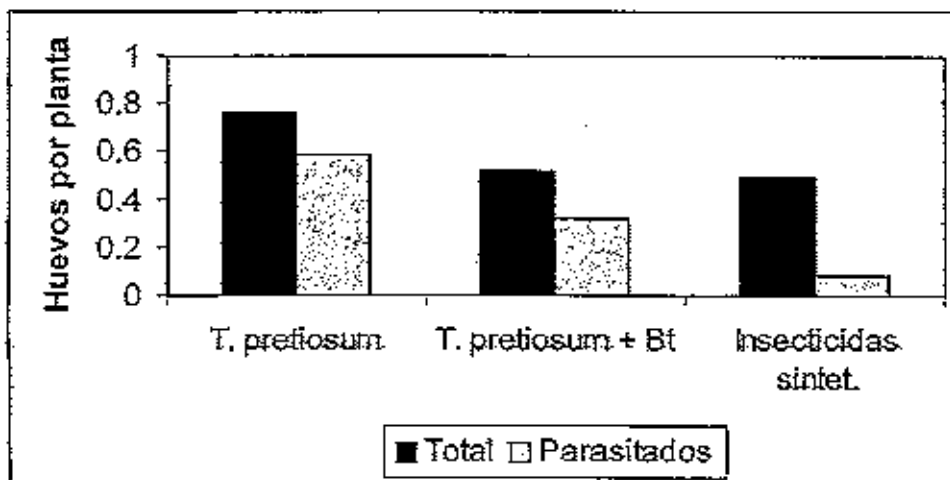


Figura 5. Población de huevos (total y parasitados) de *Helicoverpa zea* por planta 6 ddf. El Zamorano, Honduras. 1999.

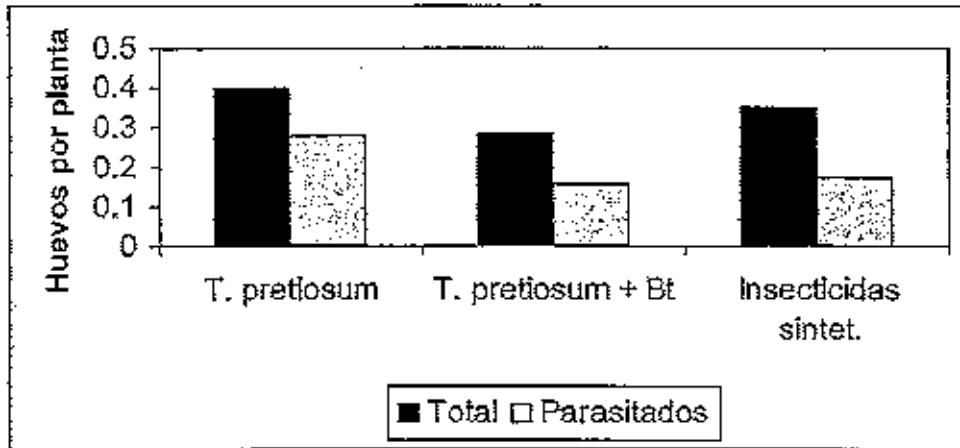


Figura 6. Población de huevos (total y parasitados) de *Helicoverpa zea* por planta 10 ddf El Zamorano, Honduras. 1999.

La cantidad de adultos de *T. pretiosum* fue mayor ( $F=5.39$ ;  $g.l.=2$ ;  $P=0.04$ ) en los tratamientos con *T. pretiosum* y *T. pretiosum* + Bt a 6 ddf. En promedio emergieron  $1.3 \pm 0.34$  adultos por huevo parasitado ó 4 adultos por 3 huevos parasitados, comparado con el tratamiento de insecticidas donde en promedio emergió 1 adulto de *T. pretiosum* por cada 3 huevos parasitados. La cantidad de parasitoides emergidos por huevo fue mayor a lo esperado, ya que según Amaya (1991) se espera un adulto por huevo de *H. zea*. Esto se pudo deber a las condiciones muy favorables para la oviposición o a un adecuado estado del hospedero (Smith, 1994). En el muestreo 10 ddf no se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en cuanto a la cantidad de adultos emergidos. En promedio emergieron 2 adultos por 3 huevos parasitado, es decir que un huevo no presentó emergencia de un parasitoide.

La cantidad de hembras emergidas de *T. pretiosum* fue mayor que la cantidad de machos emergidos (Cuadro 2). Un aspecto interesante fue la alta emergencia de hembras de *T. pretiosum* a los 6 ddf y 10 ddf ya que se esperaba una hembra por macho (Amaya, 1991). Se encontró más de cinco hembras por macho. Esto es importante para el posterior establecimiento del parasitoide. El hecho de que no haya la cantidad suficiente de machos para copular las hembras no es determinante en el establecimiento del parasitoide ya que *T. pretiosum* tiene un tipo de descendencia partenogénico.

