

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE CINCO PRÁCTICAS BASADAS EN INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL
GUSANO (*Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae)) EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Miller), EN
SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.

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

POR

EDDIE ANIBAL TURCIOS SAMAYOA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Guatemala, Febrero del 2,001

DL
01
+ (1948)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO
SECRETARIO

Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
Ing. Agr.	William Roberto Escobar López
Ing. Agr.	Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
Prof.	Jacobo Bolvito Ramos
Br.	José Baldomero Sandoval Arriaza
Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, Febrero del 2,001

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

EVALUACIÓN DE CINCO PRÁCTICAS BASADAS EN INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO (*Heliothis zea* (*Lepidoptera: Noctuidae*)) EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Miller), EN SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.

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

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,



EDDIE ANIBAL TURCIOS SAMAYOA

ACTO QUE DEDICO

- A:**
- DIOS:** Por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.
- MIS PADRES:** **Juan José E. Turcios González y María de Jesús Samayoa de Turcios,** como reconocimiento a sus múltiples sacrificios por guiarme a un mejor futuro.
- MIS HERMANOS:** **Walter Antonio Turcios Samayoa, Miriam Aída Turcios Samayoa, Juan José Turcios Samayoa y Erla de Jesús Turcios Samayoa,** por su cariño y apoyo brindado.
- MIS TÍOS:** **Héctor Turcios, Armando Turcios, Rigoberto Turcios (†), Berta Turcios de Samayoa, Rafael Samayoa, Mercedes Samayoa, Alicia Samayoa de Turcios, Vidal Samayoa, Arturo Samayoa, Antonia Samayoa de Alvarado y Arnoldo Samayoa,** por su cariño y motivación.
- LA FAMILIA:** **Turcios López,** por su ayuda incondicional, apoyo y cariño demostrado.
- PROFESOR:** **Anibal García Vela,** por haberme iniciado en el mundo del saber.
- MIS AMIGOS:** **Byron Cuellar, Omar Tuchán, José Alfredo Suarez, José Antonio López, Juan Pablo Marín, Camilo Medina, Arturo Medina, Leopoldo Sandoval, Alex Hernández Ochaeta, Francis Moscoso, Jorge Mario Monzón, Jorge Güicoy, Ramón Cajtí y Byron Camposeco,** con especial aprecio.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mi terruño Querido, Morazán, El Progreso.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores **Ing. Agr. Álvaro Hernández e Ing. Agr. Edil René Rodríguez**, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).

REDCAHOR, Guatemala.

REDCAHOR, Costa Rica.

Andrea Gálvez, por su apoyo técnico en el uso de Software.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 Importancia económica del cultivo de tomate	4
3.1.2 Importancia del gusano del fruto de tomate	4
3.1.3 Clasificación taxonómica del gusano del fruto (<i>Heliothis zea</i> Boddie)	5
3.1.4 Descripción del insecto <i>Heliothis zea</i> Boddie	6
3.1.5 Comportamiento del <i>Heliothis zea</i> Boddie	7
3.1.6 Tipo de daño al cultivo de tomate	7
3.1.7 Distribución geográfica y aspectos ecológicos	9
3.1.8 Control biológico de insectos plaga	9
3.1.9 Uso de entomopatógenos en el control de plagas de insectos	10
3.1.9.1 <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner	10
3.1.9.2 Virus de Poliedrosis Nuclear (VPN)	11
3.1.10 Neem o árbol insecticida (<i>Azadirachta indica</i>)	12
3.1.11 Manejo integrado de <i>Heliothis zea</i> Boddie	12
3.1.12 Investigaciones realizadas con agentes biológicos	13
3.1.13 Tasa marginal de retorno	13
3.1.13.1 Análisis marginal.	13
3.1.13.2 Presupuesto parcial	14
3.1.13.3 Análisis de dominancia	14
3.1.13.4 Tasa marginal de retorno	14
3.2 MARCO REFERENCIAL	15
3.2.1 Ubicación y descripción del área experimental	15
3.2.2 Descripción del material vegetal	15
4. OBJETIVOS	16

5. HIPOTESIS	17
6. MATERIALES Y METODOS	18
6.1 Descripción de los tratamientos	18
6.2 Variables de respuesta	19
6.3 Diseño experimental	19
6.4 Tamaño de unidad experimental	20
6.5 Manejo del experimento	20
6.5.1 Preparación del terreno	20
6.5.2 Siembra	20
6.5.3 Fertilización	20
6.5.4 Control de malezas	21
6.5.5 Control fitosanitario	21
6.5.6 Tutoreo	21
6.5.7 Cosecha	21
6.6 Análisis de la información	22
6.6.1 Análisis Estadístico	22
6.6.2 Análisis Económico	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1 Rendimiento de fruto sano de tomate en kg/ha.	23
7.2 Número de frutos afectados semanalmente por daño causado por el gusano que ataca al fruto de tomate, durante el ciclo del cultivo	27
7.3 Número de larvas en estadio L1 y L2 de <i>Heliothis zea</i> Boddie durante todo el ciclo del cultivo de tomate	31
7.4 Análisis económico para los tratamientos evaluados	35
8. CONCLUSIONES	37
9. RECOMENDACIONES	38
10. BIBLIOGRAFÍA	39
11. APÉNDICE	41

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Principales plagas de insectos en tomate	5
Cuadro 2: Número de huevos, larvas y frutos dañados en tres estratos de la planta	8
Cuadro 3: Tratamientos evaluados para el control del gusano del fruto del tomate	18
Cuadro 4: Rendimiento de fruto sano expresado en kg/ha.	23
Cuadro 5: Análisis de varianza para el rendimiento de fruto sano de tomate	23
Cuadro 6: Prueba de Tukey para el rendimiento de fruto sano de tomate	24
Cuadro 7: Número de frutos afectados por el gusano (<i>Heliothis zea</i> Boddie) por hectárea durante el ciclo del cultivo de tomate	27
Cuadro 8A: Número de frutos afectados por el gusano (<i>Heliothis zea</i> Boddie) por hectárea a lo largo de todo el ciclo del cultivo de tomate	41
Cuadro 9: Análisis de varianza para número de frutos dañados por (<i>Heliothis zea</i> Boddie)	28
Cuadro 10: Prueba de Tukey para el número de frutos dañados	28
Cuadro 11: Número de larvas en estadios uno y dos de (<i>Heliothis zea</i> Boddie) Por diez plantas por parcela neta durante el ciclo del cultivo de tomate	31
Cuadro 12A: Número de larvas en estadios uno y dos de (<i>Heliothis zea</i> Boddie) por diez plantas por parcela neta a lo largo del ciclo del cultivo de tomate	41
Cuadro 13: Análisis de varianza para el número de larvas L1 y L2 de (<i>Heliothis zea</i> Boddie)	32
Cuadro 14: Prueba de Tukey para el número de larvas L1 y L2 de (<i>Heliothis zea</i> Boddie)	32
Cuadro 15: Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados	35
Cuadro 16: Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados	35
Cuadro 17: Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados	35
Cuadro 18A: Listado de productos utilizados	41

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1A: Croquis de la distribución de los bloques y tratamientos en el campo	43
Figura 2A: Número de plantas, dimensiones de la unidad experimental y parcela neta de muestreo	44
Figura 3: Rendimiento promedio de fruto sano de tomate	26
Figura 4: Promedio de frutos afectados por <i>H. zea</i>	29
Figura 5: Número de frutos afectados por <i>H. zea</i> durante todo el ciclo del cultivo.	30
Figura 6: Promedio de larvas por diez plantas por tratamiento	33
Figura 7: Número de larvas de <i>H. zea</i> por diez plantas por tratamiento durante todo el ciclo del cultivo de tomate	34

EVALUACIÓN DE CINCO PRÁCTICAS BASADAS EN INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO (*Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae)) EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Miller), EN SALAMÁ, BAJA VERAPAZ.

EVALUATION OF FIVE PRACTICES BASED ON INSECTICIDS TO WORM (*Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae)) CONTROL ON TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Miller), IN SALAMA, BAJA VERAPAZ.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la aldea San Juan del Municipio de Salamá Baja Verapaz durante el periodo de Marzo de 2000 a Junio de 2000.

Se evaluaron cinco prácticas para el control del gusano *Heliothis zea* Boddie que ataca el fruto del tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). Las cinco prácticas que se evaluaron fueron dos agentes de control biológico (*Bacillus thuringiensis* y Virus de la Poliedrosis Nuclear), un insecticida botánico (extracto del árbol de Neem), insecticidas químicos (Permetrina, Metomil y Naled), utilizados en rotación. Se utilizaron dos testigos; un relativo (los insecticidas químicos) y un absoluto.

Se utilizó el diseño estadístico bloques al azar, evaluándose el híbrido Silverado. Las variables de respuesta fueron: el número de larvas en estadios uno y dos, número de frutos dañados por *Heliothis zea* Boddie, y rendimiento de fruto sano en kg/ha.

Estadísticamente los tres tratamientos *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus thuringiensis* más Virus de la poliedrosis Nuclear y el control químico (*Metomil*, *Naled* y *Permetrina*) fueron los que alcanzaron el mayor rendimiento. Las mayores tasas de retorno marginal fueron presentadas por el testigo relativo (*Metomil*, *Permetrina* y *Naled*) con 3,284 % y *Bacillus thuringiensis* con 2,548 %.

1. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) es uno de los cultivos más importantes económicamente en la Región Centroamericana, en la que se cultivan alrededor de 21,000 ha/año, lo que representa un valor aproximado de 50 millones de dólares (6).

Las plagas de insectos que atacan el cultivo de tomate en Centroamérica son comunes. En Guatemala se reportan las siguientes: la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Guennadius) y el complejo de gusanos del fruto principalmente *Heliothis zea* Boddie, *Spodoptera* sp. y falso medidor (*Trichoplusia nii*).

En Guatemala los problemas causados por la mosca blanca y el geminivirus se manejan adecuadamente con el uso de insecticidas químicos apropiados (sistémicos y de contacto). También para el mejor manejo se han utilizado fertilizantes orgánicos e inorgánicos para nutrir apropiadamente la planta de tomate. La concentración de nutrientes en la planta permite que este interactúe con la concentración de virus en la parte media del tallo y follaje evitando así el taponamiento en sus haces vasculares y la muerte de la planta por marchitez (6).

El daño ocasionado por el gusano del fruto de tomate es de tipo directo principalmente por la especie de *H. zea*, provocando disminuciones del 10% en el rendimiento en Panamá y Costa Rica y del 20 al 40% en Guatemala. Esto se debe a que el gusano provoca perforaciones a los frutos del tomate, principalmente a los frutos de diámetro menor a 2.5 cm. Los agujeros causados por el gusano al fruto son una de las vías de acceso para hongos, especialmente *Botritis* sp. lo que contribuye a la disminución del rendimiento. Generalmente en el estado larvario, el gusano del fruto (*H. zea*), necesita alimentarse de varios frutos ocasionando daño en forma parcial para poder completar su desarrollo. El desarrollo del gusano en general, esta asociado con flores de la planta de tomate, debido a que estas atraen a las hembras para ovipositar (3).

Para obtener rendimientos adecuados, los agricultores hacen uso de plaguicidas de todo tipo (clorados, carbamatos, fosforados y piretroides), para el control del gusano del fruto de tomate. Debido a esto, se han elevado los costos de producción y se provocan daños al medio ambiente.

