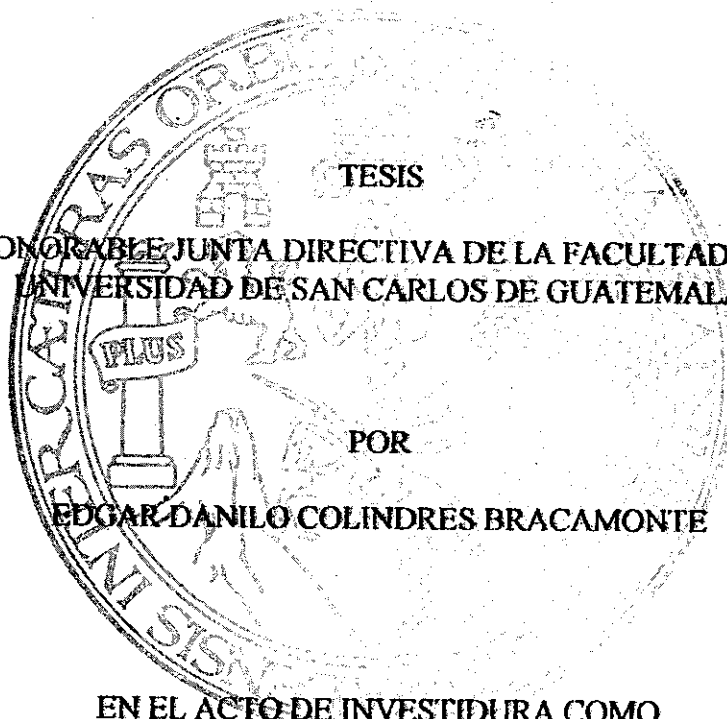


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE SEIS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO ELOTERO, *Heliothis zea*  
(Boddie), EN EL CULTIVO DE MAIZ DULCE (*Zea mays L. variedad rugosa*), EN LA EPOCA DE  
SIEMBRA DE SEGUNDA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



TESIS

POR

EDGAR DANILLO COLINDRES BRACAMONTE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 1,977

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL CUARTO	Br. ESTUARDO ENRIQUE LIRA PRERA
VOCAL QUINTO	P. Agr. EDGAR DANILO JUAREZ QUIM
SECRETARIO	Ing. Agr. GUILLERMO EDILBERTO MENDEZ BETETA

Guatemala, noviembre de 1,997

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
TRIBUNAL EXAMINADOR  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PRESENTE

Señores:

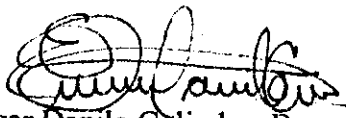
De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis, titulado:

EVALUACION DE SEIS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO ELOTERO (*Heliothis zea* Boddie) EN EL CULTIVO DE MAIZ DULCE (*Zea mays* L. var. *rugosa*), EN LA EPOCA DE SIEMBRA DE SEGUNDA, EN ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo tenga su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente,



Edgar Danilo Colindres Bracamonte

## ACTO QUE DEDICO

A: DIOS

MIS PADRES Julia Elsa Bracamonte de Colindres  
Arnoldo Ovidio Colindres Paz

MI ESPOSA Brenda Elisa Vidal de Colindres

MI HIJA Brenda María Colindres Vidal

MIS HERMANOS Virgilio Enrique, Irma Yolanda, Axcel René,  
Mara Patricia, Arnoldo Ovidio y José Arnoldo

MIS SOBRINOS Especialmente a: María Alejandra Pazos  
Colindres

MIS ABUELOS Enriqueta Aldana, Virgilio Bracamonte  
Herlinda Colindres, Enrique Paz

MIS PRIMOS Especialmente a: Alirio y Luis Fernando  
Recinos

MIS TIOS Especialmente a: Irma y Ramiro Bracamonte,  
Aura Vásquez y Elda Colindres

MIS AMIGOS Especialmente a: Leonel Miranda, Erwin  
Paredes, Rodolfo Quim, Elías Valdéz, César  
Monzón y Daniel Díaz

## **TESIS QUE DEDICO**

**A: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**MIS ASESORES: Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila  
Ing. Agr. Marco Antonio Paxtor Crisóstomo**

**EN ESPECIAL A: Sr. José Ernesto Carrillo  
Ing. Agr. Salvador Sánchez  
Ing. Agr. Alfredo Ortiz Garzaro**

**TODOS MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO**

## CONTENIDO GENERAL

	Página
Indice de cuadros	iii
Indice de figuras	iv
Resumen	v
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema	3
3. Marco Teórico	4
3.1. Marco Conceptual	4
3.1.1. El maíz dulce	4
3.1.2. Características generales del <i>Heliothis zea</i> (Boddie)	6
3.1.3. Generalidades de los grupos de plaguicidas utilizados	10
3.1.4. Plaguicidas recomendados en maíz	13
3.2. Marco Referencial	14
3.2.1. Descripción del área experimental	14
3.2.2. Características del material vegetativo	14
3.2.3. Características de los plaguicidas	15
4. Objetivos	20
5. Hipótesis	21
6. Metodología	22
6.1. Tratamientos evaluados	22
6.1.1. Plagueo	22
6.1.2. Frecuencia de aplicación	23
6.1.3. Aplicación de los tratamientos	23
6.1.4. Testigo	24
6.2. Diseño experimental	24
6.3. Variables de respuesta	24
6.4. Dimensiones del área experimental	25
6.5. Manejo del experimento	25
6.5.1. Preparación del área experimental	26
6.5.2. Preparación de la semilla	26
6.5.3. Siembra	26
6.5.4. Delimitación del área experimental	26
6.5.5. Fertilización	27
6.5.6. Control de malezas	28
6.5.7. Control fitosanitario	28
6.5.8. Riego	29
6.5.9. Cosecha	29
6.6. Análisis de la información	29
6.6.1. Análisis estadístico	29
6.6.2. Análisis económico de presupuesto parcial	30
7. Resultados y Discusión	32
7.1. Rendimiento en kilogramos por hectárea de elote fresco sin daños causados por <i>Heliothis zea</i> (Boddie)	32
7.2. Número de larvas vivas de <i>Heliothis zea</i> (Boddie) por parcela neta a la cosecha	34

<b>7.3. Análisis económico de presupuesto parcial</b>	<b>38</b>
<b>7.3.1. Análisis de presupuesto parcial</b>	<b>38</b>
<b>7.3.2. Análisis de dominancia</b>	<b>38</b>
<b>7.3.3. Tasas de retorno marginal</b>	<b>39</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>41</b>
<b>9. Recomendaciones</b>	<b>42</b>
<b>10. Bibliografía</b>	<b>43</b>
<b>11. Apéndice</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Niveles de azúcar según el tipo de maíz dulce	5
Cuadro 2.	Plaguicidas utilizados en el control de larvas de <i>Heliothis zea</i> (Boddie) en maíz dulce, en siembra de segunda, Esquipulas, Chiquimula, 1996.	22
Cuadro 3.	Dimensiones del área experimental, finca Chacalapa, Esquipulas, Chiquimula.	25
Cuadro 4.	Rendimiento en kilogramos por hectárea de elote fresco de maíz dulce ( <i>Zea mays</i> L. variedad <i>rugosa</i> ) que no presenta daños causados por <i>H. zea</i> (Boddie), Esquipulas, Chiquimula, 1996.	32
Cuadro 5.	Análisis de Varianza para el rendimiento en kilogramos por hectárea de elote fresco de maíz dulce sin daños causados por larvas de <i>H. zea</i> (Boddie), Esquipulas, Chiquimula, 1996.	33
Cuadro 6.	Prueba de Tukey para los rendimientos en kilogramos por hectárea de maíz dulce	33
Cuadro 7.	Larvas vivas de <i>H. zea</i> (Boddie) presentes en los elotes de cada parcela neta de maíz dulce, al momento de la cosecha, Esquipulas, Chiquimula, 1996.	34
Cuadro 8.	Análisis de Varianza para el número de larvas vivas de <i>H. zea</i> (Boddie) presentes en las parcelas netas de maíz dulce al momento de la cosecha.	35
Cuadro 9.	Prueba de Tukey para el número de larvas vivas presentes en los tratamientos al momento de la cosecha	36
Cuadro 10.	Análisis de Dominancia para los insecticidas utilizados en el control de <i>H. zea</i> (Boddie) en el cultivo de maíz dulce, Esquipulas, Chiquimula, 1996.	38
Cuadro 11.	Tasas Marginales de Retorno para las condiciones no dominadas en relación a los tratamientos para el control del <i>H. zea</i> (Boddie) en maíz dulce, Esquipulas, Chiquimula, 1996.	39
Cuadro 12.A	Rendimiento en kilogramos por parcela neta de elote fresco de maíz dulce que no presenta daños causados por <i>H. zea</i> (Boddie), Esquipulas, Chiquimula, 1996.	50
Cuadro 13.A	Larvas vivas de <i>H. zea</i> (Boddie) presentes en los elotes de cada parcela neta de maíz dulce al momento de la cosecha, Esquipulas, Chiquimula, 1996.	50
Cuadro 14.A	Presupuestos parciales para el control de <i>H. zea</i> (Boddie) en maíz dulce, Esquipulas, Chiquimula, 1996.	51
Cuadro 15.A	Boleta de encuesta dirigida a productores de maíz dulce en Esquipulas, Chiquimula, 1996.	52



**INDICE DE FIGURAS**

		<b>Página</b>
Figura 1.	Rendimiento en kilogramos por parcela neta de maíz dulce y número de larvas vivas de <i>Heliothis zea</i> (Boddie) por parcela neta.	37
Figura 2.A	Dimensiones del área experimental.	46
Figura 3.A	Etapas de desarrollo del <i>H. zea</i> (Boddie)	47
Figura 4.A	Mapa de ubicación geográfica del área experimental, Finca Chacalapa, Esquipulas, Chiquimula.	48
Figura 5.A	Mapa de ubicación geográfica del municipio de Esquipulas, Chiquimula.	49

v

EVALUACION DE SEIS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO ELOTERO, *Heliothis zea* (Boddie), EN EL CULTIVO DE MAIZ DULCE (*Zea mays* L. variedad *rugosa*), EN LA EPOCA DE SIEMBRA DE SEGUNDA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

TEST OF SIX INSECTICIDES TO THE CONTROL OF THE ELOTERO WORN, *Heliothis zea* (Boddie), IN THE CULTIVATION OF SWEET CORN (*Zea mays* L. variedad *rugosa*), IN THE SECOND SOWIN'S EPOCH, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

**RESUMEN**

En Esquipulas, Chiquimula, el cultivo de maíz dulce ha tomado mucha importancia, debido a su alta rentabilidad. El área cultiva está al rededor de las 140 ha/año y los agricultores prefieren entre otros al híbrido conocido como "GSS 4642", por su aceptable rendimiento y tolerancia a enfermedades. El rendimiento oscila alrededor de los 16,000 kg/ha (350 quintales) y en su mayoría, la producción está destinada al mercado de enlatados que alimentos Kern's maneja dentro del país. Los costos de producción sobrepasan los Q.8,500.00/ha.

El maíz dulce tiene la cualidad de poseer mayores cantidades de carbohidratos en el elote durante su desarrollo, que el maíz corriente. Debido a esto, existe mayor atracción y más incidencia de la larva del *Heliothis zea* (Boddie) en los campos de cultivo. Esta plaga ocasiona serios problemas, ya que los rendimientos se ven reducidos hasta en un 60%, debido a daños físicos ocasionados a los elotes y a la presencia de larvas en éstos, lo que perjudica la comercialización para consumo en fresco o enlatado.

Este problema se agudiza cuando los agricultores realizan control sobre la plaga, debido a que utilizan plaguicidas químicos, existiendo el uso de productos sin registro del Departamento de Protección

Ambiental de los Estados Unidos (EPA), y por lo general, no toman en cuenta el período de carencia de éstos.

Con el propósito de contrarrestar el problema antes expuesto, se evaluó seis insecticidas en el control de la plaga, donde se incluyeron dos biológicos, dos piretroides y dos carbamatos. Al determinar la presencia de la plaga dentro del cultivo, se procedió a aplicar los plaguicidas, en forma asperjada durante la etapa de polinización e inyectada durante el desarrollo del elote. Además, se contó con un tratamiento testigo, donde no se efectuó ningún tipo de control de la plaga. Para analizar estadísticamente los resultados, los tratamientos se ordenaron en un diseño Completamente al Azar. Las variables de respuesta que se tomaron en cuenta fueron: el rendimiento en kg/ha de elote fresco, el número de larvas vivas presentes en los elotes al momento de la cosecha y los costos variables/ha. El experimento se manejó tomando en cuenta la tecnología empleada para la producción de maíz dulce en Esquipulas.

Al final del estudio, se determinó que desde el punto de vista entomológico, existe igual respuesta en el control del *Heliothis zea* (Boddie), utilizando productos biológicos y químicos. Además, no existe diferencia entre las medias de rendimiento de elote fresco en kg/ha, según Prueba de Tukey, y el mejor tratamiento desde el punto de vista económico fue el Thiodicarb. Entonces, para contrarrestar los daños causados por *H. zea* (Boddie), en maíz dulce, se recomienda utilizar plaguicidas formulados a base de Thiodicarb, tomando en cuenta su período de carencia.

## 1. INTRODUCCION

En Esquipulas, Chiquimula, como en el resto del país, existe un incremento continuo en los diferentes factores adversos que afectan los procesos productivos en los campos de cultivo. Los daños causados por plagas y enfermedades se complementan con las variaciones climáticas muy marcadas que ha menudo se presentan, para ocasionar serios daños en las plantaciones, dando como resultado pérdidas económicas para los agricultores.

El cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. *variedad rugosa*) en el municipio de Esquipulas, Chiquimula, es relativamente nuevo, debido a que se viene realizando en varias comunidades desde el año 1992. Hasta la fecha el mayor problema que se ha presentado es la plaga conocida como "gusano del maíz dulce" *Heliothis zea* (Boddie), el cual reduce considerablemente los rendimientos. Las larvas ocasiona daños directos en el fruto del maíz (elote) logrando con esto el rechazo del producto debido a las diferentes normas de calidad con que se manejan tanto los mercados en fresco como de enlatados en el país.

En la temporada de siembra del año 1995, según resultados de la encuesta preliminar (cuadro 15.A), se cultivó un total de 140 ha, bajo contrato entre los agricultores y la empresa Kern de Guatemala, destinando la producción al mercado de enlatados que dicha compañía maneja. El rendimiento aproximado por hectárea está alrededor de los 16,000 kg (aproximadamente 350 quintales). La temporada de cultivo para el mercado de enlatados es de mayo a agosto y para el consumo en fresco durante todo el año. Los agricultores para resolver el problema de plagas, recurren a la solución más rápida, que es la aplicación no controlada de plaguicidas piretroides como: Deltametrina y Cipermetrina; y carbamatos como: Metomil y Thiodicarb. Esto da como resultado la contaminación del producto final con residuos de agroquímicos nocivos para la salud humana. Además, para 1996 los costos de producción se incrementan, ya que el control de la plaga alcanza un costo aproximado de Q.1,700.00/ha (según encuesta, cuadro 15.A), incluyendo los plaguicidas y la mano de obra para su aplicación. Los costos de producción oscilan alrededor de los Q.8,500.00/ha y el control de la larva del elotero corresponde al 20% del total.

Con el propósito de contrarrestar el problema antes expuesto, se investigó el efecto de seis plaguicidas, con la modalidad de aplicación dentro del fruto o elote, en el control del gusano del maíz dulce. Dentro de los plaguicidas que se utilizaron se encuentran incluidos dos biológicos, dos piretroides y dos carbamatos. Además, se determinó el tratamiento más efectivo desde el punto de vista económico. Los plaguicidas se aplicaron solos, directamente a los elotes en forma asperjada e inoculada en el área de ataque de la plaga.

Se utilizó el diseño experimental de Completamente al Azar, evaluando siete tratamientos con un total de 3 repeticiones. Las variables medidas fueron: rendimiento en kg de elote fresco/ha, número de larvas vivas en los diferentes tratamientos y costos variables de producción/ha, determinando así los insecticidas más eficientes en el control de la larva del elotero. La duración del experimento fue de 83 días, ya que este es el período de tiempo que se llevó el maíz dulce desde la siembra el 15 de octubre de 1996 hasta la cosecha del elote fresco el 05 de enero de 1997.

Los resultados indicaron que no existe diferencia estadísticamente hablando entre los tratamientos. Desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento fue donde se utilizó Thiodicarb, ya que presentó una tasa de retorno marginal alta y un bajo costo variable

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la zona de Esquipulas, Chiquimula, el cultivo de maíz dulce ha tomado mucha importancia en los últimos años, debido a que la rentabilidad en condiciones normales (ver encuesta, cuadro 15.A) sobrepasa el 80%. El área cultivada con maíz dulce en Esquipulas es significativa (alrededor de 140 ha/año) y los agricultores prefieren usar el híbrido conocido como "GSS 4642", por su aceptable rendimiento y tolerancia a enfermedades.

El maíz dulce tiene la característica de poseer mayores cantidades de carbohidratos que el maíz corriente en el elote durante su desarrollo, lo cual lo hace más atractivo para las plagas. Debido a ello, existe mayor atracción y más incidencia de la larva del *Heliothis zea* (Boddie) en los campos de cultivo.

El principal problema que se ha presentado hasta el momento dentro de los campos de cultivo, es el daño ocasionado por la larva de la plaga antes mencionada. En la zona, este daño es significativo ya que los rendimientos se ven reducidos hasta en un 60%, según la encuesta hecha a productores (cuadro 15.A). Esto se debe a los daños físicos ocasionados a los frutos del maíz en desarrollo llamados elotes. Además la presencia de larvas en éstos perjudica la comercialización para consumo en fresco o enlatado.

Este problema se agudiza cuando los agricultores pretenden hacer un control sobre la plaga, debido a que recurren a la utilización de plaguicidas químicos, logrando así en algunos casos, la disminución del ataque de la plaga. A la vez se aumenta la concentración de plaguicidas en los elotes, existe uso de productos químicos sin registro del Departamento de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y no se toma en cuenta el período de carencia (período de espera entre la última aplicación y la cosecha) de los mismos, perjudicando a los consumidores finales e incrementando más los costos de producción.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. EL MAIZ DULCE (*Zea mays L. variedad rugosa*)

Este cultivo se usa como verdura enlatada o congelada en la mayor parte del mundo y como verdura fresca de mercado o de huerta en regiones que favorecen su cultivo. La principal región productora de maíz dulce es la mitad Norte de Estados Unidos y el sur de Canadá. Existen varias razones para esta restringida distribución. El período durante el cual los granos de maíz dulce permanecen dulces después de cosecharlos es muy corto. Los azúcares se convierten rápidamente en almidón con las temperaturas más elevadas del Sur. La larva del elotero es menos perjudicial al maíz dulce en Latitudes con temperaturas invernales bajas, las cuales impiden que las larvas pupen en invierno. El marchitamiento bacteriano o enfermedad de Stewart (*Erwinia stewartii*), es particularmente severo en el Sur. En general, el maíz dulce es bastante susceptible a la sequía y a las enfermedades producidas por hongos (7).

Otros estados del Sur de los Estados Unidos como Florida, se están convirtiendo rápidamente en centros de producción de maíz dulce de mercado para ser consumido en el Norte en invierno y primavera. Existen tres razones principales para el notable crecimiento de esta industria: el desarrollo de nuevos híbridos adaptados para el cultivo en regiones donde las condiciones no son muy adecuadas; la disponibilidad y el amplio uso práctico de nuevos insecticidas y fungicidas efectivos para el control de la larva del elotero y de los tizones de las hojas; por último, el desarrollo de mejores materiales de empaque y transporte, así como de equipo y de métodos superiores (7).

Los tipos deseables de maíz dulce para alimento enlatado o congelado comprende varias características importantes, las cuales incluyen granos profundos, amarillos o blancos, buena producción, alta calidad y uniformidad extrema de la planta y la mazorca. Esta uniformidad comprende la textura y la consistencia de los granos y la forma y el tamaño de las mazorcas. El maíz dulce se puede enlatar de dos formas: en grano entero y en tipo crema. El enlatado del grano entero requiere de granos con 72 a 75% de

humedad y mazorcas uniformes con granos tiernos y de buen sabor, siendo estas últimas consideraciones importantes para la congelación comercial y doméstica del maíz dulce (7).

El productor de maíz dulce para mercado necesita híbridos con la mismas características del maíz dulce para enlatado o congelado, excepto en que es deseable tener tipos cuya madurez no sea uniforme, con el fin de que el cultivo pueda usarse durante un periodo más prolongado. Debe darse consideración especial a la dulzura, a lo tierno del pericarpio (membrana que cubre los granos del maíz), a la consistencia o textura del contenido de los granos, y a la madurez. La dulzura no es tan importante en el caso del maíz dulce enlatado o congelado, ya que puede agregarse azúcar en su procesamiento. Actualmente la mayor parte del maíz dulce cultivado son híbridos de cruza simple, los cuales proporcionan uniformidad en la textura y en la consistencia de los granos. La forma y el tamaño deseable de las mazorcas han revolucionado la maquinaria y los métodos de manejo en la industria enlatadora (7).

En el cuadro 1, damos a conocer los contenidos de azúcar en los diferentes tipos de maíz dulce, según el catálogo de semillas Rogers NK (11).

**Cuadro 1.** Niveles de azúcar según el tipo de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*).

Tipo de Maíz Dulce	Porcentaje de Azúcar (peso seco)
- su (Gene "sugary" estándar)	5 - 12
- se hetero (Gene "sugar enhanced")	7 - 15
- se homo (Gene "sugar enhanced")	12 - 20
- sh2 (Gene "shrunk" superdulce)	22 - 40

Los granos de maíz dulce difieren en su composición genética de los granos del maíz dentado sólo por un gene recesivo, el cual impide la conversión de una parte del azúcar en almidón. El grano tiene una apariencia transparente y córnea y es rugoso cuando está seco (7).



### 3.1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL *Heliothis zea* (Boddie)

#### 3.1.2.1. IMPORTANCIA Y TIPO DE DAÑO

La larva o gusano del maíz dulce pertenece al género *Heliothis*, de la Familia Noctuidae del Orden Lepidóptera. Este insecto se ha considerado como la plaga de mayor importancia en el cultivo de maíz dulce en todos los lugares donde se cultiva. El maíz atacado por esta larva, mostrará los elotes con masas de excremento húmedo en su extremo, y los granos, especialmente los de la punta, comidos hasta el olote por larvas grandes, de color café a verdoso, rayados, los cuales miden casi 5.0 cm de largo cuando están bien desarrollados (9). Según Metcalf y Flint (9) cuando el ataque de esta plaga en los campos cultivados es elevado, se considera que del 70 al 98% de los elotes del maíz de campo son atacados, y tanto como el 5 al 7% de los granos de maíz de campo y el 10 al 15% del maíz dulce para enlatar pueden ser consumidos. Además, pueden ser llevadas enfermedades hacia el interior de las hojas que cubren el elote. La presencia de larvas en los granos de mazorcas tiernas es repulsiva para los consumidores y muy problemática para los envasadores comerciales.

La larva de *H. zea* (Boddie) es una plaga que ocasiona serias pérdidas en maíz de campo y maíz dulce, en los Estados Unidos de Norteamérica se estima que existen pérdidas desde los 75 hasta los 140 millones de dólares anualmente (10).

Estas larvas varían en su color, desde el verde claro o rosado hasta el café y casi negro y son más claras en la parte ventral. Se encuentran marcados con líneas alternas claras y oscuras que corren longitudinalmente sobre el cuerpo. Estas rayas no siempre son las mismas en los diferentes individuos, pero hay generalmente una línea oscura doble media dorsal, a todo lo largo del cuerpo. Su cabeza es amarilla y sin manchas y las patas son oscuras o casi negras. El integumento o piel del insecto es un poco áspera, y vista a través de una lupa, muestra pequeñas proyecciones en forma de espinas (9).

Las larvas producen daño al maíz cuando se alimentan en la punta del elote, devorando los granos y estropeándolos con el excremento; ocasionalmente destruyen los pistilos o pelos del elote antes de haber

sido polinizados. Es poco frecuente que las larvas perforen la mazorca o las panojas como lo hace el barrenador europeo del maíz, el cual penetra por el canal de maduración. Debido al ataque de hongos después de alimentarse las larvas, las pérdidas secundarias a menudo son grandes (4).

### 3.1.2.2. PLANTAS ATACADAS Y DISTRIBUCION

Las larvas de *H. zea* (Boddie) son nativas de Norte América y se encuentra difundido donde quiera que se cultive maíz. Las pérdidas causadas por esta plaga han sido significativas en el Sur de los Estados Unidos de Norteamérica, donde ocasiona también daños a otros cultivos (10).

Esta plaga es cosmopolita y se considera uno de los seis insectos más destructores del maíz, especialmente el maíz dulce. La distribución de este insecto es casi idéntica a la del maíz, aunque en la regiones más septentrionales de dicho cultivo el insecto suele ser muy raro. Existe una elevada mortalidad invernal de la plaga a Latitudes mayores de los 39°N, por lo cual no reside permanentemente en toda su zona de acción sino que emigra desde el Sur y cada año vuelve para infestar las áreas del Norte (4).

De acuerdo a Metcalf y Flint (9) la larva del elotero es de alimentación muy general, atacando a muchas plantas cultivadas y hierbas. Ocasiona serios daños en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.), lo mismo que en el maíz, por lo que ha recibido los nombres de gusano de la yema del tabaco, gusano del fruto del tomate y gusano bellotero del algodono.

Entre las plantas que sirven de hospedero para el gusano elotero se encuentran todas las especies de frijol (*Phaseolus spp.*), alfalfa (*Medicago sativa* L.), trébol (*Trifolium spp.*), arveja (*Vicia spp.*), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), pimienta (*Pimenta spp.*), lechuga (*Lactuca spp.*) y maní (*Arachis hypogaea* L.). Algunas malezas son las hospedantes a principios de la primavera (4).