Cuadro 2. Número promedio  $\pm$  error estándar de hembras y machos de *Trichogramma pretiosum* emergiendo por huevo parasitado. El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	Fecha de Recolección *			
	6 ddf		10 ddf	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
<i>T. pretiosum</i>	0.97 $\pm$ 0.05a	0.03 $\pm$ 0.05a	0.67 $\pm$ 0.47a	0.08 $\pm$ 0.17a
<i>T. pretiosum</i> + Bt.	0.82 $\pm$ 0.22a	0.17 $\pm$ 0.22a	0.65 $\pm$ 0.47a	0.10 $\pm$ 0.20a
Insecticidas sintéticos	0.31 $\pm$ 0.87b	0.18 $\pm$ 0.21a	0.50 $\pm$ 0.58a	0.00 $\pm$ 0.00a

\* Valores en la misma columna con letras similares no son estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).  
 Análisis estadístico: 6 ddf-hembras ( $F=5.93$ ; g.l.=2;  $P=0.0380$ ), 6 ddf-machos ( $F=1.23$ ; g.l.=2;  $P=0.3563$ ),  
 10 ddf-hembras ( $F=0.22$ ; g.l.=2;  $P=0.8063$ ), 10 ddf-machos ( $F=0.44$ ; g.l.=2;  $P=0.6647$ ).

De los huevos llevados al laboratorio algunos no presentaron parasitismo, siendo huevos atrofiados (Cuadro 3). No se encontró diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en el número de huevos atrofiados. Esto se debió a que la cantidad de huevos revisados fue baja. Por la dinámica poblacional de larvas de *H. zea* (Figura 3) se puede afirmar que el ovicida si tuvo un efecto sobre la plaga. La atrofia en los tratamientos manejados con *T. pretiosum* se puede deber a condiciones climáticas, manejo de laboratorio y trastornos internos. En el tratamiento con insecticidas sintéticos se puede deber además a la acción del ovicida.

Cuadro 3. Cantidad de huevos atrofiados de *Helicoverpa zea* por planta. No se incluyen huevos atrofiados que fueron parasitados. El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	Fecha de recolección*	
	6 ddf	10 ddf
<i>T. pretiosum</i>	0.03 $\pm$ 0.05a	0.19 $\pm$ 0.38a
<i>T. pretiosum</i> + Bt.	0.23 $\pm$ 0.45a	0.27 $\pm$ 0.33a
Insecticidas sintéticos	0.27 $\pm$ 0.19a	0.48 $\pm$ 0.36a

\*Columnas con letras similares no son estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).  
 Análisis estadístico: 6 ddf ( $F=0.62$ ; g.l.=2;  $P=0.5714$ ), 10 ddf ( $F=0.56$ ; g.l.=2;  $P=0.5992$ ).

Luego de comprobar de que si existe un control por *T. pretiosum* sobre los huevos de *H. zea*, especialmente en las primeros 13 ddf, se puede sugerir dosis menores y que estén más cerca del costo de insecticidas. Una dosis que se puede evaluar es liberar 150,000 adultos por ha, distribuido en tres liberaciones de 50,000 adultos cada cuatro días con

aplicaciones de Bt. Esta cantidad es la recomendada por A. Sequeira (comunicación personal) en Estados Unidos para el control de *H. zea* en maíz dulce, además, sugiere liberar durante el período que los pelos de la mazorca están frescos.

La primera liberación de *Trichogramma* debe comenzar cuando aparezca los primeros cms de los pelos de la mazorca. Se recomienda liberar *Trichogramma* entre las 6:00 am y 9:00 am ya que el parasitoide sufre menos estrés por calor. Para facilitar la liberación del parasitoide se puede colocar las pulgadas cuadradas de cartulina en bolsas plásticas, de esta manera se puede controlar la forma de salida del parasitoide del medio de transporte al campo.

Para evaluar el control de *Trichogramma* se debe realizar recolecciones cada tres días desde inicio de la floración femenina hasta que los pelos de las mazorcas se hayan secado. Para obtener datos más certeros, la cantidad de huevos retirados por tratamiento debe ser entre 5 y 15. Una investigación con *Trichogramma* en maíz dulce puede ser la evaluación del parasitismo de las generaciones nacidas en el campo luego de realizar una liberación.

Cuando los huevos estén en el laboratorio se deben evitar que estén en contacto con corrientes de aire, bajo algo de sombra para evitar que se resequen.