En la actualidad para resolver los problemas de las plagas del fruto de tomate se pueden utilizar distintas estrategias y tácticas, principalmente, el control biológico como un componente del manejo

integrado en la que mediante la acción de parásitos, depredadores o patógenos se mantiene la densidad de las poblaciones de la plaga por debajo de poblaciones que puedan representar un daño económico (13).

El control biológico ya establecido, es hasta cierto grado permanente, lo que significa que el agricultor no tiene que incurrir en gastos mayores a los que representa un control convencional, con la ventaja de que el control biológico no presenta efectos secundarios de toxicidad, resistencia de la plaga o contaminación del medio ambiente.

El propósito fue generar información y un programa alternativo para el control de larvas de *H. zea*, para lo cual, se evaluaron agentes biológicos para su control utilizando el umbral de acción que consistió en realizar la aplicación de los tratamientos cuando se encontraron un promedio de cuatro larvas en todas las parcelas de muestreo, bajo las condiciones del valle de Salamá, Baja Verapaz.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo del tomate es una de las hortalizas de mayor importancia para Guatemala que permite mejorar el ingreso familiar. Debido a la introducción de nuevos cultivares y nuevas técnicas de siembra, las áreas de cultivo se han incrementado a lo largo de todo el país, especialmente en las zonas de las verapaces, oriente, centro y occidente (6).

Para satisfacer los requerimientos tanto del productor como del consumidor, el fruto del tomate debe ser de buena calidad y de buen rendimiento. No obstante, el cultivo del tomate es afectado la larva de *Heliothis zea* Boddie, lo cual no permite satisfacer los estándares de calidad y rendimiento que demanda el agricultor y el consumidor. Esta plaga, ataca directamente a los frutos, especialmente, a los menores de 2.5 cm de diámetro por estar asociados con las flores de la planta de tomate, por ser éstas atractivas a las hembras para ovipositar (3).

El ataque directo del gusano hacia el fruto causa daño (agujeros), e indirectamente permite de esta manera el acceso de hongos principalmente *Bo.ritis* sp. el cuál causa la pudrición del fruto, disminuyendo así el rendimiento de un 20 a un 40 % (6).

Debido a la falta de alternativas de control, el agricultor se ha dedicado al uso inadecuado y multidireccional de los insecticidas químicos como forma de control, permitiendo así la posible resistencia y tolerancia de la plaga, residualidad de plaguicidas en los frutos, intoxicaciones humanas y contaminación al medio ambiente (6, 13).

Por esta razón la investigación comprendió la evaluación de cinco alternativas prácticas para el control de ésta plaga.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE TOMATE

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), es una de las hortalizas de mayor importancia en América Central. Para la producción de este cultivo se dedican alrededor de veintiún mil ha/año lo que genera un valor de aproximadamente cincuenta millones de dólares (6).

En Guatemala la producción de tomate se ubica en las regiones de Nororiente, Norte; región Central y Altiplano Central y Occidental (1, 5).

3.1.2 IMPORTANCIA DEL GUSANO DEL FRUTO DE TOMATE

Entre las principales plagas que atacan al cultivo de tomate en la Región Centroamericana se encuentran: *Heliothis zea* Boddie, las cual causa disminuciones del 10% en el rendimiento en Panamá y Costa Rica y del 20 al 40% en Guatemala. El uso de insecticidas contra los insectos plaga, representa un porcentaje sustancial del 20 al 30% de los costos de producción invertidos en el combate de plagas (Cuadro 1) (6).

Las producciones comerciales de variedades e híbridos de tomate en el Centro experimental de Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala han permitido el manejo integrado de las larvas durante la floración y fructificación, utilizando entomopatógenos como: Virus de la poliendrosis nuclear, *Bacillus thuringensis* Berliner y otros. Por otro lado las producciones de tomate en el Centro Experimental del ICTA y proyecto MIP-CATIE en Baja Verapaz, han desarrollado la tecnología del uso de *Trichogramma* para el control de huevos de *Heliothis* spp. Estos trabajos se han desarrollado en materiales vegetales que ya no se comercializan y en la actualidad existen nuevos materiales, por lo que se requiere evaluar el comportamiento de agentes de control biológico para conocer su efectividad y darle un mejor uso en la producción de tomate (13).

Cuadro 1. Principales plagas de insectos del cultivo de tomate en la región Centroamericana 1990 (6).

	Nombre común	Nombre técnico	Orden y familia
1	Larvas de gallina ciega de raíz	<i>Phyllophaga</i> spp.	Coleóptera (<i>Scarabaeidae</i>)
2	Larvas nocheros del suelo	<i>Agrotis</i> y <i>Spodoptera</i> sp.	Lepidóptera (<i>Noctuidae</i>)
3	Gusano alfiler	<i>Keiferia lycopersicella</i> (Walsingham)	Lepidóptera (<i>Gelechiidae</i>)
4	Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	Homóptera (<i>Aleyrodidae</i>)
5	Minador de la hoja	<i>Liriomyza</i> spp.	Diptera (<i>Agromyzidae</i>)
6	Afidos o piojos del tomate	<i>Aphis gossypii</i> (Glover) y <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Homóptera (<i>Aphididae</i>)
7	Acaros de dos manchas	<i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Acari (<i>Tetranychidae</i>)
8	Acaros del chile o tostador	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks)	Acari (<i>Tarsonemidae</i>)
9	Falso medidor	<i>Trichoplusia nii</i> (Webner)	Lepidóptera (<i>Noctuidae</i>)
10	Gusano cachudo	<i>Manduca sexta</i> (Linnaeus)	Lepidóptera (<i>Sphingidae</i>)
11	Gusano del fruto	<i>Spodoptera sunia</i> (Guenee)	Lepidóptera (<i>Noctuidae</i>)
12	Gusano del fruto	<i>Heliothis zea</i> (Boddie)	Lepidóptera (<i>Noctuidae</i>)

3.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Heliothis zea* Boddie

Las larvas del fruto del tomate son conocidas también con los nombres comunes de: Gusano elotero o gusano de la mazorca en maíz, gusano bellotero o gusano de la cápsula en algodón y gusano de la yema en tabaco (15). Su clasificación taxonómica es:

CLASE:	Insecta
ORDEN:	Lepidóptera
FAMILIA:	Noctuidae
GENERO:	<i>Heliothis</i>
ESPECIE:	<i>Heliothis zea</i> (Boddie)

3.1.4 DESCRIPCIÓN *Heliothis zea* Boddie

HUEVO: Es de forma esferoide y/o redondeados, levantados, con la superficie estriada radicalmente y un poco aplastado por los polos, más pequeños que una cabeza de alfiler. Usualmente son de color cremoso, pero a medida que maduran toman un color claro, que se oscurece cuando se aproxima la eclosión, presentando además un punto oscuro en la parte superior (4).

Osorio y Vaughan (19) indican que los huevos recién ovopositados son de color blanquecino sin embargo, a los dos o tres días siguientes se pueden observar en su superficie una pequeña banda de color rojizo; al cuarto día esta franja es ya visible, su longitud ha aumentado y se nota que se extiende alrededor del huevo; al quinto día la franja está completamente roja, lo que indica que la larva está por nacer.

LARVA: Recién nacida mide de 1 a 15 mm de largo y presenta un color café claro con cabeza oscura. En los estadios iniciales, las larvas generalmente son verdes, sin embargo, la coloración del complejo *Heliothis* en el campo es muy variable, encontrándose tonos de: verde amarillento, verde rojizo, café, rosado y pardo negro. Las larvas son de color mas claro en la parte inferior, en realidad el color del cuerpo parece ser afectado por las plantas que consumen (12, 16).

Las larvas maduras pueden presentar una línea blanca longitudinal en el dorso y varias líneas supraespiraculares de tonos oscuros en forma de "zig-zag". Estas son las características que permiten diferenciar bien al *Heliothis zea* Boddie de otras larvas de lepidópteros (12).

PUPA: La pupa es de color café claro o café obscuro y brillante, miden de 15 a 18 mm de longitud típicamente obtectas. Toscano *et al.* (21) indican que la pupa mide 1.88 cm de largo y 1.25 cm de grueso, en media.

ADULTO: Los adultos son llamados comúnmente palomillas nocturnas. El *H. zea* adulto con las alas abiertas mide de tres y medio a cuatro centímetros de envergadura. Las alas anteriores son de color pardo y presenta en su tercio exterior una línea curva transversal formada por pequeños puntos mitad negros y mitad blancos. El sector central se distingue una mancha casi negra semicircular con la porción curva hacia dentro. Las alas posteriores son blancas amarillentas, con la tercera parte exterior marrón o gris obscuro. En ambas alas hay una tendencia a destacarse las nervaduras (6).

El adulto macho varía de gris al verde olivo, mientras que la hembra es de color café claro. Los machos son de mayor tamaño que las hembras en la proporción 1:09:1. La amplitud de las alas es de 40 mm y el largo del cuerpo es de 18 mm (15).

3.1.5 COMPORTAMIENTO DE *Heliothis zea*

Cuando son adultos son palomillas crepusculares, rara vez se les ve volando durante el día en campos fuertemente infestados (15).

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

En cuanto a la hora de oviposición, Castro, citado por Bran (5), indica que la hembra de *Heliothis*, pone sus huevos a cualquier hora de la noche. En un período de 3 a 4 días oviposita entre 1,000 a 2,000 huevos. La hembra oviposita individualmente en el haz o el envés de las hojas, rara vez en botones florales o en el tallo.

Reyes citado por Bran (5), indica que la duración de la etapa de huevo a nivel de campo dura aproximadamente de 3 a 4.5 días, la etapa de larva dura de 9 a 19.63 días, la etapa de pupa de 13 a 14.75 días y la etapa de adulto de 9 a 9.98 días. El ciclo tiene una duración de aproximadamente 45 días.

En estado de larva daña aproximadamente entre 5 a 6 frutos, perforándolos, además daña botones florales. La larva al estar introducida en un fruto no permite la cohabitación con otra larva y toma una actitud de canibalismo (6).

3.1.6 TIPO DE DAÑO AL CULTIVO DE TOMATE

En el cultivo de tomate, las larvas se pueden alimentar al principio de las hojas, y eventualmente al encontrar el camino hacia el fruto penetra en este. A menudo las larvas entran por debajo del cáliz produciendo una cavidad acuosa contaminada con heces y desechos de la piel (procedentes de la muda). Las heridas en el fruto comúnmente se encuentran infectadas por hongos y fermentos, así frutos dañados tempranamente se pudren antes de la cosecha. El daño de *H. zea* no siempre puede ser distinguido del daño

del gusano soldado (*Spodoptera sunia*); aunque el daño de gusano soldado es usualmente seco y poco profundo (6).

Buerket *et al.* citados por Evo e Hilje (10), indican que la larva de *H. zea* necesita alimentarse de varios frutos, generalmente con daño parcial para completar su desarrollo. Es por ello que las larvas muestran mucha movilidad dentro de una planta. Por haber abundancia de frutos en los estratos superior y medio, las larvas tienden a incrementar su daño en dichos estratos.

Wilson *et al.* citados por Evo e Hilje (11), indican que los frutos verdes de diámetros menores de 2.5 cm son dañados tempranamente, pues por lo general están asociados con flores, las que atraen a las hembras para ovipositar.