### 3.1.2.3. CICLO DE VIDA, APARIENCIA Y HABITOS

La fase adulta de la larva de *H. zea* (Boddie) es una palomilla que tiene una expansión de alas de más o menos 3.75 cm. Varían en color, por lo general tienen las alas delanteras café grisáceo claro, marcado con líneas irregulares gris oscuro y con una área oscura cerca de la punta del ala. Las líneas irregulares a veces tienen tonos de color verde olivo. Las alas posteriores son blancas con algunas manchas o marcas oscuras irregulares. Las palomillas vuelan durante los días tibios nublados, pero principalmente al atardecer. Se alimentan del néctar de muchas flores y durante las tardes tibias depositan sus huevos en las plantas en las cuales las larvas se alimentan. Cada adulto puede poner de 500 hasta 3,000 huevos, con un promedio probable de más de 1,000 huevos. Estos huevos son puestos aisladamente y tienen forma semiesférica con surcos a lo largo de sus lados, pareciéndose mucho a un diminuto erizo de mar. Son amarillentos, más o menos de la mitad del tamaño de la cabeza de un alfiler común. Las generaciones tempranas se alimentan en la parte tierna de las hojas de las plantas jóvenes de maíz (*Zea mays L.*) y en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) algodónero (*Gossypium hirsutum L.*), tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y leguminosas. Los cabellos del elote nuevo, constituyen uno de los lugares favoritos para la oviposición de las palomillas de las últimas generaciones. El periodo de incubación de los huevos es de 2 a 10 días, y las larvas se alimentan al principio de las hojas, o directamente de los cabellos del elote. Se alimentan de éstos hasta que se secan y posteriormente de los granos en la punta del elote por 2 a 4 semanas, mudando 5 veces. Cuando las larvas alcanzan su pleno desarrollo, caminan hacia abajo del tallo o se dejan caer al suelo, en el cual forman túneles y excavan una pequeña celda de pared tersa, comúnmente de 7.5 a 12.5 cm. de profundidad, donde pupan, emergiendo como palomillas de nuevo después de otro período de 10 a 25 días, aunque este período puede ser prolongado durante el tiempo de frío. Las larvas no siempre permanecen en el primer elote en el que se han introducido, sino que frecuentemente van de uno a otro. Son de hábitos caníbales y generalmente es encontrado sólo una larva completamente desarrollado en cada elote. Hay de 2 a 3 generaciones de este insecto cada año, dependiendo de la Latitud (9). El desarrollo de huevo hasta adulto necesita aproximadamente 30 días a mediados de verano y períodos mayores a principios de primavera o finales de otoño, en la parte Sur de los Estados Unidos. En regiones más al Norte suelen producirse dos generaciones al año, y hasta cinco o seis en el extremo Sur (4).

#### 3.1.2.4. MEDIDAS DE CONTROL

Según Metcalf y Flint (9) no se han desarrollado medidas prácticas de control de la larva del elotero, en el maíz de campo. Anteriormente se realizaban aplicaciones directas a los elotes con productos químicos con elevada residualidad, lo cual causaba daño tanto a los consumidores del producto final como también a los animales que se alimentaban con el forraje obtenido. Las piretrinas aplicadas al 0.2% como el tratamiento individual a los elotes, y como una aspersion, es menos efectiva, pero deja un residuo menos perjudicial.

La época de siembra tendrá un marcado efecto sobre el daño por este insecto, pero no siempre será el mismo en áreas diferentes; o sea que en algunos años el maíz de siembra temprana será dañado, mientras que la mayoría de los años el maíz más tardío sufrirá el mayor daño. Como se mencionó anteriormente, las palomillas prefieren poner sus huevos en los cabellos del elote fresco, de tal manera, que el maíz que presenta los cabellos antes o después de la mayor abundancia de las palomillas, escapará grandemente a la infestación (4).

Prácticas de arado pueden perturbar al estado pupal sobreinvernante, lo cual es de mucha importancia en la reducción de las cantidades de palomillas, en áreas donde el insecto invierna en su estado pupal. También, la siembra de variedades resistentes de maíz para elote reducirá grandemente el daño causado por dicha plaga (4).

El control natural está influenciado por el canibalismo de la larva, el parásito de huevos *Trichogramma minutum* Riley, los parásitos de larvas *Archytas spp.* y *Winthemia quadripustulata* Fabr., la chinche depredadora *Orius tristicolor* White, el braconido *Microplitis croceipes* Cresson, el calcídido *Brachymeria ovata* Say, un virus, varios pájaros y otros insectos depredadores. El protozoario *Nosema spp.* y los hongos *Sorospora spp.* y *Nomuraea spp.* han destruido muchas larvas y pupas, especialmente en suelos ricos en humus. Además, la infestación se puede reducir con el recorte de los pelos de los elotes, incluyendo una porción de casi una pulgada de la punta del elote, después de la polinización. Estos fragmentos deben retirarse posteriormente del campo de cultivo (4).

En el control de la larva de *H. zea* (Boddie) en maíz de campo, no es muy frecuente el uso de agroquímicos, pero en maíz dulce son muy usados. Por lo general se aplican los plaguicidas en maíz dulce un día después de que el 7 a 10% de los elotes están en maduración, dirigidos a los pelos, repitiendo a intervalos de dos a tres días (4).

### **3.1.3. GENERALIDADES DE LOS GRUPOS DE PLAGUICIDAS UTILIZADOS**

#### **3.1.3.1. PLAGUICIDAS BIOLÓGICOS**

En la constante lucha contra las plagas insectiles mediante el uso de bacterias, virus, etc., debiera ser adscrita al tipo de "lucha biológica", pero también puede ser considerada como una "lucha plaguicida" empleando insecticidas biológicos, cuyos métodos de aplicación son iguales a los usados con los plaguicidas químicos (pulverización, espolvoreo, cebos, gránulos, etc.). La acción de distintas bacterias sobre insectos, produciendo en ellos enfermedades, es conocida hace mucho tiempo, pero a pesar de los varios casos conocidos, solamente uno de ellos ha alcanzado cierta importancia en los tratamientos normales y este es el *Bacillus thuringiensis* Berliner (3).

Este bacilo ataca especialmente a las larvas de varios lepidópteros y posee una serie de variedades, estirpes, razas y cepas que hacen un tanto confuso su estudio ya que todos ellos están dotados de acción patógena sobre insectos y están estrechamente relacionados entre sí. Cuando Berliner en 1915 descubrió el *B. thuringiensis*, señaló la inclusión en el mismo de un cuerpo cristalino, el cual fue redescubierto por Hannay en 1953, puntualizando que tales cristales eran solubles en soluciones alcalinas y que estaban relacionadas con el carácter patógeno del bacilo. En 1956, fue demostrado por Angus que este cristal era una proteína-cristal que representa un tercio del peso seco del bacilo y constituye una toxina y puede ser ella sola, la responsable de la muerte de algunos insectos, aunque en la mayoría de los casos no basta su sola presencia y se requiere la acción conjunta bacilo más cristal para conseguir un resultado efectivo (3).

El *B. thuringiensis* Berliner, como muchas otras bacterias, tiene la propiedad de formar esporas si las condiciones ambientales no son propicias para su reproducción y desarrollo; estas esporas pueden conservar su vitalidad durante años, pero se multiplican cuando encuentran el medio favorable que el insecto les ofrece. La producción industrial de estas esporas es factible usando medios de cultivo adecuados, luego se separan y secan las esporas y constituyen un polvo blanquecino, apto para formular polvos mojables o para espolvoreo, también suspensiones líquidas estabilizadas (3).

La acción preferente del bacilo es sobre larvas de lepidópteros, en las que provoca una parálisis intestinal una vez ingerida la bacteria; esta ingestión es condición imprescindible para su efecto. Luego las larvas dejan de alimentarse y pueden morir bien por toxemia o por septicemia, o bien por inanición. La proteína-cristal contiene toxinas que pueden causar la muerte de ciertas larvas, pero a su lado se encuentran otras toxinas, además la sola proliferación de la bacteria puede ser causa de muerte. La toxicidad del bacilo sobre vertebrados es prácticamente nula, lo cual hace que se le considere como uno de los insecticidas más seguros, autorizándose su empleo hasta inmediatamente antes de la cosecha. Los efectos en predadores son también mínimos, pues como se ha dicho su actividad se limita primordialmente a ciertos lepidópteros (3).

Otro método de lucha biológica es el uso de determinados virus del tipo poliedrosis, de los que se conoce bien claramente la existencia de varios que atacan a diversas plagas. Desde 1888 se conoce una enfermedad en la larva de la alfalfa y en 1935 se descubrió que era debido a una virosis poliedral, confirmándose este hallazgo por Steinhaus en 1945. Otras virosis han sido comprobadas en *Trichoplusia ni* (Hübner) y se han estudiado también las ocurrientes en procesionaria del pino que en algún caso han contribuido a disminuir considerablemente y de modo natural sus poblaciones (3).

### 3.1.3.2. PLAGUICIDAS PIRETROIDES

Entre los derivados vegetales con características insecticidas el piretro es uno de los más usados, como plaguicida doméstico y agrícola. Las especies que producen piretrinas (bajo este nombre se engloban distintos principios activos relacionados entre sí por su constitución química), pertenecen a la familia de las compuestas. El *Chrysanthemum spp.* y otros afines, se consideran actualmente como las principales plantas

productoras de piretrinas, aunque sólo el primero ha quedado como gran productor. De esta planta se obtiene el extracto de piretro cuyo valor reside en el contenido de piretrinas (3).

Este grupo de compuestos ha recibido mucha atención debido a su baja toxicidad en mamíferos y nula acumulación en el ambiente. Debido a la inestabilidad del piretro en el medio ambiente, en 1945 se sintetizó el primero de los piretroides sintéticos, llamado retronela 2, el cual no presentó suficiente estabilidad para usos agrícolas. Con el objeto de mejorar la estabilidad de la retronela, se sintetizó la aletrina 3, que es el primer piretroide sintético de importancia. Con el fin de mejorar la estabilidad de estos compuestos, se realizaron diferentes modificaciones químicas, dando como resultado la formación de la resmetrina, seguidamente la fenotrina 4, la fenotrina 5, la permetrina (mayor actividad insecticida que la fenotrina y más estable en la superficie de las hojas, no aumentando su toxicidad en mamíferos), la cipermetrina 7 (más activa como insecticida y un poco más tóxica para mamíferos que la permetrina) y por último la decametrina 8, que es similar a la cipermetrina y es considerada como el insecticida lipófilo más tóxico que se ha sintetizado. El último avance en el desarrollo de estos compuestos ha sido la síntesis de moléculas que han perdido la mayoría de las estructuras químicas características de los piretroides. Como un ejemplo de estos compuestos tenemos al fenvalerato 9, el cual a pesar de tener bloqueados teóricamente todos los lugares de ataque metabólico no resulta tan tóxico como otros piretroides (8).

Los piretroides, al igual que con otros insecticidas, la toxicidad está relacionada negativamente con la temperatura; lo que significa que dentro de los límites normales de fluctuación de temperatura, la toxicidad de los piretroides es mayor cuando existe menor temperatura. A pesar de su aparente fotoestabilidad, los piretroides aún pueden ser degradados por la luz, por lo cual es preferible aplicarlos en condiciones de menor luminosidad solar, para obtener mayor tiempo de actividad del insecticida (8).

### 3.1.3.3. PLAGUICIDAS CARBAMICOS

En el campo de los plaguicidas, el grupo de los carbamatos presenta un gran interés por su gran actividad biológica. Todos los productos carbámicos se derivan del ácido carbámico y vienen siendo estudiados desde hace mucho tiempo. Los derivados carbámicos se usan como herbicidas (bajo la forma

carbamato o tiolcarbamato), como fungicidas (especialmente ditiocarbamatos) y como plaguicidas. La síntesis de una variada serie de carbamatos originó el desarrollo de plaguicidas dotados de un buen espectro de acción y gran efectividad. Cuando se tiene en cuenta la actividad de los carbamatos, sorprende el hecho de que compuestos de carácter análogo se comporten unas veces como herbicidas carentes de acción plaguicida, y otras veces como plaguicidas sin fitotoxicidad alguna. Los plaguicidas carbámicos se distinguen por su carácter de selectividad, ya que pequeñas modificaciones en su estructura hacen que el producto sea activo contra unas especies de insectos y no sobre otras. Dentro del espectro general de acción y considerando solamente los productos verdaderamente activos, existen unos que tienen acción sobre mosca doméstica, otros contra pulgones, otros contra cochinillas, y ello comprueba la selectividad de los derivados carbámicos, propiedad que es inherente a los mismos. Otra característica a tomar en cuenta es la falta de correlación que existe entre la actividad insecticida sobre diversos grupos y la toxicidad sobre mamíferos (3).

Los carbamatos ejercen su acción por iguales caminos que los insecticidas fosfóricos, o sea por inhibición de la colinesterasa. Son sensibles a la hidrólisis alcalina, por lo que no deben mezclarse con productos de reacción alcalina, pues podría perderse total o parcialmente su efectividad. Algunos son también sensibles a la hidrólisis ácida, aunque en este caso la degradación es mucho más lenta. Ciertos carbamatos son afectados por las radiaciones solares, degradándose y produciendo derivados que siguen teniendo una buena acción anticolinesterasa. Se han realizado estudios sobre la existencia de residuos y en general puede admitirse que con los plazos normales de utilización de los tratamientos, no existen riesgos tóxicos derivados del uso de los carbamatos corrientes usados y de toxicidad mediana (3).

#### **3.1.4. PLAGUICIDAS RECOMENDADOS EN MAIZ**

Los plaguicidas recomendados en el Vademecum de Productos Fitosanitarios y Nutricionales 1997 (5), para el cultivo de maíz en general, son los siguientes: Bifentrin, Cipermetrin, Clorpirifos, Deltametrin, Esfenvalerato, Etiofencarb, Fenitotrin, Fosmel, Foxin, Lambda cihalotrin, Malathion, Metamidofos, Metil clorpirifos, Metil paration, Monocrotofos, Tiodicarb, Triclorfon, Metomil, Fenvalerato, Flucitrinato, Fosalone, Permetrin, Piridafention y Profenofos.



## **3.2. MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL**

El área donde se realizó el experimento se encuentra localizada en la finca conocida con el nombre de "Chacalapa", dentro de la jurisdicción de la cabecera municipal de Esquipulas, en el departamento de Chiquimula, a una distancia de 223 km de la ciudad capital.

#### **3.2.1.1. CLIMA**

La Altitud a la que se encuentra el área donde se realizó el estudio es de 930 msnm. Según información generada por la Estación Tipo "A" del INSIVUMEH en Esquipulas, La temperatura media anual es de 21°C; la precipitación pluvial media anual es de 1,500 mm, distribuidos en 140 días de lluvia al año; la humedad relativa del ambiente se encuentra alrededor del 80% y la evapotranspiración potencial es de 1,500 mm al año (2).