#### 4.4 RENDIMIENTOS

No se encontró diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) en cuanto al número total de mazorcas producidas (suma de mazorcas comerciales y no comerciales) por tratamiento (Cuadro 4). Esto se debe a que el daño causado por el gusano elotero no afecta la cantidad de mazorcas cosechadas ni su peso.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de mazorcas (comerciales y no comerciales) por tratamiento (36 m<sup>2</sup>). El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamiento	Total de mazorcas por tratamiento *
<i>T. pretiosum</i>	169.8 ± 14.1a
<i>T. pretiosum</i> + Bt	150.3 ± 16.8a
Insecticidas sintéticos	178.0 ± 33.9a

\*Valores con letra similar no son diferentes estadísticamente (F=1.38; g.L= 2; P=0.3734)

No existieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en cuanto al número y peso de mazorcas comerciales y no comerciales entre los tratamientos (Cuadro 3). Se encontró una tendencia ya que el tratamiento manejado con insecticidas sintéticos produjo mayor cantidad de mazorcas comerciales y menos cantidad de mazorcas no comerciales

comparado con los demás tratamientos. En promedio el tratamiento manejado con *T. pretiosum* solo produjo más elotes comerciales por parcela que el manejado con la interacción *T. pretiosum* + Bt.

Cuadro 5. Número y peso promedio de mazorcas comerciales y no comerciales producidas por tratamiento (36m<sup>2</sup>). El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	Comercial *		No Comercial*	
	Número	Peso lbs	Número	Peso lbs
<i>T. pretiosum</i>	131.3 ± 12.4a	82.6 ± 12.9a	39.0 ± 14.1a	21.0 ± 5.4a
<i>T. pretiosum</i> + Bt.	123.8 ± 14.4a	84.8 ± 11.1a	27.0 ± 15.8a	15.1 ± 5.2a
Insecticidas sintético.	155.0 ± 35.5a	100.8 ± 21.0a	23.0 ± 12.2a	12.3 ± 5.2a

\*Valores en la misma columna con letra similar no son diferentes estadísticamente

Análisis estadístico: (Número comercial: F=1.86; g.l.=2, P=0.2357), (Peso comercial: F=1.38; g.l.=2, P=0.3216), (Número no comercial: F=1.35; g.l.=2; P=0.3276), (Peso no comercial: F=3.02; g.l.=2; P=0.1235).

#### 4.5 *Helicoverpa zea*

En cuanto al daño causado por el gusano elotero se encontró una diferencia significativa (P<0.05) entre los tratamientos (Cuadro 6). El tratamiento manejado con *T. pretiosum* +Bt tuvo un mayor ingreso de la larva en la mazorca comparado con los otros tratamientos. Este aspecto fue contradictorio ya que esperaba que el insecticida Bt controle parte del ataque de las larvas especialmente en los primeros estadios. Los tratamientos con *T. pretiosum* solo e insecticidas no fueron estadísticamente diferentes (P>0.05), pero se puede observar una tendencia donde el tratamiento de insecticidas tuvo el menor ingreso del gusano elotero en la mazorca. Hubo una presencia mayor de gusanos de *H. zea* en los tratamientos con *T. pretiosum* esto determina que no pueden ser comercializado como elote fresco.

Cuadro 6. Daño en cm causado por *Helicoverpa zea* y porcentaje de mazorcas con gusano por tratamiento. El Zamorano, Honduras.1999.

Tratamiento	Daño en cm *	Porcentaje de mazorcas con gusano
<i>T. pretiosum</i> + Bt	4.0 ± 0.4a	65%
<i>T. pretiosum</i>	3.2 ± 0.1b	88%
Insecticidas sintéticos	2.4 ± 0.7b	0%

\*Valores con letra similar no son diferentes estadísticamente (F=9.64; g.l.=2, P=0.0134)

No hubo una diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en cuanto al número de elotes eliminados por daño causado por el gusano elotero (Cuadro 7). Pero se pudo observar una tendencia en el tratamiento con insecticidas sintéticos fue el que tuvo 60 % menos elotes eliminados por daño de gusano elotero que el tratamiento manejado con *T. pretiosum*.

Cuadro 7. Promedio de mazorcas no comerciales dañadas por el gusano elotero por parcela, El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	Promedio de mazorcas por parcela *
<i>T. pretiosum</i>	21.8 ± 7.7a
<i>T. pretiosum</i> + Bt	17.0 ± 8.0a
Insecticidas-sintéticos	8.5 ± 4.8a

\*Valores con letra similar son estadísticamente similares (F=1.23; g.l=2; P=0.34)

#### 4.6 ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico demostró que los tratamientos manejados con *T. pretiosum* tuvieron los costos más elevados (Cuadro 8), debido a la cantidad de adultos liberados por hectárea. Se hizo un análisis para cinco liberaciones efectuadas (Cuadro 8) y tres liberaciones efectivas (Cuadro 9). Como se tuvo igual cantidad de mazorcas producidas por tratamiento, se tuvo igual cantidad de ingreso para todos los tratamientos. El beneficio neto fue mayor para el tratamiento con insecticidas. Los beneficios netos para el análisis de cinco liberaciones realizadas demuestran una disminución considerable en los beneficios de los tratamientos utilizados con *T. pretiosum* (Cuadro 6).