Los frutos dañados corresponden a los de diámetros de 2.5 cm, los que predominan en el estrato superior de la planta, mientras que los frutos de diámetros mayores a 2.5 cm están en el estrato medio, incluso en el inferior. Esto demuestra que el daño puede afectar por igual a los frutos pequeños y grandes (Cuadro 2). Este depende de la posición de los frutos dentro de la planta de su abundancia relativa en cada estrato, así como de la edad y movilidad de la larva (11).

CUADRO 2. Número de huevos, larvas y frutos dañados en tres estratos de la planta de tomate. Grecia, Alajuela, Costa Rica. 1992 (11).

SDS	PN	Estrato inferior				Estrato medio				Estrato superior			
		Huevo	Larva	FD/a	FD/b	Huevo	Larva	FD/a	FD/b	Huevo	Larva	FD/a	FD/b
9	10	1	0	0	11	22	2	11	11	20	6	17	0
10	11	0	0	0	6	18	0	3	16	36	6	25	6
11	13	0	0	0	7	1	12	8	14	20	17	21	0
12	13	1	3	0	8	2	18	7	15	7	20	15	5
13	13	0	3	0	6	8	14	8	15	14	17	17	7
14	13	0	2	0	6	0	18	11	14	4	20	17	2
Total		2	8	0	44	41	64	48	75	101	82	104	20

Observaciones: SDS semanas después de la siembra; PN promedio de nudos; FD/a diámetros menores de 2.5 cm; FD/b diámetros mayores de 2.5 cm.

3.1.7 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ASPECTOS ECOLÓGICOS

H. zea tiene una gran cantidad de plantas hospederas, la mayoría de las cuales son cultivadas en nuestro medio. Es una plaga que esta generalmente distribuida en todos los climas, se considera a nivel mundial pues se le encuentra en áreas donde se siembra algodón, tomate, maíz, tabaco; incluyendo regiones donde se cultivan plantas ornamentales (2, 12, 16, 18).

En Guatemala, esta plaga se ha dispersado en varias regiones productoras de tomate, como son los departamentos de Salamá, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa (5).

3.1.8 CONTROL BIOLÓGICO DE INSECTOS PLAGA

El control biológico natural se define como una fase del control natural en la que mediante la acción de parásitos, depredadores o patógenos sin intervención del hombre, se mantiene la densidad poblacional de otro organismo a un promedio más bajo que el que existía en su ausencia (8).

Con base en esta definición, se indica que el objetivo del control biológico aplicado no persigue la eliminación completa de los organismos dañinos, sino más bien la reducción o la limitación de su densidad poblacional por debajo de umbrales de daño económico. Hay que hacer resaltar que el control biológico se vale únicamente de organismos vivos para sus propósitos (8). Al control biológico le corresponde abarcar métodos por medio de los cuales se aumenta la resistencia de las plantas contra el daño ocasionado por factores bióticos y abióticos (8). El método de control biológico es sumamente importante para realizar estudios cuidadosos de los ecosistemas analizando la interferencia que el hombre ha realizado en la ecología (9).

En la naturaleza, aun cuando uno o más insectos benéficos mantengan una situación de equilibrio, este se puede romper, dando lugar a repentinos incrementos en las poblaciones de algunos insectos dañinos. En el caso de los cultivos cuando se incrementa una población de insectos-plaga se realizan aplicaciones de insecticidas. Esto amenaza con rupturas adicionales del equilibrio biológico y el consiguiente aumento del problema, llevando tanto a mayores gastos por parte del agricultor y a efectos indeseables en el medio ambiente. Cuando la eficiencia de los enemigos naturales de las plagas se ve afectada por una determinada causa se tiene que recurrir a ciertas técnicas que permiten compensar ese problema (9).

3.1.9 USO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE PLAGAS DE INSECTOS

3.1.9.1 *Bacillus thuringiensis* Berliner Variedad Kurstaki

Es una bacteria formadora de esporas que produce una proteína cristalina de características tóxicas (delta endotoxina). Cuando las esporas y los cristales de *Bacillus thuringiensis* son ingeridos por un hospedero susceptible, se produce una parálisis general que mata al insecto a las pocas horas o aún después de 4 ó 5 días, dependiendo del serotipo o cepa de *B. thuringiensis* y la susceptibilidad del insecto (8).

La mayoría de los serotipos o cepas tienen actividad primaria, controlan larvas de Lepidóptera, pero el serotipo descubierto más recientemente, el H-14 *B. thuringiensis israelensis*, es bastante activo contra las larvas de mosquitos y moscas negras (8).

Las larvas de Lepidóptera son susceptibles a la acción tóxica de los cristales, mientras que otras son susceptibles a la acción combinada de esporas y cristales. Por otro lado las larvas de himenópteros fitófagos también son susceptibles a la acción de *Bacillus thuringiensis*. Los lepidópteros susceptibles sólo a los cristales se dividen en los tipos I y II, basándose en su respuesta a la ingestión de cristales: Los insectos de tipo I abarcan sólo algunas especies, desarrollan una parálisis general y mueren después de 1-7 horas (8).

Los insectos del tipo II no desarrollan parálisis general y mueren después de 2 a 4 días después de la ingestión de cristales. Los insectos más susceptibles quedan dentro de la categoría II. Después de la ingestión de las esporas, el primer síntoma en ambos tipos es que las larvas pierden voracidad y dejan de alimentarse (15).

Coopel y Mertins, citados por Estrada (9), describen respecto a la reacción de los insectos al *B. thuringiensis* los cuales incluyen los tipos siguientes:

TIPO I (*Manduca sexta*), se paraliza todo el cuerpo y sube el pH sanguíneo después de la ingestión de la delta endotoxina.

TIPO II (*Trichoplusia nii*), éste grupo abarca a la mayoría de los lepidópteros que sufren solamente parálisis del intestino al ingerir la delta endotoxina y mueren de septicemia generalizada o de hambre.

TIPO III. (*Anagasta kuehniella*), este grupo necesita la presencia de esporas y toxinas para morir, no se observa parálisis del intestino, pero las esporas viables invaden todo su hemocele y los matan.

TIPO IV. (*Mamestra brassicae*), incluyen a las larvas de Lepidóptera no susceptibles a la delta endotoxina.

Dentro de los productos de *B. thuringiensis* que tienen solamente las toxinas están el Javelin, Dibeta y Dipel 41; los productos que contienen esporas viables son Thuricide, BST-88, Dipel WP. Las cepas de *B. thuringiensis* comerciales son la HD-1 *B. thuringiensis* Var. Kurstaski y *B. thuringiensis* Var. Berliner, existe otra variedad llamada *B. thuringiensis* Var. Israelensis usada para el control de larvas de mosquitos en programas de salud pública (9).

3.1.9.2 Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN)

Estrada (9), sin citar la fuente, indica que la mayoría de estos virus se han aislado de Lepidóptera (86%). Al ser las larvas de los lepidopteros infectados por VPN, este se hace más pronunciado en el núcleo de las células sanguíneas, la hipodermis, el cuerpo graso y el forro epitelial de la tráquea. En los estadios más avanzados de la infección, la larva se vuelve "macilenta", se le decora la piel y tiene apariencia oleosa. La piel se vuelve muy frágil y la hemolinfa se vuelve turbia. Antes de morir la larva infectada se sube hasta el punto más elevado y muere; su cuerpo aparece colgando de las ramas superiores de la planta que le sirvió de alimento. Después de la muerte el tegumento de las larvas frecuentemente se rompe liberando millones de poliedros que frecuentemente contaminan a la planta hospedera que las alimenta.

Las partículas de VPN tienen forma de bastón y varían entre los 20 y 50 nanómetros en diámetro y entre 200 y 400 nanómetros en longitud (8).

Los virus se pueden utilizar a escala artesanal recolectando larvas enfermas del campo y guardándolas congeladas para ser utilizadas después o en la próxima temporada, asperjándolas sobre las plantas que se quieren proteger, se estima, dependiendo de la especie de la plaga y el cultivo, que son suficientes de 25 a 100 larvas grandes muertas por hectárea. Las larvas, para lograr un mejor efecto, se maceran en agua corriente y se cuelan en cedazo para aplicarlas con bombas o cualquier otro equipo de aplicación. Es mejor agregar azúcar negra, panela o melaza en la proporción de 2 al 5% en peso (8).

3.1.10 Neem o árbol insecticida (*Azadirachta indica*)

Gran número de plantas de la familia Meliaceae se investigan en la actualidad por su uso potencial en la utilización como plaguicidas (9). Coopel y Mertins, citados por Estrada (9), indican que el Neem es un árbol de rápido crecimiento, nativo de la india, pero actualmente se encuentra distribuido en muchos países del mundo incluyendo América Central. Es efectivo contra 194 diferentes especies de insectos, ácaros y nemátodos, este árbol repele a los insectos y en algunos casos les reduce el apetito.

Muchas partes del Neem se pueden usar tales como las hojas, semillas, pepita de la semilla y hasta la cáscara del árbol. Todo el árbol es de sabor amargo pero la parte más efectiva como repelente está en la pepita de la semilla. Tiene además la ventaja de no ser tóxico para los animales de sangre caliente incluyendo a los seres humanos. Sus principales sustancias activas son la Azadirachtina, y en menor proporción, contiene Meliantriol y Salanina. Tiene efecto sistémico, porque al absorberlo, algunas plantas se vuelven inapetecibles para ciertos insectos. Además el Neem mata o repele el ataque de insectos en los cultivos y altera su metabolismo (esterilización, órganos vitales atrofiados, pérdida de apetito, etc.).

3.1.11 MANEJO INTEGRADO DE *Heliothis zea* Boddie

ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS: Las estrategias de prevención, manejo y supresión en su conjunto son poco aplicados. Los agricultores utilizan únicamente la estrategia de supresión para bajar la población de esta plaga (6).

La única táctica actualmente usada por los agricultores es la supresión con el control químico. Se han utilizado un gran número de ingredientes activos para esta plaga, lo que ha redundado en cambios en la susceptibilidad del insecto a los plaguicidas. Los ingredientes activos más utilizados son la cipermetrina (Feron 200 EC), metomil (Lannate), malation + metilparation (Cygard 500 EC) (13).

Evo e Hilje (11) mencionan que para el manejo integrado del *H. zea*, los umbrales de acción deben ser preventivos basados en el recuento de huevos y larvas recién emergidas y de frutos pequeños menores de 2.5 cm de diámetro. El manejo principal se ha realizado con la táctica de control biológico con los insectos parasitoides y los entomopatógenos principalmente bacterias del grupo *B. thuringiensis* y virus de la poliendrosis nuclear (VPN).

3.1.12 INVESTIGACIONES REALIZADAS CON AGENTES BIOLÓGICOS

Según López (17), en la Evaluación de Agentes de control Biológico del complejo de gusanos del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) bajo las condiciones del Valle de San Jerónimo, Baja Verapaz, concluyó que el uso de productos biológicos y los químicos resultaron tener el mismo efecto en la disminución de las poblaciones del complejo de gusanos.

Evo e Hilje (11) en su trabajo distribución de los estados inmaduros y el daño de *H. zea* en la planta de tomate en Costa Rica, concluyeron que la tendencia en la distribución de las larvas fueron similares a los de los huevos. Su mayor presencia en los estratos medio y superior, se debe a que son los sitios de mayor oviposición y en los que se encuentran las flores y frutos pequeños. La cantidad de frutos dañados en los estratos superior y medio coincide con la distribución de huevos y larvas. Indica también que en el manejo integrado de *H. zea* los umbrales de acción deben ser preventivos, basados en el recuento de huevos y larvas emergidas y de frutos pequeños menores de 2.5 cm.