#### **3.2.1.2. ZONA DE VIDA**

Según Holdridge (6) la zona de vida corresponde a un bosque sub-tropical templado, donde el uso apropiado es hacer una agricultura y ganadería intensiva sobre terrenos de suave a moderada pendiente, una producción forestal sobre terrenos de fuerte pendiente y de protección propiamente.

#### **3.2.1.3. SUELOS**

Los suelos de área, según la clasificación de Simmons *et. al.*(14) pertenecen a la clase de Suelos de los Valles no Diferenciados; los cuales incluyen diferentes clases de materiales madre, tipos de suelo y grados de inclinación, con pendientes muy pronunciadas en muchos lugares, aunque gran parte del área se considera plana y puede realizarse una agricultura mecanizada.

### **3.2.2. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VEGETATIVO**

El material vegetativo de maíz dulce que se utilizó en la evaluación, fue un híbrido conocido con el nombre de "GSS 4642", el cual presenta las siguientes ventajas:

- Alto rendimiento de semilla.
- Mazorcas erguidas, con filas de granos bien alineados y refinados.
- Mazorcas de longitud uniforme.
- Plantas de crecimiento adecuado bajo condiciones favorables.
- Tolerancia a enfermedades (12).

Este híbrido es del Tipo Sh2, con una altura de planta de 2.10 m promedio, las mazorcas se encuentran a una altura del suelo de 0.76 m, la longitud de las mismas está alrededor de 0.20 m y el diámetro es de aproximadamente 0.047 m, el número de hileras de granos por mazorca es de 18 ó 20 y el color de los granos es amarillo. Presenta tolerancia a la Roya Norteña de las hojas (*Helminthosporium spp.*), al Carbón o Tizón común o *Puccinia sorghi* (Schw.) y al Marchitamiento Bacteriano o enfermedad de Stewart (*Erwinia spp.*). El uso de esta clase de maíz dulce es directamente para comercializarse en fresco o para industrializado (12).

### 3.2.3. CARACTERISTICAS DE LOS PLAGUICIDAS

Los plaguicidas que se utilizaron fueron seleccionados de acuerdo a los resultados de campo que se han encontrado para combatir dicha plaga al ser aplicados en forma correcta. A continuación se presentan las características principales de cada insecticida a usar:

#### 3.2.3.1. *Bacillus thuringiensis* Berliner variedad *kurstaki*

Es un plaguicida biológico no nativo, que controla más de 150 especies de larvas de Lepidópteros de importancia económica en más de 50 cultivos. Es una solución emulsificable cuya acción es de tipo estomacal que actúa de dos formas, primero provoca una parálisis intestinal causada por los cristales delta endotoxina y posteriormente provoca una septicemia, debido a que inmediatamente después de las roturas de la pared intestinal, las esporas de la bacteria del *Bacillus thuringiensis* Berliner se introducen hacia la cavidad llamada hemocelo, en donde los tejidos son bañados por la sangre del insecto en un sistema circulatorio abierto. Como resultado de esto, el insecto deja de comer y muere. Entre los géneros de

Lepidópteros que controla se encuentran: *Agrotis*, *Alabama*, *Anonis*, *Heliiothis*, *Spodoptera*, *Trichoplusia*, *Ceramidia*, *Sibine*, *Osiphanes*, *Caligo*, *Diatraea*, *Pieris*, *Plutella*, *Mocis*, etc.

- Ingrediente activo: *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *Kurstaki*.
- Nombre comercial: Dipel ES.
- Concentración (I.A.): 3.5 %.
- Potencia por miligramo: 17,600 U.I./ml.
- Dosis: 60 ml/15 lt de agua (1.08 lt/ha)
- Período de carencia: No existe.
- Grupo Toxicológico: 29. MICR. Grupo de los Biológicos o Microbiales (8).

### 3.2.3.2. VPN de *Autographa californica* (Guenée) más VPN de *Spodoptera sunia* (Guenée)

Es un plaguicida biológico nativo, de amplio espectro muy efectivo para el control de larvas de insectos Lepidópteros. Es un polvo mojable que está elaborado a base de una combinación de dos virus de la Poliedrosis nuclear y un fagoestimulante, produciendo un efecto sinérgico altamente letal para las larvas. El modo de acción es por ingestión. En el interior de la larva los cristales liberan viriones que invaden los tejidos susceptibles, dando inicio a la lisis y desintegración de células y tejidos de la larva. Las larvas pequeñas que se infectan con este plaguicida mueren en menos de 3 días y las larvas grandes de 4 a 9 días. Al morir las larvas se tornan flácidas, se derriten y escurren sobre las hojas liberando grandes cantidades de virus, que contagiará a otras larvas. Controla plagas de los géneros: *Spodoptera*, *Trichoplusia*, *Heliiothis*, *Pseudoplusia*, *Autographa*, *Estigmene*, *Plutella*, etc.

- Ingrediente activo: Virus de Poliedrosis Nuclear de *Autographa californica* (Guenée).  
Virus de Poliedrosis Nuclear de *Spodoptera sunia* (Guenée).
- Nombre comercial: VPN ULTRA 1.6 WP.
- Concentración (I.A.): 1.6 %. (VPN *A. californica* 0.8 % y VPN *S. sunia* 0.8 %).
- Dosis: 80.0 gr/15 lt de agua. (1.4 kg/ha).
- Potencia por kilogramo: 12,000 millones de cuerpos poliedricos (1.6 gr I.A.).
- Período de carencia: No existe.
- Grupo Toxicológico: 29. MICR. Grupo de los Biológicos o Microbiales (8).

### 3.2.3.3. DELTAMETRINA

Es un plaguicida formulado como concentrado emulsionable (EC) que se encuentra dentro del grupo de los piretroides sintéticos. Su acción es por contacto e ingestión sobre el sistema nervioso de un gran número de insectos, con buen efecto inicial y residual de amplio espectro de acción y no presenta compatibilidad con productos que contengan azufre o fuerte reacción alcalina. Este plaguicida ejerce control sobre insectos pertenecientes a los géneros: *Heliothis*, *Trichoplusia*, *Alabama*, *Estigmene*, *Prodenia*, *Pectinophora*, *Pseudoplusia*, *Anticarsia*, *Spodoptera*, *Manduca*, *Liriomiza*, *Agrotis*, entre otros. No es fitotóxico (13).

- Ingrediente activo: Deltametrina.
- Nombre químico: (S)-alfa-ciano-m-fenoxibencil(1R,3R)-3-(2,2-dibromovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato.
- Nombre comercial: DECIS EC 2.5.
- Concentración (I.A.): 25 gr de Deltametrina/lt.
- Dosis: 11.25 - 18.75 ml/15 lt de agua. (0.34 lt/ha).
- Periodo de carencia: 1 día.
- Grupo Toxicológico: 21. PIRT. Grupo de los Piretroides (8).

### 3.2.3.4. CIPERMETRINA

Plaguicida de amplio espectro que pertenece al grupo de los piretroides sintéticos, formulado como concentrado emulsionable (CE) que actúa rápidamente y tiene efecto residual prolongado. Actúa por contacto e ingestión y no posee acción sistémica. La Cipermetrina es compatible con la mayoría de los plaguicidas de uso común, excepto con los de reacción alcalina, no es fitotóxico bajo las dosis recomendadas. Es eficaz en el control de plagas correspondientes a los géneros: *Heliothis*, *Pectinophora*, *Bucculatrix*, *Trichoplusia*, *Spodoptera*, *Prodenia*, *Alabama*, *Estigmene* y *Lygus* (13).

- Ingrediente activo: Cipermetrina.
- Nombre químico: (+)-alfa-ciano-3-fenoxibencil(+)-cis, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato.

- Nombre comercial: SHERPA 2.5 EC.
- Concentración (I.A.): 250 gr de Cipermetrina/lit.
- Dosis: 21.0 - 25.5 ml/15 lt de agua. (0.46 lt/ha).
- Periodo de carencia 10 días.
- Grupo Toxicológico: 21. PIRT. Grupo de los Piretroides (8).

### 3.2.3.5. METOMIL

Plaguicida organosintético, formulado como polvo soluble que pertenece al grupo de los carbamatos para el control de una amplia gama de insectos, siendo más efectivo contra las larvas de Lepidópteros y contra los denominados chupadores. El Metomil es compatible con la mayoría de los plaguicidas y fungicidas comunmente usados, excepto con los que forman soluciones altamente alcalinas como el caldo bordelés, o compuestos a base de hierro. No es fitotóxico a las dosis recomendadas. Actúa por contacto digestivo y respiratorio, lo cual lo hace eficaz en el control de una gran variedad de plagas de los géneros: *Heliothis*, *Alabama*, *Trichoplusia*, *Spodoptera*, *Prodenia*, *Bucculatrix*, *Lygus*, *Bemisia*, *Trips*, *Aphis*, *Frankliniella*, *Creontiades*, *Empoasca*, *Contarina*, *Diaphania*, *Diabrotica*, *Liriomyza*, *Epitrix*, etc. (13).

- Ingrediente activo: Metomil.
- Nombre químico: (S)-metil-N-[(metil carbamoil)oxi]tioacetimidato.
- Nombre comercial: LANNATE 90 WP.
- Concentración (I.A.): 900 gr de Methomil/kg.
- Dosis: 7.0 - 10.0 gr/15 lt de agua. (0.2 kg/ha).
- Periodo de carencia: 1 día.
- Grupo Toxicológico: 17. CA-MM. Grupo de los carbamatos alifáticos monometil (8).

### 3.2.3.6. THIODICARB

Es un plaguicida químico sintético carbámico, el cual está formulado como una suspensión concentrada acuosa, que se diluye en agua y se aplica en forma de aspersion. Su acción es ovicida y larvicida, controlando diferentes especies de Lepidópteros. Los mejores resultados para eliminar huevos se obtienen cuando las aplicaciones se hacen sobre huevos recién ovipositados, para el control eficaz de larvas

es necesario aplicarlo cuando éstas se encuentren en sus primeros estados de desarrollo. El Thiodicarb es compatible con sales de metales pesados o con fungicidas como: Mancozeb, Maneb, Zineb, sulfato de cobre y caldo bordelés. No es fitotóxico en los cultivos a las dosis recomendadas. Este plaguicida es eficaz en el control de: *Heliothis*, *Manduca*, *Spodoptera*, *Pseudoplusia* y *Anticarsia* (13).

- Ingrediente activo: Thiodicarb.
- Nombre químico: Dimetil-N,N-tiobis(metilimino)carbonoyloxy-bis-etanimidotiato.
- Nombre comercial: LARVIN 375 SA.
- Concentración (L.A.): 375 gr de Thiodicarb/lit.
- Dosis: 15.0 ml/15 lt de agua. (0.3 lt/ha).
- Periodo de carencia: 14 días.
- Grupo Toxicológico: 20. C-DM. Grupo de los carbamatos dimetilicos (8).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL

Evaluación de seis insecticidas en los cuales se incluyen biológicos y químicos, para el control de la larva de *Heliothis zea* (Boddie), tomando en cuenta el periodo de carencia de éstos con el fin de disminuir su uso en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. *variedad rugosa*), en la época de siembra de segunda.

### 4.2. ESPECIFICOS

- 4.2.1. Evaluar el efecto en el control del gusano de maíz dulce (*Heliothis zea* (Boddie) Lepidóptera: Noctuidae), de diferentes plaguicidas biológicos y químicos.
- 4.2.2. Determinar que tratamiento es económicamente efectivo en el control de la larva del elote fresco en desarrollo.

## 5. HIPOTESIS

Por lo menos un insecticida presenta diferencias significativas en el control de la larva de *Heliothis zea* (Boddie) en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. variedad *rugosa*), en la época de siembra de segunda.



## 6. METODOLOGIA

### 6.1. TRATAMIENTOS EVALUADOS

El número de tratamientos que se utilizó en la evaluación es de siete, en donde se incluyen dos plaguicidas biológicos, dos piretroides y dos carbamatos más un testigo.

La aplicación de los plaguicidas se inició a los 50 días después de la siembra, debido a que ya había comenzado la polinización y los pistilos o cabellos de los elotes estaban expuestos, y es aquí donde los adultos de *Heliothis zea* (Boddie) depositan sus huevos al inicio del ataque.

Cuadro 2. Plaguicidas utilizados en el control de larvas de *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce (*Zea mays* L. variedad *rugosa*), en siembra de segunda, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Trat.	Nombre Comercial	Ingrediente Activo (I.A.)	Grupo del Insecticida	Gramos I.A. por ha.	Dosis/ha.	Periodo de Carencia
1	VPN ULTRA	VPN <i>S. sinia/A. californica</i>	Biológico	2.24 gr	1.4 kg	No existe
2	DIPEL	B.t. var. Kurstaki	Biológico	3.78 gr	1.08 lt	No existe
3	DECIS	Deltametrina	Piretroide	8.50 gr	0.34 lt	1 día
4	SHERPA	Cipermetrina	Piretroide	115.00 gr	0.46 lt	10 días
5	LANNATE	Metomil	Carbamato	180.00 gr	0.20 kg	1 día
6	LARVIN	Thiodicarb	Carbamato	112.50 gr	0.30 lt	14 días
7	TESTIGO	---	---	---	---	---

#### 6.1.1. PLAGUEO

Previo a la aplicación de los plaguicidas se realizó un plagueo todos los días para determinar la presencia de huevos o larvas, revisando los pistilos de los elotes desde el inicio de la polinización. Los tratamientos se iniciaron un día después de haber tenido conocimiento de la presencia de la plaga.