Cuadro 8. Análisis de beneficios netos por tratamiento con cinco liberaciones. El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	Total costos que Varían (Lps/ha)	* Beneficios netos (Lps/ha)	** Beneficios netos (Lps/ha)	*** Beneficios Netos (Lps/ha)
Insecticidas sinte.	3364.94	91595.06	72603.06	158067.06
<i>T. pretiosum</i>	12866.45	82093.54	63101.54	148565.54
<i>T. pretiosum</i> + Bt.	16600.50	78359.50	59367.50	144831.50

\* Calculado sobre la base del precio real (10 Lps/ bandeja)

\*\* Calculado sobre la base del precio bajo (8 Lps/ bandeja)

\*\*\* Calculado sobre la base del precio alto (17 Lps/ bandeja)

El análisis para tres liberaciones efectivas demuestra que los costos de los tratamientos con *T. pretiosum* disminuyen, pero no es lo suficiente para igualar al costo de los insecticidas (Cuadro 7).

Cuadro 9. Análisis de beneficios netos por tratamiento con tres liberaciones. El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamientos	Total costos que Varían (Lps/ha)	* Beneficios Netos (Lps/ha)	** Beneficios netos (Lps/ha)	*** Beneficios netos (Lps/ha)
Insecticidas sínte.	3364.94	91595.06	72603.06	158067.06
<i>T. pretiosum</i>	7719.87	87240.13	68248.13	153712.13
<i>T. pretiosum</i> + Bt.	11332.98	83627.02	64635.02	150099.02

\* Calculado sobre la base del precio real (10 Lps/ bandeja)

\*\* Calculado sobre la base del precio bajo (8 Lps/ bandeja)

\*\*\* Calculado sobre la base del precio alto (17 Lps/ bandeja)

El análisis de costos indica que el uso de *T. pretiosum* fue demasiado alto comparado con los insecticidas. Esto se debió a que la cantidad de adultos liberados por ha (460,000 por liberación) fue alta. La cantidad de adultos evaluada fue alta debido a que en Zamorano no se conocía sobre la adaptación del parasitoide criado en laboratorio, si iba a ejercer un parasitismo en campo y cómo iba a ser su descendencia ya que estos dos factores determinan el control del parasitoide. Por otro lado se realizaron cinco liberaciones de las cuales sólo tres fueron efectivas debido al período de oviposición de *H. zea*.

Un aspecto muy importante es la forma como será comercializado el maíz. Si el elote se vende en bandeja tienen que cortarse los primeros cm apicales; de esta forma si existe gusano, la parte afectada es eliminada. Existen algunos casos donde larvas grandes de cuarto estadio penetran más de 4 cm y el tamaño de la mazorca no es comercial. Estas larvas, de acuerdo a su desarrollo, estuvieron en estado de huevo hace 18 a 25 días, que es en la primera semana ddf. Esto es una pista para establecer que las liberaciones se deben concentrar en los primeros 10 días ddf, ya que de los huevos depositados después de esta fecha emergerán larvas que no causarán daño importante en la etapa de cosecha.

Por el contrario si el elote será comercializado entero, los estándares de calidad del producto cosechado deben ser mayores. El mercado local exige que no baltan larvas en el elote. De esta forma los tratamientos manejados con *T. pretiosum* no pueden ser mñizados ya que en la etapa de cosecha la mayor parte de elotes tenían gusano.

El productor de maíz dulce en bandeja puede liberar *Trichogramma* después de inicio de floración. Una vez que se observen las primeras larvas en los pelos de la mazorca se debe aplicar productos biológicos como XenTari, ya que este insecticida actúa mejor cuando las larvas están en los primeros estadios (< 1.5 cm). En caso que las larvas sean grandes y puedan verse sin necesidad de abrir el elote se debe aplicar insecticidas sintéticos

asperjados a los pelos de la mazorca. Existen algunos casos (en las etapas cercanas a cosecha) cuando el gusano penetra al elote. Aquí los insecticidas asperjados no surgen efecto ya que los gusanos están protegidos por la tuza u hojas protectoras del elote. Cuando se presenta este nivel de ataque se puede utilizar insecticidas inyectados a la parte superior del elote. Una aplicación es suficiente para controlar el gusano hasta la cosecha.

#### 4.7 INVENTARIO DE PARASITOIDES

Se encontraron seis especies de parasitoides de *H. zea* en Zamorano (Cuadro 10). Según U. Barahona<sup>1</sup>, la diversidad encontrada fue mayor en los campos de maíz donde las malezas estaban grandes. Esto coincide con lo afirmado por R. Cave (comunicación personal, 1999) ya que la diversidad de plantas permite a los parasitoides encontrar hospederos alternos, refugio y alimento. La diversidad de parasitoides fue limitada ya que se recolectaron huevos y larvas sólo durante los meses de marzo a junio.