3.1.13 TASA MARGINAL DE RETORNO

3.1.13.1 Análisis marginal

Este tipo de análisis se basa en el concepto de la utilidad que genera la última unidad producida, para esto es necesario saber el costo y el ingreso generado por la última unidad producida.

Este análisis se realiza generalmente cuando se quieren hacer recomendaciones al agricultor y se utiliza cuando las fuentes de variación (alternativa de producción), en el experimento se enfocan hacia cantidades de insumos y/o mano de obra, por ejemplo distintas cantidades de insecticidas, fungicidas y densidades de población etc., además se recomienda cuando son muchos los tratamientos. No obstante, el buen juicio agronómico y el análisis estadístico llevará a una decisión respecto a las diferencias de rendimiento entre los tratamientos de un experimento (7).

Si el investigador duda que existen diferencias reales de rendimiento, se comparan los costos variables totales de cada tratamiento y lógicamente se prefiere el de menor costo, si por el contrario se tiene certeza en que las diferencias observadas representan diferencias reales entre los tratamientos deberá entonces efectuarse un análisis marginal completo (7).

3.1.13.2 Presupuesto parcial

El presupuesto parcial se utiliza para ordenar datos experimentales tales como las medias de rendimiento de cada tratamiento, así como el precio del producto, el cual se multiplica por el rendimiento promedio lo que dará el beneficio bruto. Además debe aparecer el costo variable, el cual está integrado por lo que se gasta en insumos o mano de obra y la suma de ambos será el costo variable total (7).

El presupuesto parcial finaliza calculando la diferencia entre el beneficio Bruto y el Costo Variable Total, dará el Beneficio Neto (7).

3.1.13.3 Análisis de Dominancia

Una vez obtenido el Beneficio Neto se procede a ordenar los tratamientos colocando los costos que varían de menor a mayor con su respectivo beneficio neto, luego se procede a comparar cada una de las alternativas tomando como comparador el costo variable, procediendo a aceptar todas aquellas alternativas con un beneficio neto mayor y eliminando, aquellas con un benéfico neto igual o menor. La comparación dará como resultado obtener las alternativas eliminadas por tener un benéfico neto igual o menor. La comparación dará como resultado obtener alternativas dominadas y no dominadas. Serán dominadas (D) las alternativas eliminadas por tener un beneficio neto igual o menor y las no dominadas (ND) pasaran al análisis marginal para calcular la Tasa Marginal de Retorno (TMR) (7).

3.1.13.4 Tasa marginal de retorno (TMR)

Para calcular la TMR se procede a ordenar las alternativas no dominadas resultante del análisis de dominancia, tal como se colocaron en el análisis anterior, o sea de menor a mayor costo variable con su respectivo beneficio neto, luego se procede a calcular el incremento en costo variable y en Beneficio Neto (BN), finalmente se procede a dividir el incremento en Beneficio entre el incremento en Costo Variable (CV) y se multiplica por cien, así: (7)

$$\text{TMR} = \frac{\Delta \text{BN}}{\Delta \text{CV}}$$

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La evaluación se desarrolló en la aldea San Juan del Municipio de Salamá del Departamento de Baja Verapaz. La aldea de San Juan se encuentra ubicada geográficamente en el valle de Salamá en las coordenadas Latitud norte 15° 5' 5", Longitud 90° 17' 30", con una elevación de 970 metros sobre el nivel del mar (14).

Las condiciones climáticas para el valle de Salamá son: Precipitación media anual de 876.96 mm, distribuidos entre los meses de mayo a octubre, la temperatura media anual es de 23 grados centígrados, una humedad relativa de 74.73% (20).

Los suelos del área donde se llevó a cabo el experimento son de la serie Salamá y Chicaj con textura franco arenosa, bien drenados y con poca capacidad de abastecimiento de humedad. Presenta pendientes promedio de 20% (20).

3.2.2 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

Para la realización de la investigación se utilizó el híbrido Silverado, el cual se adapta muy bien a las condiciones que presenta el área experimental y a la época a realizar la investigación. Planta de hábito determinado con fruto en forma de pera. Las plantas son muy densas y muy productivas, de tamaño mediano los frutos son de 80 gramos de peso. A este híbrido se le ha agregado resistencia al *Verticillium*, *Fusarium* raza I y II y a *Alternaria*. Es un híbrido utilizado para el mercado fresco y la industria (1).

4. OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar el efecto de cinco prácticas basadas en productos insecticidas en el control del gusano (*Heliothis zea* Boddie (Lepidóptera: Noctuidae)) en el fruto del tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) para generar información básica y soluciones técnicas apropiadas para el agricultor.

ESPECÍFICOS:

- 1.- Evaluar cuál de los insecticidas de origen biológico, una combinación de estos, uno botánico y tres químicos, ejerce mejor control sobre las poblaciones de larvas del fruto del tomate.
- 2.- Evaluar cuál de los insecticidas aplicados permite un mayor rendimiento del cultivo.
- 3.- Determinar cuál de los insecticidas, solos o combinados, proporciona la mayor tasa de retorno marginal.

5. HIPÓTESIS

1. Al menos uno de los insecticidas, solos o combinados, usado como práctica es estadísticamente diferente en cuanto al control de poblaciones de larvas del fruto de tomate.
2. Con todos los insecticidas aplicados se obtiene el mismo rendimiento.
3. Al menos uno de los insecticidas evaluados, solos o combinados, es económicamente diferente.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO 1: Aplicación de *B. thuringiensis* variedad Kurstaki de amplio espectro, principalmente para eliminar *H. zea* y *Spodoptera* sp., en dosis de un litro por hectárea, equivalente a un ingrediente activo de 9×10^8 de esporas vivas y 9×10^8 de cristales tóxicos de BST 88 A (nombre comercial).

TRATAMIENTO 2: Aplicación de virus de la poliedrosis nuclear (VPN-ultra), (1.6×10^{10} cuerpos poliédricos). Mezcla de varios virus. Se usó una dosis de 1.4 kg./ha, equivalente a 1.2×10^{10} de cuerpo poliédricos por kilogramo.

TRATAMIENTO 3: Aplicación de NEEM, en una dosis de 2 litros/ha. (ACT BOTANICO).

TRATAMIENTO 4: Aplicación de *B. thuringiensis* (0.5 lts/ha) más VPN-ultra (0.70 kgs/ha).

TRATAMIENTO 5: Testigo del agricultor. NUDRIN (metomil) se aplicó una dosis de 1.5 lts/ha, GUSAFIN 10 EC (Permetrina) se aplicó una dosis de 1 lt/ha y DIBRON (Naled) se aplicó una dosis de 0.75 lts/ha.

TRATAMIENTO 6: Testigo absoluto. Sin ninguna aplicación.

Las aplicaciones se efectuaron a partir de los 44 días después del trasplante, previo muestreo y detección del umbral de acción de 4 larvas L1 – L2 siguiendo los criterios del CATIE (6) (Cuadro 3).

La siembra de las plantas se efectuó el 9 de marzo de 2000.

CUADRO 3. Tratamientos evaluados para el control del gusano del fruto del tomate híbrido Silverado, en el Valle de Salamá, Baja Verapaz. 2000.

TRATAMIENTOS	Aplicación después del trasplante (en días)							
	44	51	59	66	73	80	87	94
<i>B. thuringiensis</i>	B	B	B	B	B	B	B	B
VPN	V	V	V	V	V	V	V	V
Neem	N	N	N	N	N	N	N	N
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	BV	BV	BV	BV	BV	BV	BV	BV
MGD	M	G	D	M	G	D	M	G

Ref. B = *B. thuringiensis* (BST 88 A), BV = *B. Thuringiensis* más VPN, D = Naled (DIBRON),
G = Permetrina (GUSAFIN 10 EC), M = metomil (NUDRIN 90), N = *Azadirachta indica* (Neem),
V = Virus de la Poliendrosis Nuclear (VPN-ultra).

La aplicación de los tratamientos se comenzó al momento de alcanzar el umbral de acción (nivel crítico), o sea, al encontrar un promedio en todas las parcelas de cuatro larvas L1 a L2 (6).

6.2 VARIABLES DE RESPUESTA

a) NÚMERO DE LARVAS (L1 - L2): Se empezaron los muestreos a partir del transplante (9 de marzo de 2000). Se tomaron 10 plantas aleatoriamente por semana, se tomó la flor más alta de cada planta y se examinaron tres hojas inmediatamente inferiores a la flor más alta, ya mencionada, en el haz y envés, anotando el número de larvas en los estadios L1 - L2. Para la corroboración del tipo de larva se tomaron muestras y se trasladaron al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

b) NÚMERO DE FRUTOS AFECTADOS SEMANALMENTE: En cada uno de los muestreos se realizó el conteo de los frutos dañados con perforaciones iniciales o avanzadas de los gusanos en la parcela neta.

c) RENDIMIENTO EN KG/HA: Al empezar la maduración de los frutos en cada parcela neta se procedió a cosecharlos y pesarlos para llevar un registro del rendimiento solamente de los frutos que no estuvieran afectados por larvas.

6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, compuesto de seis tratamientos y cuatro repeticiones. Utilizando el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} : U + T_i + B_j + E_{ij}$$

En dónde:

Y_{ij} : variable de respuesta de ij - ésima parcela.

U : de la media general.

T_i : efecto de la i -ésima aplicación (1...6)

B_j : efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} : efecto del error experimental asociado a la ij -ésima parcela de tomate.

6.4 TAMAÑO DE UNIDAD EXPERIMENTAL

Los bloques fueron de 42 metros de largo por 5 metros de ancho. Cada bloque estuvo separado entre sí por 4 metros para evitar derivas y efectos no deseados. La distancia entre parcelas de cada bloque fue de 1 metro. La unidad experimental (parcela bruta) fue de 6 metros de largo por 5 metros de ancho, cada una separada de 1 metro; el área fue de 30 m² y el número de plantas fue de 60 plantas/parcela bruta. La unidad de muestreo (parcela neta) fue de 5 metros de largo por 3 metros de ancho; el área fue de 15 m². Las cabeceras fueron de 0.5 metros eliminando dos plantas por cabecera y los bordes fueron de 1 metro eliminando un surco de borde y el número de plantas fue de 24 plantas/parcela neta. La distancia de siembra considerada fue de 1 metro entre surcos y 0.5 metros entre plantas (Figura 1A y 2A).

6.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.5.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Se inició con la preparación del terreno efectuando un paso de arado y dos pasos de rastra, luego se trazó el terreno con estacas y se efectuó la desinfección del suelo con *Dazomet* (Basamid).

6.5.2 SIEMBRA

Las plantas de tomate de la variedad Silverado fueron compradas en pión a la empresa Pegón Piloncito, las que fueron transplantadas al campo definitivo a los treinta días de germinadas y la siembra se efectuó mediante un "chuzo" para abrir hoyos (9/3/2000).

6.5.3 FERTILIZACIÓN

La fertilización se realizó de la siguiente manera: después del trasplante se realizó una aplicación de triple quince (15-15-15) a razón de 450 kg/ha. A los 22 días después del trasplante se realizó la segunda aplicación con 18-6-12 utilizando un dosis de 389 kg/ha. A los 44 días después del trasplante se realizó la tercera y última aplicación de fertilizante granulado (13-0-46) a razón de 450 kg/ha. Se realizaron también aplicaciones de fertilizantes foliares como Byfolan forte y Micromins a partir de los 15 días después del trasplante hasta los 60 días, aplicándolo una vez por semana.