### **6.1.2. FRECUENCIA DE APLICACION**

La aplicación de los tratamientos se inició un día después de detectar la presencia de la plaga y de aquí en adelante, los tratamientos se realizaron cada 5 días tomando en cuenta el periodo aproximado (20 a 25 días) que pasa el insecto como larva (logrando así combatir los diferentes estados larvarios que podrían estar presentes), la residualidad de los insecticidas y el periodo de carencia de los mismos (intervalo entre la última aplicación y la cosecha).

### **6.1.3. APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS**

La presencia de la plaga dentro del cultivo se determinó durante el periodo de polinización.

La primera aplicación de los plaguicidas se realizó en forma asperjada dirigida a los pistilos o cabellos de los elotes, a través de aspersores manuales de un litro de capacidad, ya que la cantidad de mezcla de los plaguicidas para cubrir las tres repeticiones por tratamiento era inferior a un litro. El motivo de hacer la primera aplicación con aspersores es debido a que en esta etapa no se puede inyectar los elotes porque se atrofia la formación de los granos de maíz y además las larvas a un principio se encuentran alimentándose principalmente en los cabellos del elote.

La culminación de la polinización se manifiesta cuando los pistilos o cabellos del elote, se empiezan a secar en sus extremos y el control de la plaga de aquí en adelante se hizo inyectando 0.5 a 1.0 ml de mezcla de cada plaguicida en la punta a los elotes. Para inocular cada elote se utilizó una pistola de llenado automático, que se utiliza para inyectar desparasitante en ganado bovino. La pistola cuenta con graduación para la cantidad de líquido a descargar en cada aplicación que va de 1.0 ml hasta 10.0 ml, además la aguja que se utilizó es la 18 (1.3 cm de largo y 1.6 mm de diámetro). Cada aplicación se realizó de 1 a 3 cm abajo de la punta o ápice del elote. La forma correcta de inyectar la mezcla de cada plaguicida, es logrando que la aguja llegue hasta la parte central de la punta del elote por donde pasan los cabellos y al aplicar la mezcla, ésta tiene que brotar en la punta del elote y luego introducirse al mismo, logrando así la cobertura tanto de huevos o larvas que se encuentren fuera o dentro del elote.

#### 6.1.4. TESTIGO

El Testigo se consideró como un tratamiento, donde no se le efectuó ningún tipo de control de la plaga y los datos se analizaron estadísticamente junto con los demás tratamientos.

### 6.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

La evaluación de los seis plaguicidas para el control de *Heliothis zea* (Boddie), se realizó a través de un diseño Completamente al Azar, en el cual se incluyeron los tratamientos y un testigo con un total de tres repeticiones. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Rendimiento en kg/ha de maíz dulce que no presente daños causados por las larvas de *Heliothis zea* (Boddie).

U = Efecto de la media general sobre el rendimiento de los tratamientos.

$T_i$  = Efecto provocado por los i-esimos tratamientos en el control de las larvas de *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a las i-esimas unidades experimentales.

### 6.3. VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta que se tomaron en cuenta son las siguientes:

6.3.1. Rendimiento en kilogramos por hectáreas de elote fresco de maíz dulce que no presente daños causados por la larva de *Heliothis zea* (Boddie).

6.3.2. Número de larvas vivas de *Heliothis zea* (Boddie) por parcela neta al momento de la cosecha.

### 6.3.3. Costos variables por hectárea para cada uno de los tratamientos empleados en el estudio

Se conoció el número de larvas vivas, a través de un conteo que se hizo abriendo completamente cada elote que presentaba daños causados por la plaga, encontrándose un máximo de 4 larvas de diferentes tamaños por elote en el tratamiento testigo.

### 6.4. DIMENSIONES DEL AREA EXPERIMENTAL

A continuación se presenta las dimensiones del área experimental con un total de 21 unidades experimentales, que se utilizaron para realizar la evaluación.

**Cuadro 3.** Dimensiones del área experimental, finca Chacalapa, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

DESCRIPCION	TOTAL (m <sup>2</sup> )	DIMENSIONES (m)	
		Largo	Ancho
Area Experimental	336.0	28.0	12.0
Area Bruta/Unidad Experimental	16.0	4.0	4.0
Area Neta/Unidad Experimental	9.0	3.0	3.0

Ver Dimensiones del Area Experimental, Figura 2 A.

### 6.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento se manejo tomando como base la tecnología actual empleada para la producción de maíz dulce en la región de Esquipulas, la cual consiste específicamente en preparar en forma mecanizada el suelo, sembrar a mayor densidad de plantas por unidad de área, control de malezas en forma manual y química, fertilización al suelo en bandas con fertilizantes granulados y dirigida a la base o cuello del tallo de cada planta (tronqueado con bombas de mochila) con fertilizantes completos diluidos, fertilización foliar,

control de enfermedades y plagas del follaje y por último el control del gusano elotero a través de asperjar e inyectar plaguicidas a los elotes.

#### **6.5.1. PREPARACION DEL AREA EXPERIMENTAL**

Para tener las mejores condiciones del área al momento de la siembra, se preparó el suelo en forma mecanizada de la siguiente manera:

- En primer lugar un paso del arado haciendo uso de un tractor.
- Posteriormente dos pasadas con la rastra pesada, a una profundidad aproximada de 0.30 m.
- Por último se surqueó dejando un distanciamiento de 1.0 m entre cada surco.

#### **6.5.2. PREPARACION DE LA SEMILLA**

- CANTIDAD DE SEMILLA: 5.7 kg/ha del Híbrido GSS 4642.

Cada kilogramo contiene aproximadamente 10,000 semillas.

- TRATAMIENTO DE LA SEMILLA CONTRA PLAGAS DEL SUELO: Para evitar el ataque de plagas del suelo sobre la semilla, se usó el plaguicida sistémico conocido como SEMEVIN 35 SC (Thiodicarb - carbamato), utilizando la cantidad total de 22.0 ml (La dosis normal es de 150 ml por cada 6.82 kg de semilla) los cuales se mezclaron con 1 kg de la semilla. Posteriormente, la semilla se colocó sobre un nylon en la sombra antes de la siembra para lograr la penetración y secamiento del insecticida en la semilla.

#### **6.5.3. SIEMBRA**

La siembra se hizo en forma manual, dejando un distanciamiento de 0.15 m entre plantas y 1.0 m entre surcos o hileras de plantas, colocando una semilla por postura a una profundidad de 1.5 cm, para lo cual se necesitó 5.7 kg/ha de semilla. La densidad estuvo alrededor de 107 plantas/Parcela bruta, lo que equivale a 66,600 plantas/ha).

#### **6.5.4. DELIMITACION DEL AREA EXPERIMENTAL**

Para lograr un mejor manejo del experimento se delimitó cada tratamiento con sus repeticiones.

Después de que las plantas emergieron, se delimitó las diferentes unidades experimentales para cada tratamiento, además se identificó cada una de éstas. Para realizar lo anterior, se usaron los siguientes materiales:

- Cinta métrica.
- 20 estacas de madera de 0.5 m de longitud.
- 1.0 lb de pita de nylon.
- 21 rótulos de lámina de 0.15 x 0.15 m con su respectiva estaca de 0.50 m de longitud para las unidades experimentales.
- 1 rótulo de madera de 0.40 x 0.30 m para identificar el experimento.

## **6.5.5. FERTILIZACION**

### **6.5.5.1. AL SUELO**

La fertilización al suelo se hizo en bandas a lo largo de los surcos debido al distanciamiento de siembra entre plantas, de la siguiente manera:

- 1era. Fertilización: 4 a 6 días después de la emergencia de las plantas, aplicando 390.10 kg de 15-15-15/ha.
- 2da. Fertilización: 20 días después de la emergencia de las plantas, con 195.0 kg de 15-15-15 y 195.0 kg de 46-0-0 (Urea)/ha.
- 3era. Fertilización: Cuando las plantas empezaron a espigar, aplicando 258.5 kg de Urea/ha.

Además de la fertilización anterior, se aplicó en la base de los tallos de cada planta, Raizal (3.0 kg/ha) más Humitron (0.7 kg/ha) a razón de 3 y 0.5 medidas bayer/bomba de 15 lt de agua (1 medida bayer es igual a 25 cc), a los 3 y 11 días después de la germinación.

### **6.5.5.2. FOLIAR**

La fertilización foliar se inició después de 8 días de germinadas la plantas.

Las aplicaciones se repitieron cada 8 días hasta el inicio de la floración o espigamiento, utilizando la rotación de foliares siguiente:

- a) 50 ml de Zinc (1.0 lt/ha) más 50 ml de CaB (1.0 lt/ha)/15 lt de agua.

Después de 8 días:

- b) 75 ml de 6-18-6 (1.5 lt/ha) más 75 ml de Múltiple (1.5 lt/ha)/15 lt de agua.

Repitiendo cada 8 días, empezando con a y continuando nuevamente con b.

### **6.5.6. CONTROL DE MALEZAS**

La eliminación de las malezas dentro del cultivo, se efectuó manualmente a través de dos limpieas con azadón, de la siguiente forma:

- Primera limpia a los 20 días después de la siembra.
- Segunda limpia a los 15 días después de la primera.

### **6.5.7. CONTROL FITOSANITARIO**

#### **6.5.7.1. CONTROL DE PLAGAS**

De acuerdo a experiencias anteriores, al maíz dulce lo ataca además del gusano elotero, el gusano cogollero (*Spodoptera spp.*) y la gallina ciega (*Phyllophaga spp.*). Debido a que las plántulas de maíz son muy susceptibles al ataque de *Spodoptera spp.*, ya que dicha plaga se alimenta de éstas cortándolas totalmente en la base del tallo, se aplicó el plaguicida y nematicida sistémico conocido como Thimet 10% (Forato), al mismo tiempo de la primera fertilización para incorporarlo al suelo en el aporque, utilizando 15 kg/ha. Por su acción sistémica controló las plagas del follaje y no existió daño causado por el gusano cogollero y gallina ciega.

#### **6.5.7.2. CONTROL DE ENFERMEDADES**

La única enfermedad que se presentó en el área de cultivo fue la Roya del Maíz o *Puccinia sorghi* (Schw.) y para su control se utilizó el fungicida sistémico llamado ALTO 100 SL. (Cyproconazol) aplicando 8.0 ml/15 lt de agua (0.4 lt/ha).

## **6.5.8. RIEGO**

Para culminar adecuadamente el ciclo de cultivo, hubo necesidad de realizar un total de 4 riegos, los cuales se hicieron por gravedad, inundando los surcos para lograr una mejor penetración del agua al suelo. Estos riegos se hicieron cada 8 días en la etapa final del cultivo.

## **6.5.9. COSECHA**

La cosecha se realizó a los 84 días después de la siembra. Para conocer la madurez adecuada de los elotes para ser cosechados, se realizó muestreos diariamente hasta que los granos presentaron un color amarillo intenso y ya no estaban en su estado lechoso. La recolección de los elotes se hizo en forma manual y para obtener los datos de campo de las variables a medir, se realizaron los siguientes pasos:

- 10.- Se delimitó cada parcela neta dentro de las parcelas brutas.
- 20.- Se recolectaron los elotes agrupándolos por parcela neta de cada repetición de los tratamientos.
- 30.- Después de la cosecha, se seleccionaron los elotes que no presentaban daños, pesándolos posteriormente para conocer el rendimiento en kilogramos por parcela neta de maíz dulce por tratamiento, extrapolar los datos a kg/ha para ser analizados estadísticamente.
- 40.- Los elotes dañados se abricaron completamente y se procedió a contar las larvas vivas presentes en cada parcela neta por tratamiento.
- 50.- Teniendo ya los datos de campo, se realizó el análisis estadístico correspondiente, para conocer el tratamiento o tratamientos que presentaron mejores resultados en el control del gusano clotero en maíz dulce.

## **6.6. ANALISIS DE LA INFORMACION**

### **6.6.1. ANALISIS ESTADISTICO**

Después de obtener los datos de campo provenientes de las parcelas netas de cada tratamiento, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) correspondiente al diseño de completamente al azar, para el rendimiento y para el número de larvas vivas. Debido a que existió diferencias significativas entre



los tratamientos de ambos análisis, se realizó una comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey, y se determinó el tratamiento o tratamientos que presentaron mejores resultados en el control del gusano elotero y presencia de larvas vivas en maíz dulce.

#### **6.6.2. ANALISIS ECONOMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL**

Con el fin de conocer cuál de los tratamientos fue el mejor desde el punto de vista económico, en el control de las larvas de *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce, se procedió a efectuar un Análisis de Presupuesto parcial y determinar la Tasa Marginal de Retorno (TMR). Esta prueba consiste en evaluar las tasas de retorno que se obtienen cuando incrementamos nuestra inversión debido a que pasamos de un tratamiento de bajo costo a otro de mayor costo. Es una prueba de "presupuestos parciales", ya que no se tomaron en cuenta todos los costos de producción sino solo aquellos que varían en función de los tratamientos evaluados. Para esta prueba si se utilizaron los ingresos totales ya que se supone que el incremento de éstos es debido a las alternativas evaluadas, ya que los demás factores de la producción se mantienen constantes (15).

Este análisis económico está propuesto por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como alternativa de recomendación económica para agricultores productores de estos granos básicos (15). Los pasos que se siguieron en este análisis económico son los siguientes:

##### **- ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL**

Para realizar los Presupuestos Parciales en el experimento, se cuantificó los Beneficios Brutos, costos variables y beneficios netos para cada tratamiento (utilizando el rendimiento promedio de las tres repeticiones) (15).

##### **- ANALISIS DE DOMINANCIA**

Ya conocidos los beneficios netos y costos variables, los tratamientos se ordenaron en un cuadro de menor a mayor costo con sus correspondientes beneficios netos. Este análisis tiene como propósito eliminar los tratamientos cuyos ingresos no compensan los gastos que se hicieron en comparación con las demás alternativas. Un tratamiento se considera dominado, cuando no supera los beneficios netos de otro tratamiento con menor costo, o el costo es mayor que el inmediato superior (15).