Estos seis parasitoides pueden ser beneficiados con prácticas agrónomicas que permitan su establecimiento. Por ejemplo, el control de malezas no debe ser total, pero se tiene que investigar la tolerancia del cultivo a la presencia de malezas en las etapas de floración. Se puede sembrar plantas melíferas en los alrededores del cultivo. El aspecto más importante sobre el que se debe trabajar es sobre la frecuencia de aplicación de insecticidas sintéticos. Se deben revisar los niveles críticos para cada cultivo y rediseñar estrategias de combate de plagas de acuerdo con la etapa de daño.

Cuadro 10. Parasitoides de *H. zea* encontrados en Zamorano. El Zamorano, Honduras, 1999.

Tipo de parasitoide	Nombre científico	Familia
De huevo	<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley	Trichogrammatidae
	<i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner	Trichogrammatidae
De larva	<i>Eiphosoma vitticolle</i> Cresson	Ichneumonidae
	<i>Eucelatoria</i> sp.	Tachinidae
	<i>Lespesia parviteres</i> (Aldrich & Webber)	Tachinidae
Huevo-larval	<i>Chelonus insularis</i> Cresson	Braconidae

<sup>1</sup> Barahona, U. 1999. Cantidad de parasitoides en Zamorano. Instructor de campo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras (Comunicación personal).



#### 4.8 CONTROL DE CALIDAD DE *T. pretiosum*

En el método de cría de *T. pretiosum* en Zamorano la cantidad de huevos por pulgada cuadrada al igual que porcentaje de parasitismo son relativamente bajos (Cuadro 11). La cantidad de huevos de *S. cerealella* por pulgada cuadrada es variable. Esto se debe a que el método de preparación de láminas no permite uniformizar la cantidad de huevos colocados. La cantidad de 1624 huevos por pulgada cuadrada está muy por debajo de lo recomendado por Amaya (1991) que es 3000 huevos.

El porcentaje de parasitación (41.9%) es muy bajo comparado con el reportado en laboratorios comerciales donde existe un 80-100% de parasitación (Fuentes, 1994). Esto se debe a que los huevos de *S. cerealella* colocados en las láminas no fueron cosechados ese día, sino del acumulado de cuatro días anteriores. El porcentaje de parasitación disminuye considerablemente cuando los huevos del hospedero son de diferentes días.

La tasa de emergencia es inferior a la recomendada por Amaya (1991) donde se espera 80-85% bajo condiciones de laboratorio. Esto se puede deberse a problemas con el estado de madurez del huevo hospedero, condiciones de humedad y temperatura de la cámara de parasitación. En el caso del laboratorio de Zamorano se pudo deber al estado de madurez del huevo ya que la lámina se prepara con huevos cosechados de los cinco últimos días. La relación macho:hembra fue de un macho por cada hembra, lo que permite conocer la cantidad aproximada de hembras por pulgada cuadrada.

Cuadro 11. Resultados del control de calidad de *T. pretiosum* producido en Zamorano. El Zamorano, Honduras. 1999.

Variable	Cantidad
Número de huevos por pulgada cuadrada	1624 ± 358
Porcentaje de parasitación	41.9 %
Porcentaje de emergencia	71.1 %
Relación macho:hembra	1:1
Adultos atrofiados	1%

Como parte de un control de procesos se puede establecer en el laboratorio de control biológico de Zamorano un diagrama de flujo del proceso de producción de *T. pretiosum*, donde los trabajadores puedan identificar puntos críticos y limitantes. Es necesario contar con un método de uniformar la cantidad de huevos por pulgada cuadrada, además se debe coordinar el mantenimiento de la cría de *S. cerealella* con las fechas de mayor requerimiento de huevos. En cuanto a la producción de *T. pretiosum* los huevos de *S. cerealella* colocados en las cartulinas deben máximo de la cosecha de tres días anteriores. Cuando la cantidad de huevos de *S. cerealella* por pulgada cuadrada sea muy variable es recomendable tomar más cuadraditos por pulgada cuadrada para evaluar la parasitación, emergencia y relación macho: hembra.

## 5. CONCLUSIONES

Los tratamientos manejados con *T. pretiosum* y *T. pretiosum* más *B. thuringiensis* no tienen el control esperado de la plaga debido a que el intervalo de liberación es muy largo. Además, por la dosis liberada, resulta antieconómico su uso.

Los huevos de *H. zea* colocados en la primera semana después de inicio de floración femenina son los que desarrollan larvas que causan más daño durante cosecha.

La forma de control del gusano clotero depende de cómo es comercializado el maíz dulce. Si es en bandeja se puede tolerar la presencia del gusano. Si se vende entero se debe controlar con métodos rápidos y efectivos.

El período de oviposición de *H. zea* en maíz dulce ocurre desde que inicia la floración femenina donde los pelos son frescos y disminuye cuando estos se secan.