6.5.4 CONTROL DE MALEZAS

Se efectuaron tres limpiezas, las cuales consistieron en: remoción de la tierra con azadón del centro del surco al pie de cada planta de tomate, procurando formar camellones para mejorar el desarrollo radicular de la planta, la primera limpieza se realizó a los quince días después del trasplante, luego a los cuarenta y sesenta días después del trasplante.

6.5.5 CONTROL FITOSANITARIO

Para el control de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Guennadius) y otras plagas se aplicó el insecticida *Imidacloprid* (Confidor), en el semillero hasta el momento del trasplante de las plantas de tomate.

Para el control de enfermedades como el hongo *Rhizoctonia* (mal del talluelo), *Alternaria solani* (tizón temprano), *Phytophthora infestans* (tizón tardío), etc, se utilizaron fungicidas en forma preventiva y curativa (Cuadro 18A).

El manejo de los productos biológicos se inició cuando se alcanzó el umbral de acción, o promedio de cuatro larvas en todas las parcelas.

Los productos biológicos se manejaron bajo las siguientes condiciones:

- a) El transporte de los productos se hizo en una hielera para conservarlos a una temperatura adecuada y evitar su exposición al sol.
- b) Se aplicaron en la dosificación señalada en la descripción de los tratamientos (página 18).
- c) Se aplicaron entre las 7:00 y las 10:00 a.m.
- d) Se corrigió el pH de la mezcla, entre 6 y 7, en los productos biológicos como los químicos agregando un adherente, (pH agro).

6.5.6 TUTOREO

Se sembraron tutores de madera a cada metro de distancia, estos midieron 1.2 metros de largo; y se colocó "pita" (cinta plástica) de acuerdo con el crecimiento del cultivo.

6.5.7 COSECHA

La cosecha del fruto del tomate se realizó de acuerdo a su maduración dentro de cada unidad experimental, llevándose un control de rendimiento, así como también un control de frutos dañados por larvas de *Heliothis*.

6.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la evaluación de las cinco prácticas para el control del gusano *H. zea*, se efectuó un análisis de varianza del rendimiento en kg/ha, número de larvas y número de frutos afectados. Debido a que el análisis de varianza demostró diferencias significativas para las tres variables evaluadas, se realizaron las pruebas de Tukey respectivas. El nivel crítico para probar la significancia del análisis de varianza y las pruebas de Tukey fue de 5 % de probabilidad.

6.6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Siguiendo el enfoque de presupuestos parciales, se realizó un análisis económico para determinar cual de los tratamientos obtuvo la mayor rentabilidad. Para ello se estimaron los Costos Variables, Beneficios Netos, se practicó un análisis de dominancia y se calculó la tasa de retorno marginal siguiendo la metodología del CIMMYT (7), descrita en la página 14 de éste documento.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RENDIMIENTO DE FRUTO SANO DE TOMATE EN KG/HA.

Para medir el rendimiento de fruto sano de tomate en kg/ha en todo el ciclo del cultivo se realizaron lecturas semanalmente (nueve) a partir del momento en que los primeros frutos alcanzaron la madurez adecuada para la venta, hasta que se terminó la cosecha (Cuadro 4).

Los rendimientos alcanzados en cada uno de los tratamientos con su respectiva repetición estuvieron en el rango entre 21,155 para el Testigo Absoluto y 34,259 para MGD, donde se observa que el testigo utilizado por el agricultor (MGD) fue el que alcanzó un mayor rendimiento, seguido del *B. thuringiensis*, por lo cual fue necesario efectuar un análisis de varianza para determinar con cuál de los productos evaluados se obtuvo el mayor rendimiento (Cuadro 5).

CUADRO 4: Rendimiento de fruto sano expresado en kilogramos por hectárea en la evaluación de cinco prácticas para el control del gusano del fruto del tomate, en Salamá, Baja Verapaz. 2000.

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Promedio
<i>B. thuringiensis</i>	28,200	27,446	36,820	26,893	29,840
VPN	24,080	27,106	30,916	22,240	26,086
Neem	30,496	23,306	25,886	22,500	25,548
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	30,793	26,303	27,686	28,703	28,372
MGD	34,320	35,133	32,810	34,773	34,259
Absoluto (sin aplicación)	20,324	18,110	24,937	21,250	21,155

CUADRO 5. Análisis de varianza para la variable de rendimiento de fruto sano de tomate en kg/ha durante la época de cosecha del cultivo. Salamá. Baja Verapaz. 2000.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C	Pr>FC
Tratamientos	5	391909611.3	78381922.3	9.09*	0.0004
Bloques	3	56662946.0			
Error	15	129400365.5	8626691.0		
Total	23	577972922.8			

*=Existe significancia con $\alpha = 0.05$

C.V. = 10.66%

Debido a la significancia observada fue necesario hacer una prueba múltiple de medias. (Cuadro 6)

CUADRO 6. Prueba de medias (Tukey) para el rendimiento de fruto de tomate sano en kg/ha. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

Tratamiento	Promedios (kg/ha)	Grupo Tukey
MGD	34,259	A
<i>B. thuringiensis</i>	29,840	A B
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	28,372	A B
VPN	26,086	B C
Neem	25,548	B C
Absoluto (sin aplicación)	21,155	C

Los mayores rendimientos correspondieron al tratamiento del agricultor (MGD), al *B. thuringiensis* y *B. thuringiensis* + VPN con 34,259 kg/ha, 29,840 kg/ha y 28,372 kg/ha respectivamente. Estadísticamente las medias de estos tratamientos se consideran iguales o equivalentes al no existir diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, es importante tomar en cuenta las ventajas que presenta la utilización de *B. thuringiensis* y VPN respecto a la diversidad de productos químicos utilizados por el agricultor.

Gráficamente se observa el rendimiento promedio de fruto sano en cada uno de los tratamientos al final del estudio, donde se pueden apreciar los resultados obtenidos y nuevamente se corroboró que el testigo utilizado por el agricultor fue el que alcanzó el rendimiento más alto seguido del *B. thuringiensis* y *B. thuringiensis* + VPN (Figura 3).

En los tres tratamientos que presentaron los mayores rendimientos es importante hacer notar que fueron los tratamientos que presentaron menor número de frutos dañados (cuadro 7). Este aspecto es muy importante debido a que se evidencia una protección del daño de las larvas hacia los frutos cosechados.

López (17) en su investigación sobre su evaluación de agentes biológicos para el control del complejo de gusanos del fruto del tomate bajo las condiciones del valle de San Jerónimo, Baja Verapaz, que incluyó la aplicación de *B. thuringiensis*, VPN, Tricograma, *B. thuringiensis* más VPN, *B. thuringiensis* más Tricograma, Tricograma más VPN, Neem más Carbonato de Sodio y como control químico un piretroide (*Permetrina*) determinó que no existieron diferencias significativas para la misma variable. Sin embargo, la alternativa química fue la que más número de larvas por parcela neta reportó. Es importante contrastar los resultados del control químico de López y del presente trabajo puesto que en la actual investigación la

alternativa química incluyó una rotación de tres diferentes ingredientes activos lo cual le permitió mantener una eficacia similar a la de los biológicos en el control de las larvas, mientras que López (17), solamente utilizó un ingrediente activo el cual fue menos efectivo en el control de las larvas que las alternativas biológicas. De cualquier manera las ventajas ambientales y de seguridad alimentaria de los biológicos los hacen ser más competitivos dadas las tendencias de liberación del comercio mundial en donde los mercados se están tornando cada vez más exigentes en cuanto a la calidad de los productos transados y, la inocuidad de los alimentos es un elemento esencial de calidad al que se le esta prestando cada vez más atención.

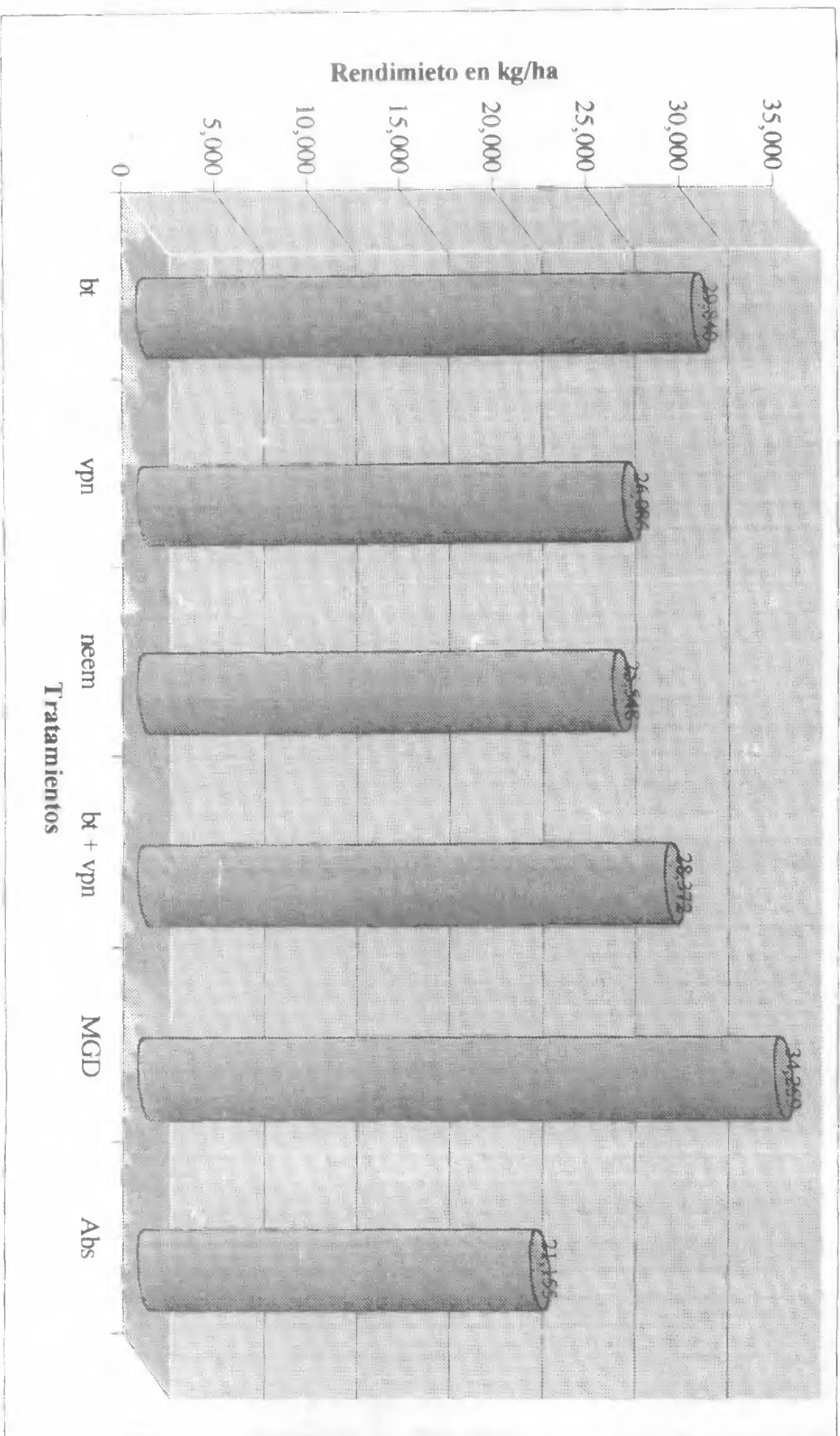


Figura 3. Rendimiento promedio de fruto sano en kg/ha. por tratamiento Salamá, Baja Verapaz.