### **- DETERMINACION DE LAS TASAS DE RETORNO MARGINAL (TMR)**

Para determinar las TMR para los tratamientos no dominados, se encontró el incremento en los costos variables y el incremento en los beneficios netos para cada uno, dividiendo el incremento del Beneficios Neto entre el incremento del Costo Variable para cada tratamiento (15).

La TMR nos indica el retorno marginal proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar, del tratamiento que tiene menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos (15).

Para poder recomendar el mejor tratamiento desde el punto de vista económico, se determinó la Tasa Marginal de Retorno Mínima aceptable (TMRM). Para este caso en particular se tomaron los siguientes criterios: el costo de oportunidad del capital (tasa de interés del sistema financiero del país, que actualmente está alrededor del 25%), el riesgo en la producción ( para el cultivo de maíz se toma el 40%) y la tasa de inflación anual (10%). No se tomo en cuenta el riesgo en los ingresos porque el precio del maíz dulce para ambos mercados, se ha mantenido constante por los últimos años (15).

Por último, el tratamiento que se seleccionó es aquel cuya TMR superó en mayor porcentaje a la TMRM encontrada y presentó menor costo variable (15).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1. RENDIMIENTO EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE ELOTE FRESCO QUE NO PRESENTA DAÑOS CAUSADOS POR *Heliothis zea* (Boddie)

En el cuadro 4 se presentan los resultados concernientes al rendimiento expresados en kilogramos por hectárea de elote fresco para cada uno de los tratamientos. Los elotes libres de daños causados por *H. zea* (Boddie) se calificaron de acuerdo a los requerimientos de los mercados que se manejan en el país, los cuales se resumen en elotes sin perforaciones o daños y elotes sin presencia de larvas.

**CUADRO 4.** Rendimiento en kg/ha de elote fresco de maíz dulce (*Zea mays* L. variedad *rugosa*) que no presenta daños causados por *Heliothis zea* (Boddie), Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Tratamiento	Y	II	III	Media
VPN del <i>S. sunia</i> más <i>A. californica</i>	21,111.1	20,555.6	23,888.9	21,851.9
<i>B.t. var. Kurstaki</i>	25,555.6	21,111.1	24,444.4	23,703.7
Deltametrina	27,222.2	23,333.3	22,222.2	24,259.2
Cipermetrina	23,888.9	24,444.4	25,000.0	24,444.4
Metomil	23,333.3	25,000.0	27,777.8	25,370.4
Thiodicarb	22,222.2	22,777.8	26,666.7	23,888.9
Testigo	7,222.2	6,111.1	7,222.2	6,851.8

En los tratamientos donde se efectuó control a través de plaguicidas biológicos o químicos, se nota un incremento elevado, que va desde el 319 al 370% en el rendimiento de elote fresco sin daño provocado por la larva del elotero con respecto al testigo. Lo anterior indica que desde el punto de vista comercial no se puede producir elote de maíz dulce sin efectuar un control del *H. zea* (Boddie) a través de plaguicidas.

**CUADRO 5.** Análisis de Varianza para el rendimiento en kg/ha de elote fresco de maíz dulce sin daños causados por larvas de *Heliothis zea* (Boddie), Esquipulas, Chiquimula, 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Tratamientos	6	769545200.0	128257500.0	33.18**	2.85	4.46
Error	14	54117380.0	3865527.0			
Total	20	823662600.0				

\*\* = Diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 5, existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos contra el control de *H. zea* (Boddie) en maíz dulce, tomando en cuenta los periodos de carencia para cada insecticida empleado, con el fin de reducir las cantidades usadas de éstos en el desarrollo de los elotes. El Coeficiente de Variación (C.V.) fue del 9.15%, lo que indica que la variación en los datos de campo es relativamente baja.

**Cuadro 6.** Prueba de Tukey para los rendimientos en kg/ha, obtenidos bajo el efecto de los diferentes tratamientos en el control del *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce.

Tratamiento	Media	Presentación
Metomil	25,370.4	a
Cipermetrina	24,444.4	a
Deltametrina	24,259.2	a
Thiodicarb	23,888.9	a
<i>B.t. var. Kurstaki</i>	23,703.7	a
VPN del <i>S. sunia</i> + <i>A. californica</i>	21,851.9	a
Testigo	6,851.8	b

De acuerdo a la comparación múltiple de medias (cuadro 6), entre los plaguicidas no existe diferencia estadística, ya que presentan similitud en su comportamiento, existiendo diferencia entre las medias del rendimiento cuando se realiza control biológico o químico y la media del testigo, donde no se utilizó plaguicida en el control del gusano elotero. Además, puede observarse que de acuerdo a las medias del rendimiento, el tratamiento que mejores resultados presenta es el Metomil ya que tiene la media más alta, seguido de mayor a menor de la Cipermetrina, Deltametrina, Thiodicarb, *B. t. var. kurstaki* y VPN de *Spodoptera sunia* más *Autographa californica*.

## 7.2. NUMERO DE LARVAS VIVAS DE *Heliothis zea* (Boddie) POR PARCELA NETA AL MOMENTO DE LA COSECHA

Cada elote se abrió completamente teniendo el debido cuidado para cuantificar las larvas que habían en sus diferentes estados larvarios, encontrándose un máximo de 4 larvas por elote. Debido a que no existió una distribución normal del número de larvas vivas en los tratamientos (cuadro 13. A), se realizó un ajuste de los datos, mediante la raíz cuadrada del número de larvas vivas más  $\frac{1}{2}$ .

**Cuadro 7.** Larvas vivas de *Heliothis zea* (Boddie) presentes en los elotes de cada parcela neta de maíz dulce, al momento de la cosecha, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Tratamiento	I	II	III	Media
VPN del <i>S. sunia</i> más <i>A. californica</i>	3.81	3.94	2.35	3.37
<i>B.t. var. Kurstaki</i>	3.94	2.12	3.39	3.15
Deltametrina	0.71	0.71	0.71	0.71
Cipermetrina	0.71	0.71	0.71	0.71
Metomil	0.71	1.22	0.71	0.88
Thiodicarb	3.39	0.71	2.74	2.28
Testigo	7.52	7.04	7.65	7.40

El mayor número de larvas presentes en los elotes, como era de esperarse, se obtuvo en las parcelas donde no se realizó control (testigo) con plaguicidas biológicos o químicos para contrarrestar los daños causados por la plaga. De acuerdo a la cantidad de larvas encontradas se deduce que la incidencia de *H. zea* (Boddie) es alta y al compararla con los otros tratamientos donde se utilizaron plaguicidas, puede observarse que el control ejercido por cada uno es eficaz, presentando los mejores resultados los insecticidas a base de Deltametrina, Cipermetrina y Metomil, ya que en los primeros dos no se encontró larvas y en el último solo se encontró una larva que penetró al clote por la parte media del mismo.

**Cuadro 8.** Análisis de Varianza para el número de larvas vivas de *Heliothis zea* (Boddie) presentes en las parcelas netas de maíz dulce al momento de la cosecha, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.01	0.05
Tratamientos	6	102.46	17.08	31.50**	2.85	4.46
Error	14	7.59	0.54			
Total	20	110.05				

\*\* = Diferencia altamente significativa entre los tratamientos.

En relación al número de larvas presentes en los elotes de cada tratamiento, observamos que existen diferencias altamente significativas, lo cual es el resultado de el control que cada plaguicida ejerce sobre la plaga, ya que en los tratamientos a base de Deltametrina, Cipermetrina y Metomil se realizó un control efectivo de la plaga. El Coeficiente de Variación para este análisis fue de 27.86%, indicando que existió una variación relativamente baja en los datos de campo.

**Cuadro 9.** Prueba de Tukey para el número de larvas vivas de *Heliothis zea* (Boddie) presentes en los elotes de cada tratamiento al momento de la cosecha.

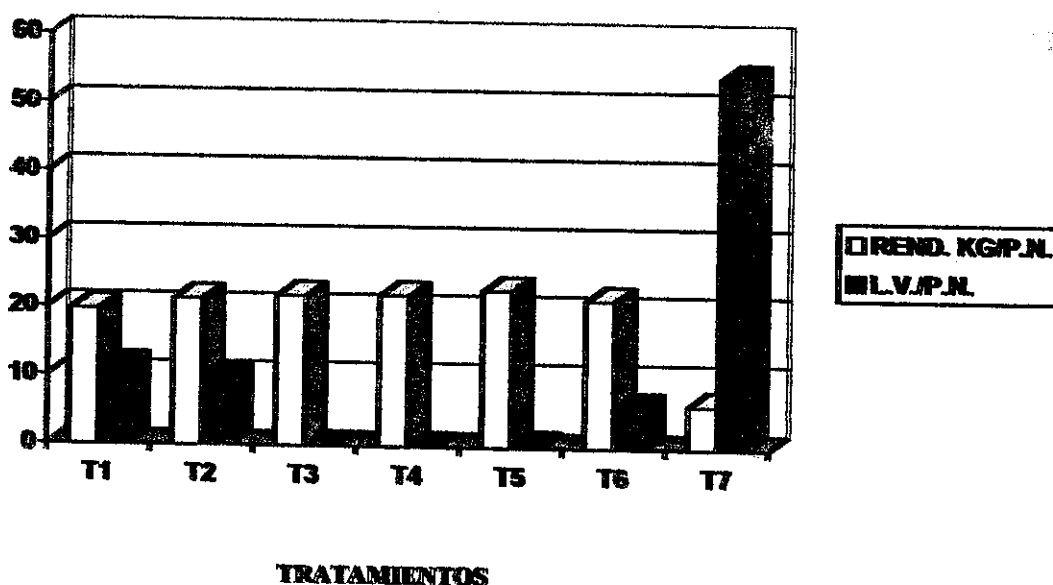
Tratamiento	Media	Presentación
Testigo	7.40	a
VPN del <i>S. sunia</i> + <i>A. californica</i>	3.37	b
<i>B.t. var kurstaki</i>	3.15	b c
Thiodicarb	2.28	c
Metomil	0.88	d
Cipermetrina	0.71	d
Deltametrina	0.71	d

Los tratamientos que mejores resultados presentaron, con respecto al número de larvas vivas de *H. zea* (Boddie) presentes al momento de la cosecha en los elotes de maíz dulce, fueron los plaguicidas a base de Cipermetrina, Deltametrina y Metomil. El tratamiento con mayor número de larvas vivas es el testigo, seguido de los dos plaguicidas biológicos y del Thiodicarb.

En el tratamiento a base de Metomil, la única larva que se encontró, inició su ataque por la parte media del elote, penetrando hasta las hileras de maíz donde se alimentó durante su desarrollo. Por lo general el ataque de esta plaga se inicia por la punta de los elotes. En los tratamientos a base de Cipermetrina, Deltametrina y Metomil la plaga no causó daños, ya que el control fue efectivo. Se pudo observar que por lo general las larvas se encuentran alimentándose de los granos y olote en la punta de los elotes y cuando se encuentra más de una larva por elote el daño también se extiende hasta la parte media y basal de los mismos.

En los tratamientos donde se utilizaron insecticidas a base de Cipermetrina, Thiodicarb y Deltametrina, los elotes se encontraban completamente limpios de la punta. En las parcelas tratadas con los biológicos (VPN *S. sunia* más *A. californica* y *B.t. var kurstaki*) como con Metomil, se encontró elotes con

la punta en estado de descomposición, esto se debe a que estos últimos tratamientos tienen como máximo un día de periodo de carencia, por lo cual se hicieron dos aplicaciones más que tienden a dañar los tejidos de la punta. Además, cuando la cantidad de mezcla aplicada de los insecticidas es elevada con respecto al tamaño de los clotes, puede provocar el daño antes mencionado ya que lo adecuado es aplicar de 0.5 a 1.0 ml de mezcla del plaguicida por clote.



**Figura 1.** Rendimiento en kilogramos por parcela neta de maíz dulce y número de larvas vivas de *Heliothis zea* (Boddie) por parcela neta.

La figura anterior nos indica que todos los tratamientos presentaron similitud con respecto al rendimiento de clote fresco, a excepción del testigo (T7). El Metomil (T5), la Cipermetrina (T4) y la Deltametrina (T3) hicieron un control efectivo de la plaga, ya que prácticamente no se encontraron larvas vivas en las parcelas de dichos tratamientos. Los rendimientos expresados en kilogramos por parcela neta, se encuentran en el cuadro 12 A y el número de larvas vivas por parcela neta se encuentra en el cuadro 13 A.



### 7.3. ANALISIS ECONOMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL

Para determinar qué tratamiento es más eficiente desde el punto de vista económico, se obtuvo la Tasa Marginal de Retorno (TMR.) realizando el procedimiento que a continuación se presenta.

#### 7.3.1. ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL

El presupuesto parcial para cada tratamiento se obtuvo tomando en cuenta el beneficio bruto y los costos variables relacionados únicamente con la cantidad de insecticida utilizado por tratamiento, precio unitario de cada uno, costo por aplicación (jornales por aplicación y costo unitario) y número de aplicaciones. Los presupuestos parciales se encuentran detallados en el cuadro 14.A.

#### 7.3.2. ANALISIS DE DOMINANCIA

El cuadro 10 muestra los tratamientos dominados y no dominados desde el punto de vista económico, en el control del *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce.