*T. pretiosum* criado en el laboratorio puede ser una alternativa para el control de *H. zea* ya que se adaptó, parasitó y su descendencia fue mayormente hembras.

El tratamiento manejado con insecticidas sintéticos es el que mantiene los niveles poblacionales más bajos de la plaga y es el de menor costo.

Existe por lo menos seis especies de parasitoides de huevos y larvas de *H. zea* en Zamorano que pueden ser beneficiados con prácticas de manejo adecuadas.

La producción en Zamorano de *T. pretiosum* tiene estándares de calidad inferiores comparado con otros laboratorios americanos.

## 6. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio sobre diferentes grado de daño de *H. zea* al momento de cosecha y su incidencia sobre la calidad del elote comercializado en bandeja.

Evaluar dosis menores de *T. pretiosum* por hectárea, concentrando las liberaciones durante la etapa de mayor oviposición por *H. zea* en maíz dulce.

Desarrollar técnicas de control de *H. zea* combinando liberaciones tempranas de *T. pretiosum*, aplicaciones de *B. thuringiensis* a larvas de primeros estadios e insecticidas sintéticos a larvas de últimos estadios.

Realizar evaluaciones de parasitación por *T. pretiosum* recolectando huevos de *H. zea* cada tres días tratando de mantener una cantidad adecuada de huevos evaluados.

Realizar aplicaciones de insecticidas en las dos primeras semanas del cultivo para evitar la presencia de larvas grandes en cosecha.

Evaluar el parasitismo natural de *H. zea* en Zamorano en los cultivos de maíz y tomate.

Realizar un diagrama de flujo para el proceso de producción de *T. pretiosum* en Zamorano, estableciendo los puntos críticos y mejorando las fallas actuales en el proceso.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALL, A. 1996. Activity of *Bacillus thuringiensis* Berliner against different ages and stages of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera:Noctuidae) on cotton. *Journal of Entomological Science*. 31: 1-8
- AMAYA, M. 1991. El *Trichogramma* spp. Producción, Uso y Manejo en Colombia. Buga, Colombia. 184 pp.
- ANDREWS, K. & QUEZADA, J. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Zamorano Academic Press. El Zamorano, Honduras. 623 pp.
- AVILA, C. 1999. Evaluación de seis insecticidas y dos métodos de aplicación para el control del gusano elotero (*Helicoverpa zea* Boddie) en el cultivo de maíz dulce. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 37p.
- BAO, J. & CHEN, X. 1989. Research and Application of *Trichogramma* in China. Academia Books and Periodicals Science Press. Beijing. 220p.
- BIGLER, F. 1986. Mass production of *Trichogramma maidis* Pinto et Voegt and its field application against *Ostrinia nubilalis* Hbn. in Switzerland. *Journal of Applied Entomology* 101: 23-59.
- BOHOROVA, N. 1996. Selection and characterization of Mexican strains of *Bacillus thuringiensis* active against four major lepidopteran maize pests. *Entomophaga* 2: 153-165.
- BURBUTIS, P. & KOEPKE C. 1981. European corn borer control in peppers by *Trichogramma nubilale* on corn. *Environmental Entomology* 55: 880-882.
- CAVE, R. D. 1995. Manual para el Reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. Zamorano Academic Press. El Zamorano. Honduras. 202pp.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México. 79 pp.
- EDIFARM. 1998. Vademécum Agrícola. Quito, Ecuador. 622pp.

- FUENTES, F. 1994. Producción y Uso de *Trichogramma* como regulador de plagas. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Lima, Perú. 193 p.
- GARCIA, F. 1976. El complejo *Heliothis*, sus huéspedes y sus hábitos. Revista Colombiana de Entomología 3: 75-94
- GUTIERREZ, R.I. 1966. Datos sobre la biología del parásito *Trichogramma minutum*. Italo 51: 5-10.
- HASSAN, S. BIGLER, F., BOGENSCHUTZ, H., BOLLER, E. 1987. Results of third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-workin group 'Pesticides and beneficial organisms'. Journal of Applied Entomology 103: 92-97.
- HENDRIKS, D. 1967. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. Journal of Economic Entomology 10: 1367-1373.
- KING, A. y SAUNDERS, J. 1984. Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Una guía para su reconocimiento y control. Overseas Development Administration. Londres, Inglaterra. 182 pp.
- LINGREN, P. 1969. Approaches to the mangement of *Heliothis* spp. In: Proceedings of the Tall Timbers Conference on ecological control by habitat mangement, Tallahassee. pp 207.
- LUND, H. 1938. Studies on lonvity and productivity in *Trichogramma evanescens*. Journal of Agricultural Research 56: 421-440.
- MERTZ, B., FLESCHER, S., CALVIN, D. and RIDGWAY, R. 1995. Field Assessment of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Bacillus thuringiensis* for control of *Ostrinia nubilais* (Lepidoptera: Pyralidae) in sweet corn. Journal of Economic Entomology 6: 1616-1625.
- MIETCALFE, J and J. BRENIERE. 1969. Egg parasites (*Trichogramma* spp.). for control of sugar cane moth borers In Williams. Pest of sugar cane. Amsterdam, Elsevier. 81-115pp.
- MONTES, A. 1996. Cultivo de Hortalizas en el Trópico. Zamorano Academic Press, El Zamorano. Honduras. 208pp.
- NOYES, J. 1998. Catalogue of the Chalcidoidea of the World. Biodiversity Center of ETI, Associated Perty Software. Amsterdam, Holanda.
- PIKE, K. y DRAKE, S. 1980. Influence of insecticides on sweet corn quality and their effectiveness in control of corn earworm. HortScience 15: 523-524