7.2 NÚMERO DE FRUTOS AFECTADOS SEMANALMENTE DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO

Para la medición del número de frutos dañados se tomaron lecturas cada semana a partir de los 42 días después del trasplante. Se tomaron todos los frutos dañados por larvas de *H. zea*.

Los resultados obtenidos (Cuadro 7) muestran el total de frutos dañados por hectárea en cada uno de los tratamientos y en su respectiva repetición, siendo el tratamiento (*B. thuringiensis*) el que presentó un menor número de frutos dañados, mientras que el testigo absoluto (sin aplicación) es el que presentó mayor número de frutos dañados por *H. zea*.

Se puede observar que el tratamiento *B. thuringiensis* es el que presentó en promedio el menor número de frutos afectados por hectárea y el testigo absoluto (sin aplicación) es el que más frutos afectados presentó en promedio, lo cual corrobora los resultados obtenidos (Figura 4).

También se puede ver el comportamiento del número de frutos dañados durante todo el ciclo (Figura 5). Hasta los ochenta días después del trasplante el número de frutos dañados fue aumentando luego descendió (Figura 5). El descenso de los frutos dañados se pudo deber a que a los 73 días después del transplante comenzaron las lluvias (21 de Mayo) y esto probablemente influyó en la cantidad de larvas en los tratamientos. Para la realización de la figura 5 se utilizaron los datos que se obtuvieron en las lecturas que se realizaron semanalmente, en donde también se observa que el *B. thuringiensis* fue el que mejor control ejerció sobre la plaga (Cuadro 8A).

El número de frutos por hectárea estuvo dentro del rango de 22,942 que correspondió al *B. thuringiensis* y 54,750 para el testigo absoluto (sin aplicación), por lo cual fue necesario realizar un análisis de varianza para determinar cual de los productos utilizados tuvo el mejor control sobre las larvas de *H. zea* (Cuadro 9). Para poder realizar el ANDEVA fue necesario efectuar una prueba de normalidad a los datos.

CUADRO 7: Número de frutos afectados por *H. zea* por hectárea durante el ciclo del cultivo de tomate. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Promedio
<i>B. thuringiensis</i>	34,433	22,666	17,333	17,333	22,942
VPN	41,333	30,000	46,000	20,333	34,417
Neem	54,333	43,000	35,000	49,000	45,333
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	53,666	37,333	49,000	25,666	41,417
MGD	30,666	28,333	28,666	20,666	27,083
Absoluto (sin aplicación)	59,333	58,000	53,000	48,666	54,750

CUADRO 9. Análisis de varianza para la variable número de frutos dañados *H. zea* por hectárea durante todo el ciclo del cultivo. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C	Pr>FC.
Tratamientos	5	2816300304	563260061	12.30*	0.0001
Bloques	3	716754806			
Error	5	686841484	45789432		
Total	23	4219896593			

*= Existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$
C.V. 17.97 %

Debido a la significancia observada en el análisis de varianza efectuado fue necesario hacer una prueba de medias Tukey (Cuadro 10).

CUADRO 10. Prueba de Tukey para la variable número de frutos dañados por hectárea. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

TRATAMIENTO	MEDIAS (No.frutos/ha)	GRUPO TUKEY
Absoluto (sin aplicación)	54,750	A
Neem	45,333	AB
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	41,417	ABC
VPN	34,417	BCD
MGD	27,083	CD
<i>Bacillus thuringiensis</i>	22,942	D

De acuerdo al análisis estadístico realizado por la prueba Tukey como comparador múltiple de medias, se pudo observar que estadísticamente el tratamiento *B. thuringiensis*, MGD y VPN fueron similares. Sin embargo, el *B. thuringiensis* es el que efectuó un mejor control sobre las larvas de *H. zea* medido a través del número de frutos dañados por hectárea en todo el ciclo del cultivo, puesto 5,000 frutos dañados representan al menos 400 kilogramos de fruta que se podría vender por un valor medio de Q 1,000 en la temporada de menores precios, sumado a los beneficios ambientales y de seguridad alimentaria de la utilización de un producto biológico. Por lo tanto, aunque estos tratamientos fueron similares estadísticamente, es importante considerar la utilización de *B. thuringiensis* por las ventajas que presenta.

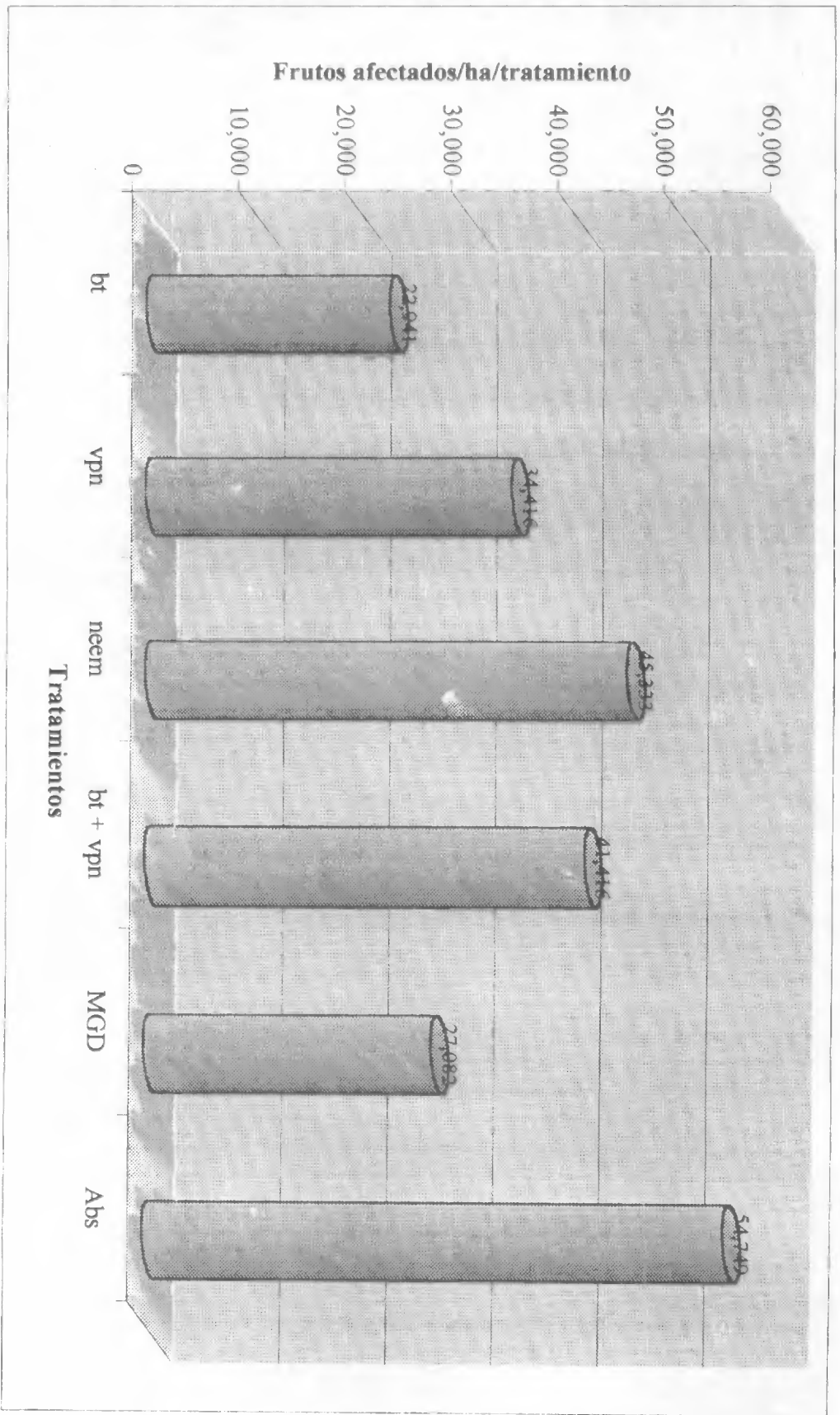


Figura 4. Promedio de frutos afectados por hectárea por tratamiento. Salamá, Baja Verapaz.

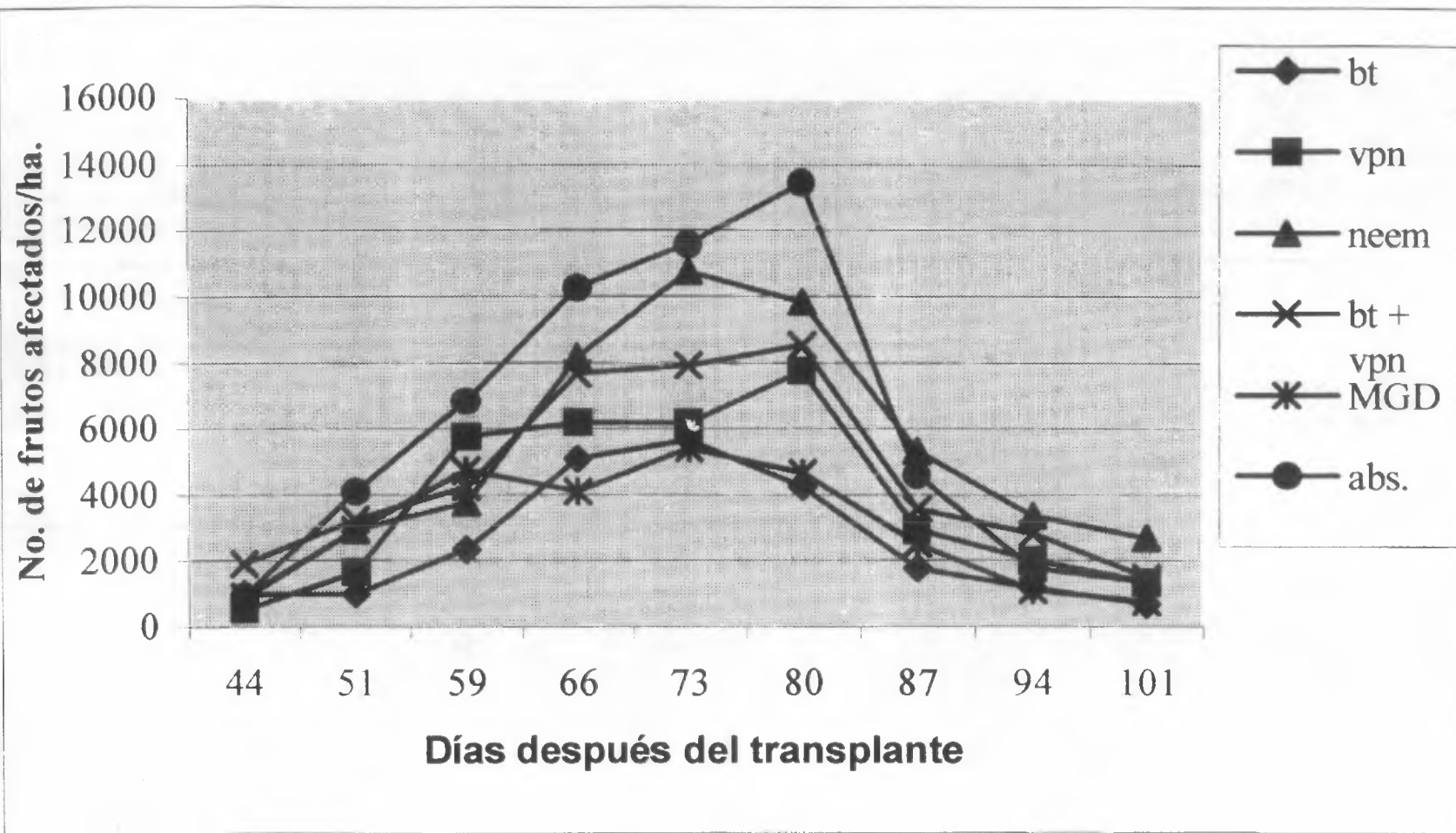


Figura 5. Número de frutos/ha afectados por larvas de *H. Zea* durante todo el ciclo del cultivo. Salamá, Baja Verapaz.