**Cuadro 10.** Análisis de Dominancia para los insecticidas utilizados en el control de *Heliothis zea* (Boddie) en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. var. *rugosa*), Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Tratamiento	Costo Variable (CV)	Beneficio Bruto (BB)	Beneficio Neto (BN)	Dominancia
7. Testigo	0.0	7,541.16	7,541.16	nd
6. Thiodicarb	556.00	26,277.79	25,721.79	nd
4. Cipermetrina	740.40	26,888.84	26,148.44	nd
5. Metomil	974.40	27,903.37	26,928.97	nd
3. Deltametrina	1,038.60	26,681.16	25,642.56	d
2. <i>B. t.</i> var. <i>Kurstaki</i>	1,185.00	26,070.00	24,885.00	d
1. VPN <i>S. sunia</i> más <i>A. californica</i>	1,440.00	24,041.16	22,601.16	d

nd = Tratamientos no dominados.

d = Tratamientos dominados.

Los tratamientos donde se aplicó VPN de *S. sunia* más *A. californica*, *B.t. var. kurtakison* y Deltametrina fueron superados o dominados por el tratamiento a base de Metomil, ya que como se observa en el cuadro 10, éste presenta mayor beneficio neto con menos costo. Entonces, solo los tratamientos Cipermetrina, Metomil, Thiodicarb y el testigo se tomaron en cuenta para determinar las TMR.

### 7.3.3. TASAS DE RETORNO MARGINAL

En el cuadro 11 se presentan las tasas de retorno marginal para los tratamientos que no son dominados económicamente, tomándose en cuenta el incremento en el beneficio neto y el incremento en los costos variables.

**Cuadro 11.** Tasas Marginales de Retorno (TMR) para las condiciones no dominadas en relación a los tratamientos para el control del *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Trat.	Costo Variable (CV)	Beneficio Neto (BN)	Incremento CV	Incremento BN	TMR	TMR %
5	974.40	26,928.97	234.00	780.57	3.33	333
4	740.40	26,148.44	184.40	426.65	2.31	231
6	556.00	25,721.79	556.00	18,180.63	32.69	3,269
7	0.00	7,541.16	----	----	----	----

Para determinar la Tasa Marginal de Retorno Mínima aceptable (TMRM), Según Sitún (15), se incluyeron los siguientes aspectos:

- Costo de oportunidad del capital (cok) = tasa de interés del sistema financiero = 25%.
- Riesgo en la producción de maíz (ri) = 40%.
- Tasa de inflación anual (inflación acumulada)(i) = 10%.

Entonces:  $TMRM = cok + ri + i(cok)/100$ .

$$= 25\% + 40\% + (10 \times 25)/100.$$

$$= 67.5\%.$$

La TMR para los tratamientos donde se aplicó Metomil (T5) es de 333%, Cipermetrina (T4) es de 231% y Thiodicarb (T6) es de 3,269% (Cuadro 11). Como se puede observar, todas las tasas superan la TMRM aceptable para el cultivo de maíz dulce, la cual es de 67.5%. El costo variable para el tratamiento donde se utilizó Thiodicarb (Q.556.00) es menor que el de la Cipermetrina (Q.740.40) y el Metomil (Q.974.40).

De acuerdo a lo anterior, el tratamiento que presentó mejores resultados desde el punto de vista económico, en el control del *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce, es el Thiodicarb. Lo anterior se debe a que, con un menor costo de producción, se garantiza la recuperación del capital invertido y además se obtiene un alto beneficio neto o ganancia

## 8. CONCLUSIONES

- 8.1. Desde el punto de vista Entomológico, existe igual respuesta en el control del gusano del maíz dulce, *Heliothis zea* (Boddie), utilizando productos biológicos (Virus de la Poliedrosis Nuclear de *S. sunia* más *A. californica* y *B. thuringiensis* Berliner) y productos químicos (Deltametrina, Cipermetrina, Metomil y Thiodicarb).
- 8.2. En relación al rendimiento en kilogramos por hectárea, los valores más altos se obtuvieron donde se aplicó el Metomil ya que se produjo 25,370.4 kg/ha y el menor rendimiento fue para el Virus de la Poliedrosis Nuclear de *S. sunia* más *A. californica*, donde se produjo 21,851.9 kg/ha. Pero no existió diferencia entre las medias según Prueba de Tukey al 0.05 de significancia.
- 8.3. El mejor tratamiento desde el punto de vista económico es el Thiodicarb, cuya Tasa Marginal de Retorno fue de 3,269%.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1. Para contrarrestar los daños causados por las larvas de *Heliothis zea* (Boddie), en maíz dulce (*Zea mays* L. variedad *rugosa*), se recomienda hacer aplicaciones con plaguicidas formulados a base de Thiodicarb, por presentar efectividad en el control de la plaga y por ser los más funcionales desde el punto de vista económico.
  
- 9.2. El Thiodicarb es un carbamato altamente tóxico. Para disminuir el riesgo de intoxicación con residuos de este insecticida al momento de consumir elote fresco de maíz dulce, es necesario tomar en cuenta su período de carencia. Entonces, no se recomienda realizar aplicaciones durante 14 días antes de la cosecha, para tener un mayor margen de seguridad.

**10. BIBLIOGRAFIA:**

1. **ABBOTT LABORATORIES (EE.UU.). 1989. Dipel, insecticida biológico. Estados Unidos. 8 p.**
2. **AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACION INTERNACIONAL (Gua.). 1991. Atlas para el desarrollo del proyecto T-6; Proyecto Piloto Trifinio. Guatemala. Esc. 1:200.**
3. **BARBERA, C. 1976. Pesticidas agrícolas. 3 ed. México, Omega. 569 p.**
4. **DAVISON, R.; LYON, W. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Trad. Laura Linares. México, LIMUSA. p. 189-192.**
5. **DE LIÑAN, C. 1997. Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales [Disco compacto]. EE.UU., Blatta Soft. Ediciones Agrotécnicas. 1 disco.**
6. **HOLDRIGE, L.R. 1978. Ecología, basado en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez. Costa Rica, IICA. p. 216.**
7. **JUGENHEIMER, R.W. 1988. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. México, LIMUSA. p. 300-304.**
8. **LAGUNES, A. 1987. Control químico en MIP. En Cursillo Internacional de MIP (4., 1992, Gua.) Memorias. Guatemala, Manejo Integrado de Plagas. p. 100-101.**
9. **METCALF, C.L.; FLINT, J.L. 1987. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. Alonso Blackaller. 4 ed. México, Continental. 1208 p.**
10. **PEDIGO, L.P. 1989. Entomology and pest management. EE.UU., Macmillan. p. 530.**
11. **ROGERS NK (EE.UU.). 1995. Catálogo de semillas de Hortalizas. Estados Unidos. p. 80.**
12. **ROGERS SEED COMPANY (EE.UU.). 1990. Corn sweet. Estados Unidos. p. 26, 28.**

13. ROSENTEIN, S.E. 1993. Diccionario de especialidades agroquímicas. 4 ed México, PLM. 679 p.
14. SIMMONS, CH.; TARANO, T.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed José Pineda Ibarra. 1000 p.
15. SITUN, M. 1996. Guía para el análisis económico de resultados experimentales. Ciagros; Boletín Informativo (Gua) no. 2-96 : 1-12.

*Vo.Bo.*

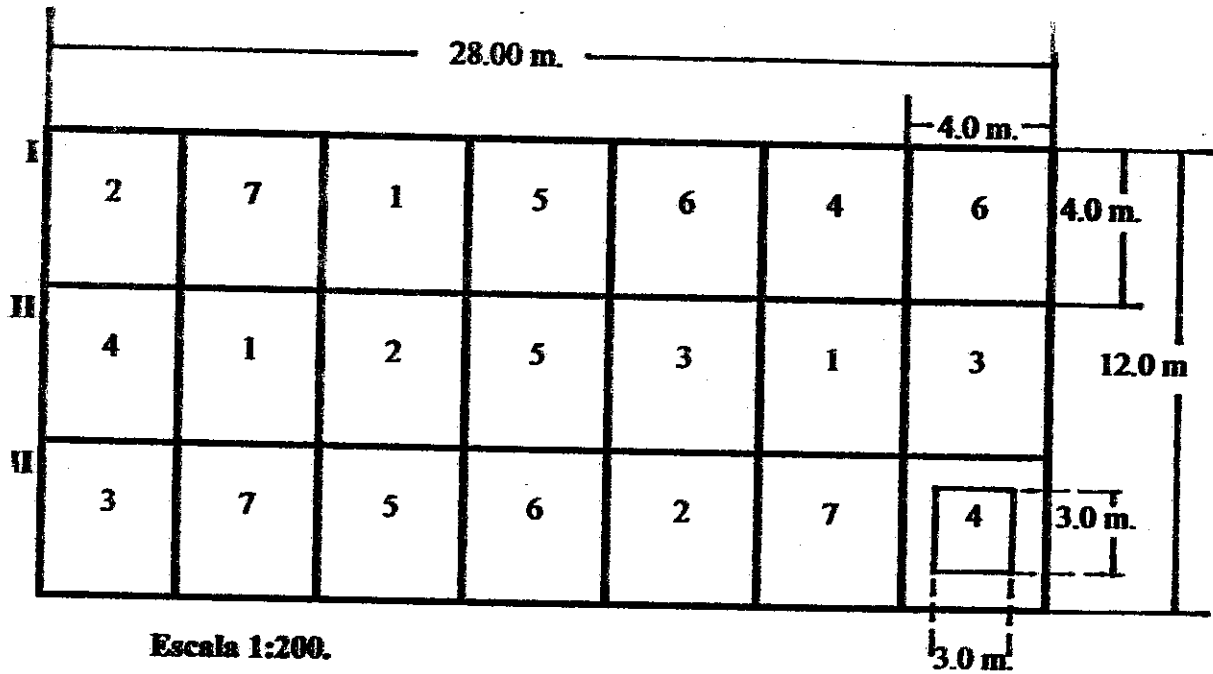
*Partualle*



# 11. APENDICE







- AREA EXPERIMENTAL =  $336.0 \text{ m}^2$ .

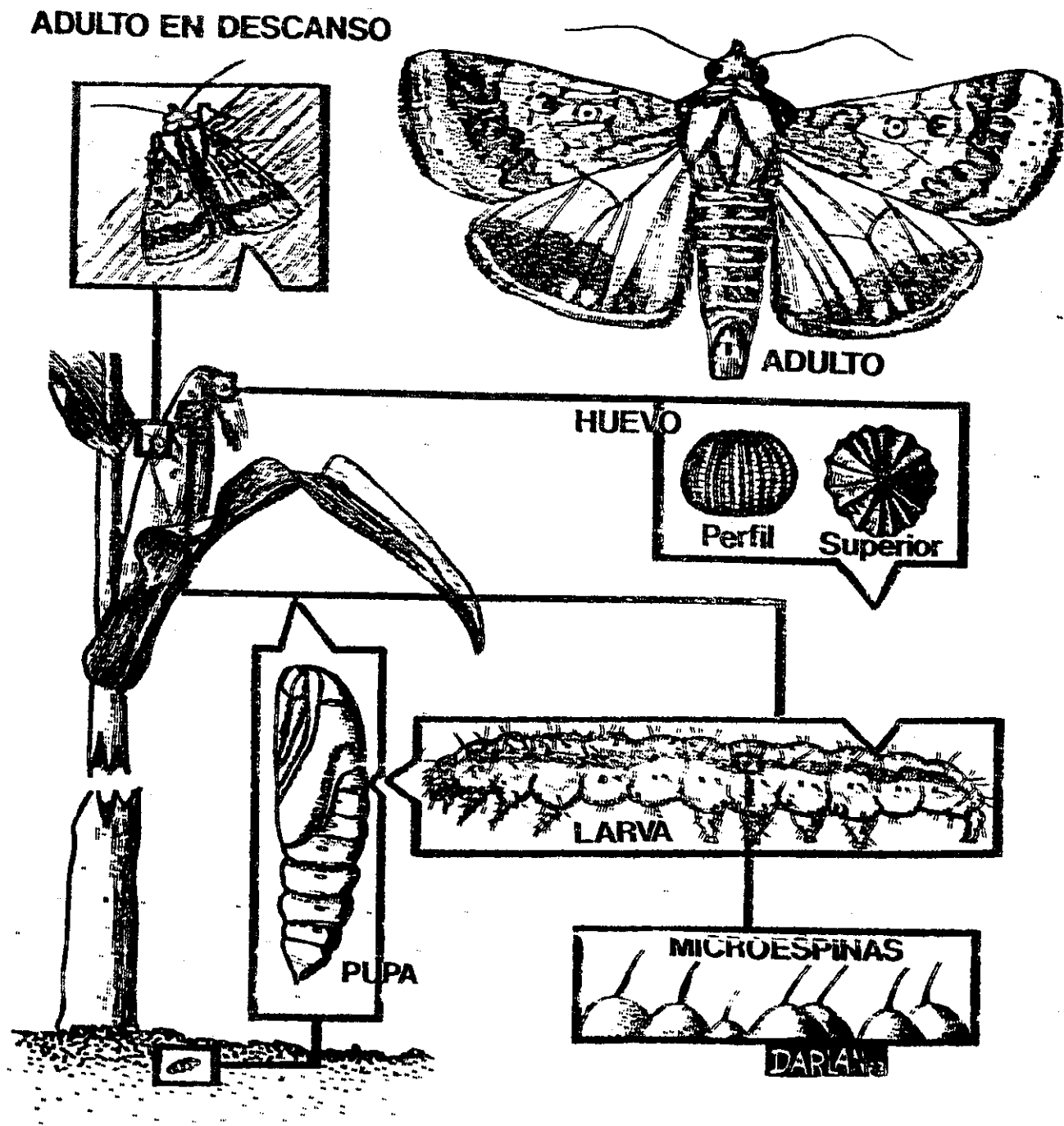
- PARCELA BRUTA =  $16.0 \text{ m}^2$ .

- PARCELA NETA =  $9.0 \text{ m}^2$ .

- I, II y III = Repeticiones.