- REYES, J.A. 1970. Control biológico de insectos mediante parásitos y predadores. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía, Palmira. 13pp.
- SAS INSTITUTE INC. 1996. SAS/STAT Users's guide (version 6.12). Fourth edition. SAS Institute, Inc. Cary, N.C. 912 p.
- SMITH, S. Hubbes, M. & Carrow, J. 1987. Ground releases of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) against the spruce bud worm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). Canadian Entomologist 119: 251-263.
- SMITH, S. 1988. Pattern attack on spruce budworm eggs masses by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) released in forest stands. Environmental Entomology 17: 1009-1015.
- SMITH, S. 1994. Methods and Timing of Releases of *Trichogramma* to Control Lepidopterous Pests. Biological Control with Egg Parasitoids. International Organization for Biological Control of Noxious Animal and Plants. Wallingford, United Kingdom. 286 pp.
- THE BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL. 1997. The pesticide manual. Eleven edition. The Royal Society of Chemistry. United Kingdom. 1606 pp.
- TRABANINO, R. 1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas invertebradas en Honduras. Zamorano Academic Press. El Zamorano, Honduras. 156pp.
- UNIVERSITY OF ARKANSAS. 1999. IPM  
<http://ipm.maec.edu/Insects/BugFacts/fsa7026.htm>
- WILLIE J. 1958. Las posibilidades del "Control Biológico" en el combate de insectos del algodónero. Entomophaga 2: 59-60.
- YU, D., Hagley, E. & Laing, J. 1984. Dispersal of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in an apple orchard after inundative releases. Environmental Entomology 13: 371-374.

Anexo 2. Presupuesto parcial de tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 17 Lps. El Zamorano, Honduras. 1999.

Tratamiento	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. pretiosum</i> con Bt.	Insecticidas sintéticos
Rendimiento medio (bandejas/ha)	9496	9496	9496
Beneficios brutos (Lps/ha)	161432.00	161432.00	161432.00
Total de costos que varían (Lps/ha)	12866.46	16600.50	3364.94
Beneficios netos (Lps/ha)	148565.54	144831.50	158067.06

\* Calculado con el salario mínimo (Lps. 5.625/h)

Anexo 3. Presupuesto parcial de tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 10 Lps.

Tratamiento	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. pretiosum</i> con Bt.	Insecticidas sintéticos
Rendimiento medio (bandejas/ha)	9496	9496	9496
Beneficios brutos (Lps/ha)	94960.00	94960.00	94960.00
Total de costos que varían (Lps/ha)	12866.46	16600.50	3364.94
Beneficios netos (Lps/ha)	82093.54	78359.50	91595.06

\* Calculado con el salario mínimo (Lps. 5.625/h)



Anexo 4. Presupuesto parcial por tratamientos para cinco liberaciones a un precio por bandeja de 8 Lps.

Tratamiento	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. pretiosum</i> con Bt.	Insecticidas sintéticos
Rendimiento medio (bandejas/ha)	9496	9496	9496
Beneficios brutos (Lps/ha)	75968.00	75968.00	75968.00
Total de costos que varían (Lps/ha)	12866.46	16600.50	3364.94
Beneficios netos (Lps/ha)	63101.54	59367.50	72603.06

\* Calculado con el salario mínimo (Lps. 5.625/h)

Anexo 5. Presupuesto parcial por tratamientos para tres liberaciones a un precio por bandeja de 17 Lps.

Tratamiento	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. pretiosum</i> con Bt.	Insecticidas sintéticos
Rendimiento medio (bandejas/ha)	9496	9496	9496
Beneficios brutos (Lps/ha)	161432.00	161432.00	161432.00
Total de costos que varían (Lps/ha)	7719.87	11332.98	3364.94
Beneficios netos (Lps/ha)	153712.13	150099.02	158067.06

\* Calculado con el salario mínimo (Lps. 5.625/h)

Anexo 6. Presupuesto parcial por tratamiento para tres liberaciones a un precio por bandeja de 10 Lps.