7.3 NÚMERO DE LARVAS EN ESTADIO L1 - L2 DE *Heliothis zea* Boddie DURANTE TODO EL CICLO DEL CULTIVO DE TOMATE

Esta variable fue medida a través de la realización de una lectura cada semana a partir de los 42 días después del trasplante hasta los 101 días. Las lecturas fueron realizadas a 10 plantas tomadas la azar por parcela neta de cada tratamiento en las cuatro repeticiones.

Con relación al número de larvas de *H. zea* encontradas por parcela neta, se puede observar que el tratamiento que menos cantidad promedio (13.75) larvas presentó fue el *B. thuringiensis*, seguido del testigo del agricultor (MGD) con un promedio de 16.50. El tratamiento que mayor número de larvas vivas presentó fue el testigo absoluto con 33.25 larvas de promedio (Cuadro 11).

Gráficamente se observa que el menor número de larvas L1-L2 en promedio fue alcanzado por el *B. thuringiensis* y el que mayor número de larvas presentó fue el testigo absoluto (Figura 6).

El comportamiento de las larvas de *H. zea* durante todo el ciclo del cultivo (Figura 7), se observó que el tratamiento *B. thuringiensis* seguido de MGD son los que menor número de larvas presentan después de haber realizado la primera aplicación en adelante. Hasta el día 73 todavía la cantidad de larvas es alta en los otros tratamientos (*B. thuringiensis* + VPN, Neem y Absoluto), luego, hubo un descenso en todos los tratamientos esto se puede atribuir a que es esa fecha comenzaron las lluvias de invierno lo que probablemente influyó en la muerte de las larvas.

El comportamiento que tuvo la larva en la evaluación fue normal y se comprobó con una prueba de normalidad (Cuadro 12A).

CUADRO 11: Número de larvas en estadios 1-2 de *H. zea* por 10 plantas por parcela neta durante el ciclo del cultivo, en la evaluación de cinco prácticas para el control del gusano que ataca al fruto de tomate. Salamá, Baja Verapaz. 2000

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
<i>B. thuringiensis</i>	27	10	9	9	13.75
VPN	37	23	19	13	23.00
Neem	31	27	18	20	24.00
<i>B. thuringiensis</i> más VPN	40	17	13	14	21.00
MGD	18	18	13	17	16.50
Absoluto (sin aplicación)	53	30	23	27	33.25

Para determinar cual de los productos utilizados realizó un mejor control sobre las larvas se efectuó un análisis de varianza (Cuadro 13).

CUADRO 13. Análisis de varianza para el número de larvas L1 - L2 de *H. zea* por cada 10 plantas por parcela neta. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

FUENTE DE VARIACION	G.L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F.C	P>FC.
Tratamientos	5	923.3333	184.6666	7.12*	0.0014
Bloques	3	1319.5000			
Error	15	389.0000	25.9333		
Total	23	2631.8333			

*= Existen diferencias significativas con $\alpha = 0.05$

C.V. 23.24%

Después del análisis realizado se determinó que si existieron efectos de los tratamientos aplicados sobre el control de larvas de *H.zea*. Debido a lo cual procedió a la realización de una prueba de medias Tukey (Cuadro 14).

CUADDRO 14. Prueba de Tukey para el número de larvas L1y L2 por cada 10 plantas por parcela neta de cada tratamiento. Salamá, Baja Verapaz. 2000

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPO TUKEY
Absoluto	33.250	A
Neem	24.000	AB
VPN	23.000	AB
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	21.000	B
MGD	16.500	B
<i>Bacillus thuringiensis</i>	13.750	B

El tratamiento que mejor efecto presentó sobre el control de larvas de *H. zea* fue el *B. thuringiensis*, pues presentó el valor medio más bajo de larvas L1 - L2 demostrando así mayor efectividad en el control. Estadísticamente fué igual al tratamiento MGD y (*B. thuringiensis* + VPN). Aunque estadísticamente fueron similares hay que considerar la utilización de las alternativas biológicas debido a las ventajas que presentan.

Los resultado obtenidos por López (17) en su evaluación de agentes de control biológico para el complejo de gusanos del fruto de tomate bajo las condiciones de San Jerónimo B. V., indican que "el testigo (*Permetrina*) presenta el mayor número de larvas de estadio 2", mientras que el presente estudio el control químico fue superado solamente por el *B. thuringiensis*. Los resultados de las investigaciones aunque son diferentes, son explicables ya que dicho autor solamente utilizó un ingrediente activo químico mientras que en ésta investigación incluyeron tres químicos diferentes y es por esto que se mantuvo la eficacia en el control.

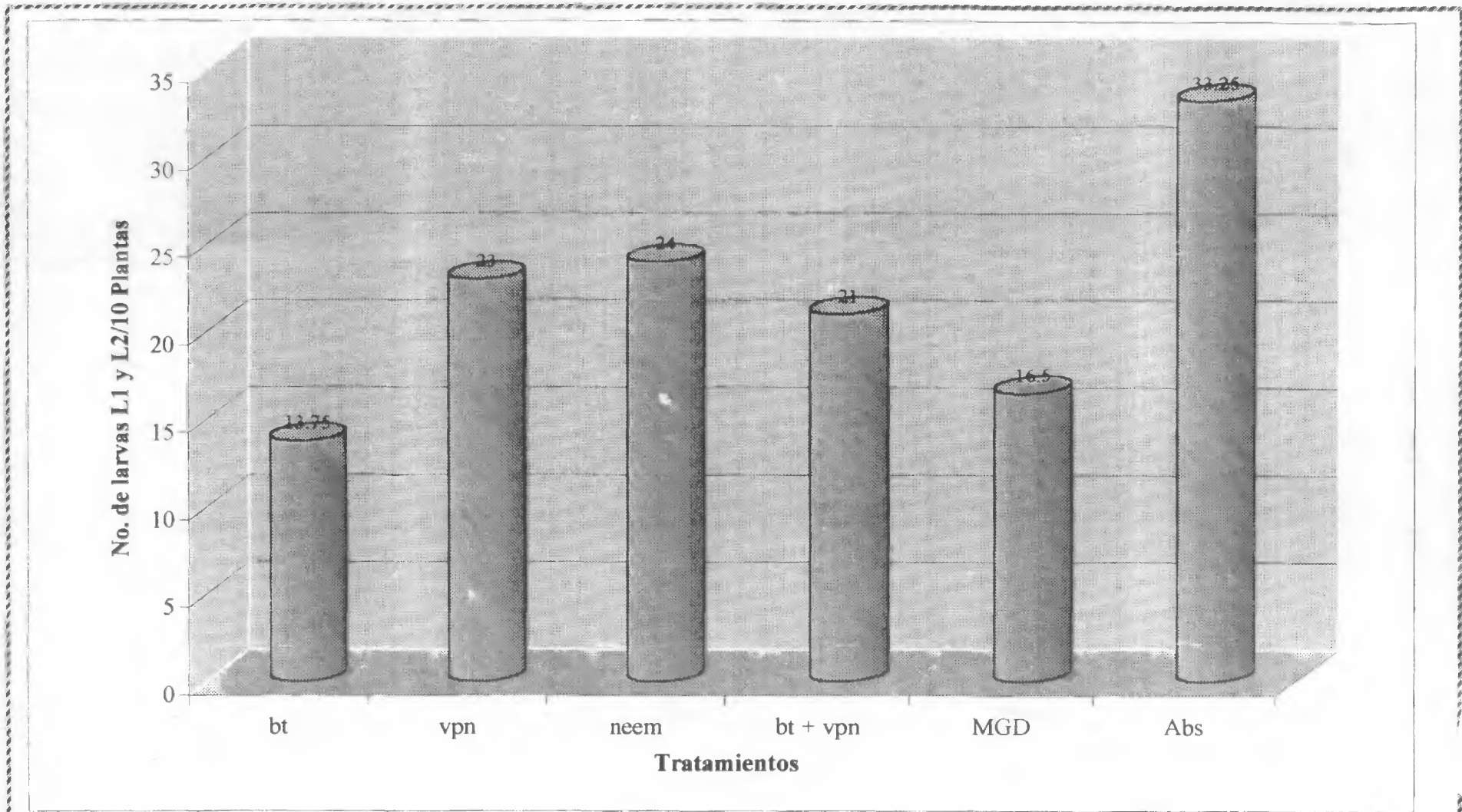


Figura 6. Promedio de larvas por diez plantas por parcela neta por tratamiento. Salamá, Baja Verapaz.