- 1....7 = Tratamientos.

Figura 2 A. Dimensiones del área experimental. Diseño completamente al azar.



TOMADO DE: Proyecto MIP (EAP-USAID). 1984. Hoja Informativa No. 11.

Figura 3 A. Etapas de desarrollo del *Heliothis zea* (Boddie).

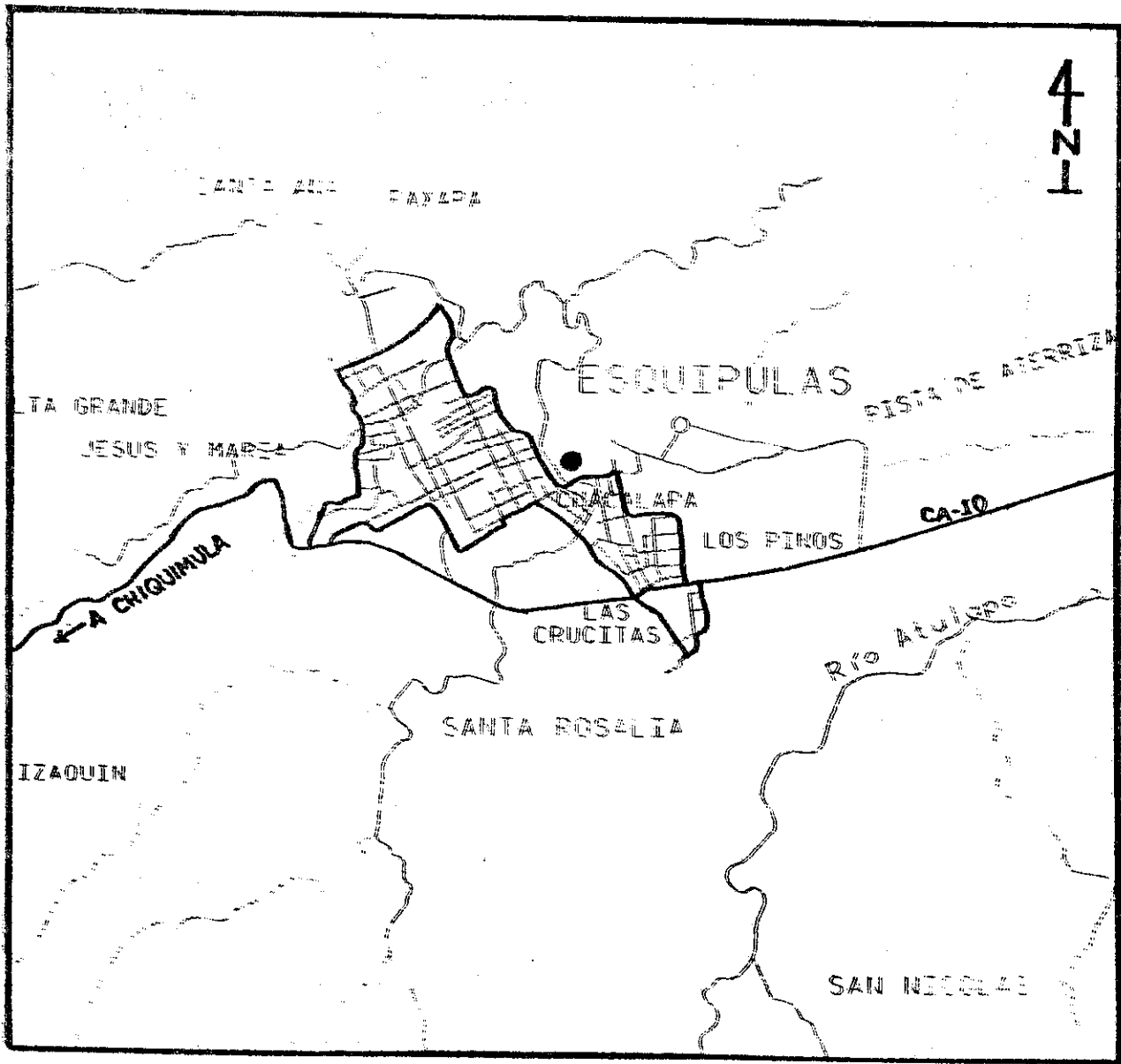
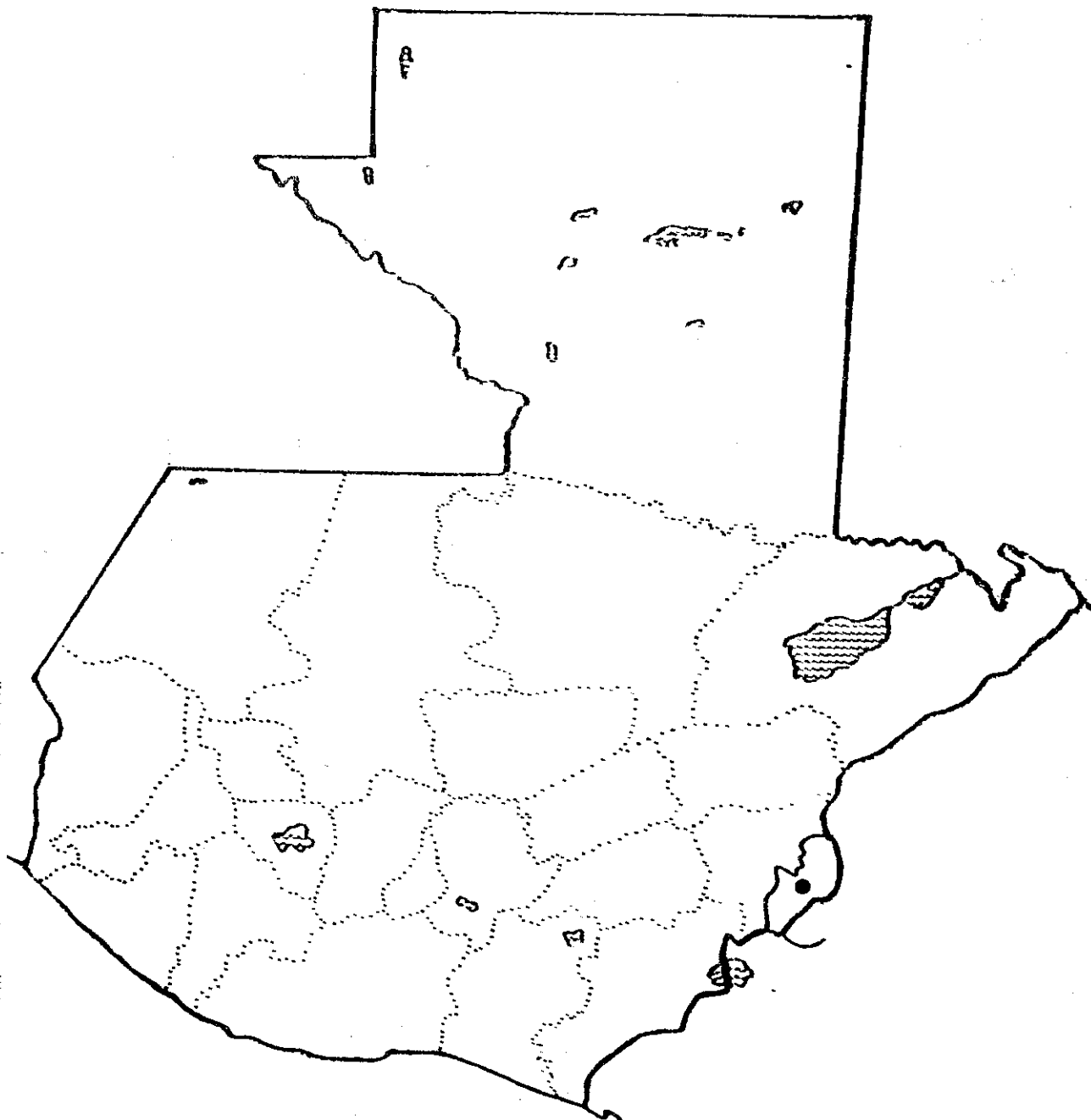


Figura 4 A. Mapa de ubicación geográfica del área experimental, finca "Chacalapa". Esquipulas, Chiquimula.



● Municipio de Esquipulas

Figura 5 A. Mapa de ubicación geográfica del Municipio de Esquipulas, Chiquimula.



**Cuadro 12 A.** Rendimiento en kilogramos por parcela neta de clote fresco de maíz dulce (*Zea mays* L. var. *rugosa*) que no presenta daños causados por larvas de *Heliothis zea* (Boddie), Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Tratamiento	Y	II	III	Media
1. VPN de <i>S. sunia</i> más <i>A. californica</i>	19.0	18.5	21.5	19.67
2. <i>B.t. var. Kurstaki</i>	23.0	19.0	22.0	21.33
3. Deltametrina	24.5	21.0	20.0	21.83
4. Cipermetrina	21.5	22.0	22.5	22.00
5. Metomil	21.0	22.5	25.0	22.83
6. Thiodicarb	20.0	20.5	24.0	21.50
7. Testigo	6.5	5.5	6.5	6.17

**Cuadro 13 A.** Larvas vivas de *Heliothis zea* (Boddie) presentes en los clotes de cada parcela neta de maíz dulce al momento de la cosecha, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Tratamiento	I	II	III	Media
1. VPN de <i>S. sunia</i> + <i>A. californica</i>	14	15	5	11.33
2. <i>B.t. var. Kurstaki</i>	15	4	11	10.0
3. Deltametrina	0	0	0	0.0
4. Cipermetrina	0	0	0	0.0
5. Metomil	0	1	0	0.33
6. Thiodicarb	11	0	7	6.0
7. Testigo	56	49	58	54.33

**Cuadro 14 A.** Presupuestos parciales para el control de *Heliothis zea* (Boddie) en maíz dulce, Esquipulas, Chiquimula, 1996.

Tratamiento	VPN S. <i>salvia</i> más <i>A. californica</i>	R.C. var. <i>Kerstski</i>	Delta metrina	Cipermetrina	Metasol	Thiodicarb	Testigo
<b>INGRESOS</b>							
Rendimiento kg/ha	21855.6	23700.0	24255.6	24444.4	25366.7	23888.9	6855.6
Precio Q/kg	Q.1.10	Q.1.10	Q.1.10	Q.1.10	Q.1.10	Q.1.10	Q.1.10
Beneficio bruto	Q.24041.16	Q.26070.00	Q.26681.16	Q.26888.84	Q.27903.37	Q.26277.79	Q.7541.16
<b>COSTOS VARIABLES</b>							
Cantidad Producto/ha	8.4 kg	6.5 lt	2.04 lt	1.84 lt	1.2 kg	1.0 lt	
Precio unitario	Q.100.00	Q.90.00	Q.215.00	Q.185.00	Q.312.00	Q.256.00	
Sub-total	Q.840.00	Q.585.00	Q.438.60	Q.340.40	Q.374.40	Q.256.00	Q.0.00
No. de aplicaciones	6	6	6	4	6	3	
Jornales/aplicación	5	5	5	5	5	5	
Costo unitario	Q.20.00	Q.20.00	Q.20.00	Q.20.00	Q.20.00	Q.20.00	
Costo/aplicación	Q.100.00	Q.100.00	Q.100.00	Q.100.00	Q.100.00	Q.100.00	
Sub-total	Q.600.00	Q.600.00	Q.600.00	Q.400.00	Q.600.00	Q.300.00	Q.0.00
<b>TOTAL COSTOS VAR.</b>	<b>Q.1440.00</b>	<b>Q.1185.00</b>	<b>Q.1038.60</b>	<b>Q.740.40</b>	<b>Q.974.40</b>	<b>Q.556.00</b>	<b>Q.0.00</b>
<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>Q.22601.16</b>	<b>Q.24885.00</b>	<b>Q.25642.56</b>	<b>Q.26148.44</b>	<b>Q.26928.97</b>	<b>Q.25721.79</b>	<b>Q.7541.16</b>

**Cuadro 15 A. Bolceta de encuesta dirigida a productores de maíz dulce en Esquipulas, Chiquimula, 1996.**

Nombre del agricultor: _____	
Aldea: _____	Localidad: _____
Fecha en que cultivó maíz dulce por primera vez: _____	
Cantidad de tierra que cultiva al año: _____	
Material de maíz dulce que siembra: _____	
Plagas de insectos que atacan al cultivo: _____	
Enfermedades que atacan al cultivo: _____	
% de disminución de la producción causado por el gusano elotero: _____	
Plaguicidas empleados en el control del gusano elotero: _____	
Forma de aplicar los plaguicidas: _____	
Costo/ha del control del gusano elotero: _____	
Rendimiento: _____	
Gastos Totales/ha: _____	Ingresos Totales/ha: _____
Rentabilidad: _____	
Destino de la producción: _____	
Observaciones: _____	
Nombre del encuestador: _____	
Fecha: _____	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 AGRONOMICAS

Ref. Sem-042/97

LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE SEIS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO ELOTERO (Heliothis zea Boddie) EN EL CULTIVO DE MAIZ DULCE (Zea may var. rugosa), EN LA EPOCA DE SIEMBRA DE SEGUNDA, EN ESQUIPULAS, CHIQUIMULA.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDGAR DANILO COLINDRES BRACAMONTE

Carnet No: 83-10277

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Dr. José de Jesus Castro  
 Ing. José Calderón  
 Ing. Filadelfo Guevarra

Los asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Alvaro Hernández  
 ASESOR

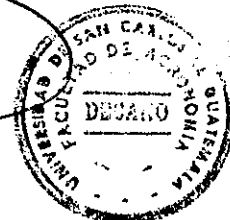
Ing. Agr. Marco Antonio Paxtor.  
 ASESOR

Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE

Ing. Agr. José Rolando Lara Alejo  
 DECANO



CC.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