Tratamiento	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. pretiosum</i> con Bt.	Insecticidas sintéticos
Rendimiento medio (bandejas/ha)	9496	9496	9496
Beneficios brutos (Lps/ha)	94960.00	94960.00	94960.00
Total de costos que varían (Lps/ha)	7719.87	11332.98	3364.94
Beneficios netos (Lps/ha)	87240.13	83627.02	91595.06

\* Calculado con el salario mínimo (Lps. 5.625/h)

Anexo 7. Presupuesto parcial por tratamiento para tres liberaciones a un precio por bandeja de 8 Lps.

Tratamiento	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. pretiosum</i> con Bt.	Insecticidas sintéticos
Rendimiento medio (bandejas/ha)	9496	9496	9496
Beneficios brutos (Lps/ha)	75968.00	75968.00	75968.00
Total de costos que varían (Lps/ha)	7719.87	11332.98	3364.94
Beneficios netos (Lps/ha)	68248.13	64635.02	72603.06

\* Calculado con el salario mínimo (Lps. 5.625/h)

## Anexo 8. Costos fijos de maíz dulce por ha. El Zamorano, Honduras, 1999.

Descripción	Unidad	Cantidad	Co/Unidad	Costo
<b>Maquinaria</b>				<b>6418.58</b>
Arar (tractor 5400)	Hora	2.20	263.71	580.16
Rastrear (tractor 5400)	Hora	1.20	263.71	316.45
Surcar (tractor 5400)	Hora	2.00	263.71	527.42
Bomba de riego	Hora	45.00	110.99	4994.55
<b>Insumos</b>				<b>18388.98</b>
Terreno	ha	1.00	1000.00	1000.00
46-0-0	qq	14.67	150.00	2200.50
18-46-0	qq	6.60	187.00	1234.20
0-0-60	qq	4.40	114.00	501.60
Plántulas	c/u	53333.00	0.25	13333.25
Adherente	cc	350.00	0.05	16.42
Lorsban	cc	690.00	0.15	103.02
<b>Mano de Obra</b>				<b>1027.69</b>
Trasplante	Hr/ hombre	30.00	5.63	168.75
Fertilización	Hr/ hombre	60.00	5.63	337.50
Riego	Hr/ hombre	40.00	5.63	225.00
Mantenimiento de zanjas	Hr/ hombre	15.00	5.63	84.38
Aplicaciones	Hr/ hombre	7.70	5.63	43.31
Cosecha	Hr/ hombre	30.00	5.63	168.75
<b>COSTOS FIJOS</b>				<b>25835.25</b>
<b>TOTALES</b>				

Anexo 9. Costos variables por ha con tres liberaciones El Zamorano,  
Honduras, 1999.

<u>Costos variables</u>		<i>T. pretiosum</i> con 3 liberaciones		
Descripción	Unidad	Cantidad	Co/Unidad	Costo
<i>T. pretiosum</i>	pulg <sup>2</sup>	2001.00	3.78	7563.78
Mano de obra	Hr/hombre	27.75	5.63	156.09
TOTAL				7719.87
<u>Costos variables</u>		<i>T. pretiosum</i> (3 liberaciones)+ Bt.		
<i>T. pretiosum</i>	pulg <sup>2</sup>	2001.00	3.78	7563.78
XenTari	Gr	4920.00	0.70	3431.70
Mano de obra	Hr/hombre	60.00	5.63	337.50
TOTAL				11332.98
<u>Costos variables</u>		Insecticidas sintéticos		
Krisol	Gr	1230.00	1.10	1356.69
Nudrin	Gr	1168.50	0.69	806.27
Hallmark	Cc	405.00	0.71	288.36
Adherente	Cc	1250.00	0.05	58.63
Mano de obra	Hr/hombre	152.00	5.63	855.00
TOTAL				3364.94

Anexo 10. Costos variables por ha con cinco liberaciones. El Zamorano, Honduras.1999.

<u>Costos variables</u>		<i>T. pretiosum</i> con 5 liberaciones		
Descripción	Unidad	Cantidad	Co/ Unidad	Costo
<i>T. pretiosum</i>	Pulg <sup>2</sup>	3335.00	3.78	12606.30
Mano de obra	Hr/hombre	46.25	5.63	260.16
TOTAL				12866.46
<u>Costos variables</u>		<i>T. pretiosum</i> (5 liberaciones)+ Bt.		
<i>T. pretiosum</i>	pulg <sup>2</sup>	3335.00	3.78	12606.30
XenTari	Gr	4920.00	0.70	3431.70
Mano de obra	Hr/hombre	100.00	5.63	562.50
TOTAL				16600.50
<u>Costos variables</u>		Insecticidas sintéticos		
Krisol	Gr	1230.00	1.10	1356.69
Nudrin	Gr	1168.50	0.69	806.27
Hallmark	Cc	405.00	0.71	288.36
Adherente	Cc	1250.00	0.05	58.63
Mano de obra	Hr/hombre	152.00	5.63	855.00
TOTAL				3364.94