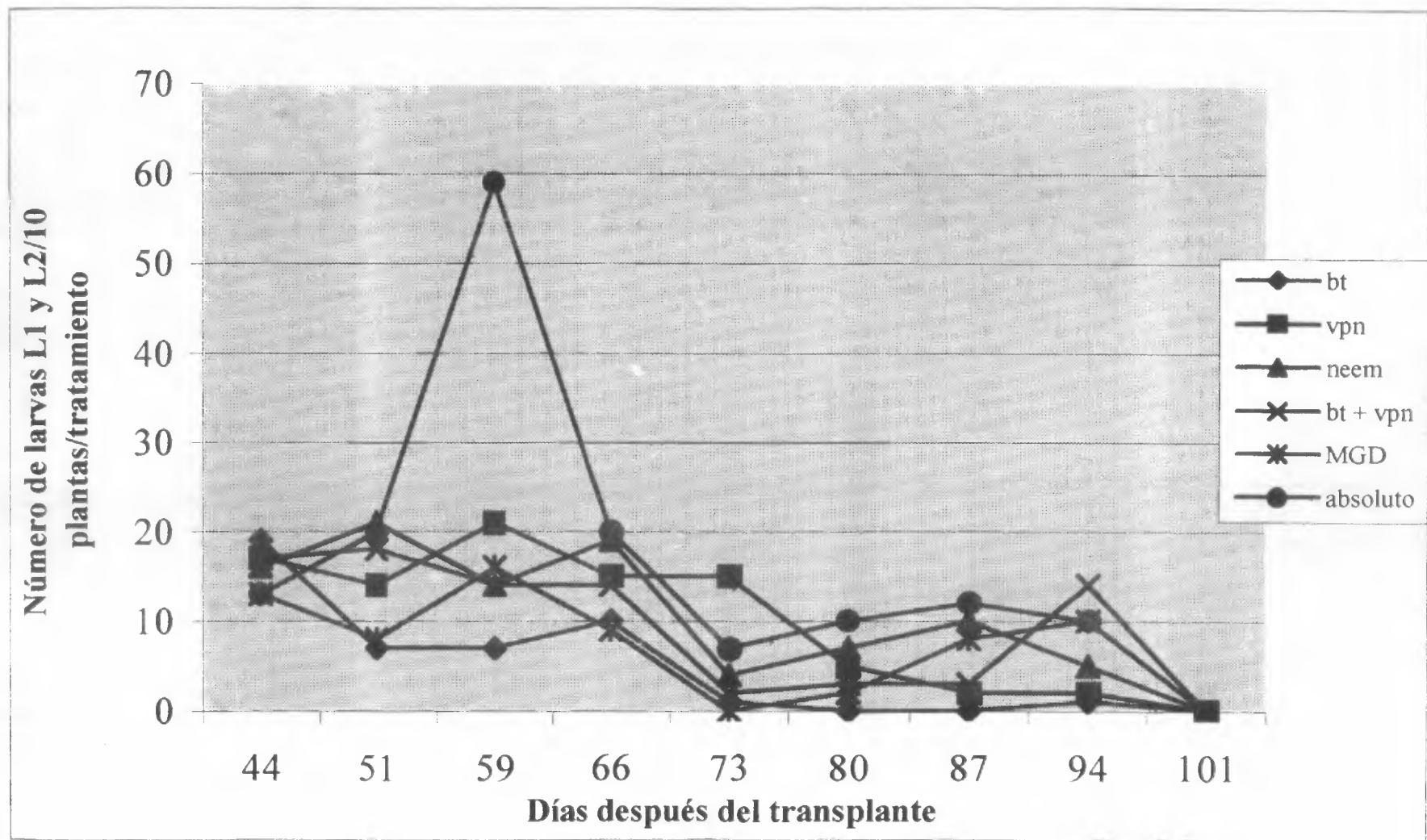


Figura 7. Número de larvas por diez plantas por parcela neta durante todo el ciclo de cultivo. Salamá, Baja Verapaz.

7.4 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

Para determinar el costo variable no se tomaron en cuenta costos como mano de obra, costo del agua y renta o depreciación del equipo pues fueron los mismos para todos los tratamientos evaluados. Solo se tomó en cuenta el precio del insecticida en el mercado porque es el único costo que influye en el cambio de los costos variables y en el cambio de los beneficios netos (Cuadros 15-17).

CUADRO 15. Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados para el control del gusano que ataca el fruto del tomate. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	COSTO VARIABLE	INGRESO BRUTO	BENEFICIOS NETOS
Absoluto (sin aplicación)	21,155	0	41,369	41,369
<i>Bacillus thuringiensis</i>	29,840	640	58,320	57,680
Neem	25,548	720	49,960	49,240
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	28,372	796	55,483	54,687
MGD	34,259	900	67,120	66,220
VPN	26,086	952	51,012	50,060

CUADRO 16 Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados sobre el control del gusano que ataca el fruto de tomate. Salamá, Baja Verapaz. 2000.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (kg/ha)	COSTO VARIABLE (Q/ha)	BENEFICIOS NETOS (Q/ha)
Absoluto (sin aplicación)	21,155	0	41,369 ND
<i>B. thuringiensis</i>	29,840	640	57,680 ND
Neem	25,548	720	49,240 D
<i>B. thuringiensis</i> + VPN	28,372	796	54,687 D
MGD	34,259	900	66,220 ND
VPN	26,086	952	50,060 D

* ND = No dominado

* D = Dominado

CUADRO 17 Tasa marginal de retorno para los tratamientos no dominados Salamá, Baja Verapaz. 2000

TRATAMIENTOS	COSTOS VARIABLES	BENEFICIOS NETOS	CAMBIO EN CV	CAMBIO EN BN.	TMR
Absoluto (sin aplicación)	0	41,369			
<i>B. thuringiensis</i>	640	57,680	640	16,311	2,548%
MGD	900	66,220	260	8,540	3,284%

La tasa marginal de retorno más alta fue de 3,284% y correspondió al testigo del agricultor (*Metomil*, *Permetrina* y *Naled*), lo que indica, que por cada quetzal adicional invertido en este tratamiento, se obtendrán

32.84 quetzales. El *B. thuringiensis*, presentó una tasa marginal de retorno de 2,548%, indicando, que por cada quetzal adicional invertido se obtendrá un retorno neto de 25.48 quetzales.

8. CONCLUSIONES

1. El *Bacillus thuringiensis* Berliner variedad Kurstaki, MGD y *B. thuringiensis* + VPN redujeron significativamente las poblaciones de larvas por debajo de las demás prácticas evaluadas con un valor promedio de 13.75, 16.50 y 21.00 larvas por diez plantas por parcela neta respectivamente.
2. Estadísticamente los tres tratamientos, control químico (*Metomil*, *Naled* y *Permetrina*), el *Bacillus thuringiensis* Berliner Variedad Kurstaki y el *Bacillus thuringiensis* más Virus de la Poliedrosis Nuclear, alcanzaron el mayor rendimiento.
3. Las mayores tasas de retorno marginal correspondieron al *Bacillus thuringiensis* (2,548%) y al MGD (3,284%), siendo económicamente mayor el MGD pero, ecológicamente e incluso económicamente factible de uso y manejo el *Bacillus thuringiensis* Berliner variedad Kurstaki.

9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar *Bacillus thuringiensis* Berliner variedad Kurstaki para reducir la población de larvas de *Heliothis zea* Boddie como parte de un programa de control biológico por su efectividad sobre el control de éstas en el cultivo del tomate y además por las ventajas que presenta, tales como:
 - Ecológicamente compatible con los sistemas de producción.
 - No presenta efectos secundarios como toxicidad y contaminación del medio ambiente.
 - Los riesgos de resistencia son a largo plazo.
 - Es económicamente rentable.

2. Se recomienda comenzar las aplicaciones de los insecticidas biológicos (*B. thuringiensis*) a partir de los 44 días después del trasplante pues es hasta ese momento que se alcanza el umbral de acción.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ALBURES O., C.F. 1994. El tomate (*Lycopersicon esculentum*), chile picante y chile pimiento (*Capsicum* sp). En: Manual Agrícola Superb. Guatemala, Productos Superb. p. 285-290.
2. ANDREWS, K.L.; WHITTED, L. 1980. Guía para muestreo de plagas y toma de decisiones sobre el control de los principales cultivos de la escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. p. 89-108.
3. BARRIOS, M.E.E. 1983. Utilización de virus de la poliedrosis nuclear (*Autographa californica*) para el control del falso medidor (*Trichoplusia ni*) en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*). In: Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (1, 1982, Guatemala). Memorias. Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas. p. 331-335.
4. BAYER. s.f. Plagas y enfermedades del tomate. Alemania, Servicio Técnico de BAYER. 44 p.
5. BRAN SHAW, E.R. 1983. Estudio del ciclo biológico, comportamiento y dinámica de la población del gusano barrenador del fruto (*Heliothis* sp.) en tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el valle de La Fragua, Zacapa. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 2-7.
6. CATIE (C.R.). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas de tomate; programa de mejoramiento de cultivos tropicales. Costa Rica, CATIE. p. 138-151.
7. CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: libro de ejercicios. México. p. 30-31.
8. DE BACH, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y las malas hierbas. México, Continental. p. 249-281.
9. ESTRADA HURTARTE, R.E. 1991. Control biológico de plagas. In: Seminario sobre Manejo y Uso de Plaguicidas en actividades agrícolas. Guatemala, AGMIP-COGAAT. p. 50-200.
10. EVO, F.P.; HILJE, L. 1993. Importancia del género *Heliothis*, dentro del complejo de gusanos del fruto del tomate en Grecia, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 27: 35-41.
11. _____. 1993. Distribución de los estadios inmaduros y el daño del *Heliothis zea* Boddie en la planta de tomate, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 28: 17-19.
12. FEDERACION NACIONAL DE ALGODONEROS. 1980. Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Bogotá, Colombia, Presencia. p. 358-361.
13. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS. 1990. Gusano del tomate; prevenga su daño en forma segura y económica. Guatemala. 8 p.

14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Compilación crítica Francis Gall. Guatemala. t. 3, 804 p.
15. KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, Administración de Desarrollo Extranjero. p. 44-49.
16. LIZER y TRELLEZ, C. 1944. Insectos y otros enemigos de la quinta. 2 ed. Buenos Aires, Argentina, Sudamericana. 214 p.
17. LOPEZ MALDONADO, V.A. 2000. Evaluación de agentes de control biológico para el control de complejo de gusano del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) bajo las condiciones del valle de San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 63 p.
18. MENA, J.A. 1966. Combate de plagas en el algodónero. Agricultura en El Salvador (El Salvador) 7(4-6):5.
19. OSORIO, A.I.; VAUGHAN, M. 1966. Control de plagas del algodón en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 18-21.
20. SIMMONS, C.H.; TARANO, J.M; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
21. TOSCANO, N.C.; SEVACHERIAN, V.; VAN STEENWYK, R.A. 1979. Pest management guide for insects and nematodes of cotton in California. United States of America, Division of Agriculture Science. p. 10-12.



Vo. Bo. Rolando Barrios.

11. APENDICE

Cuadro 8A: Número de frutos afectados por hectárea a lo largo del ciclo del cultivo de tomate, en la evaluación de cinco prácticas para el control del gusano que ataca al fruto. Salamá, Baja Verapaz.

Tratamientos	Días después del trasplante								
	44	51	59	66	73	80	87	94	101
T1	1,000	1,000	2,333	5,083	5,666	4,250	1,750	1,166	666
T2	500	1,666	5,750	6,166	6,166	7,750	2,916	2,000	1,333
T3	833	2,916	3,750	8,166	10,750	9,833	5,250	3,833	2,666
T4	1,916	3,250	4,250	7,666	7,916	8,500	3,583	2,833	1,500
T5	916	2,916	4,450	4,083	5,416	4,666	2,500	1,083	750
T6	916	4,083	6,833	10,250	11,583	13,416	4,583	1,750	1,333

Cuadro 12A: Número de larvas en estadios uno y dos de *H. zea* por diez plantas por parcela neta por tratamiento a lo largo de todo el ciclo del cultivo, en la evaluación de cinco prácticas para el control del gusano que ataca al fruto del tomate. Salamá, Baja Verapaz.

Tratamientos	Días después del trasplante								
	44	51	59	66	73	80	87	94	101
T1	19	17	7	10	1	0	0	1	0
T2	17	14	21	15	15	5	2	2	0
T3	16	21	14	19	4	7	10	5	0
T4	17	18	14	14	2	3	3	14	0
T5	13	8	10	9	0	2	8	10	0
T6	13	20	59	20	7	10	12	10	0

Cuadro 18A: Listado de productos utilizados.

Nombre común	Ingrediente Activo
Confidor	<i>Imidacloprid</i>
Banrot	<i>Tiodiazol, Carbamato, Etridiazolo y tiofanato metil</i>
Ridomil CT 60 WP	<i>Acilalanina, Nitrofenilo, Metalaxil y Clorotalonilo</i>
Sycosin 50SC	<i>Metil tiofanato</i>
Trimiltox forte 41.5 WP	<i>Ditiocarabamato, Mancozeb, Oxicloruro de cobre, Sulfato de cobre y Carbamato de cobre.</i>
Antracol 70 WP	<i>Ditiocarabamato y propineb</i>

Figura 1A. Croquis de la distribución de los bloques y tratamientos para el control de *H. zea*, en el Valle de Salamá, Baja Verapaz. 2000.

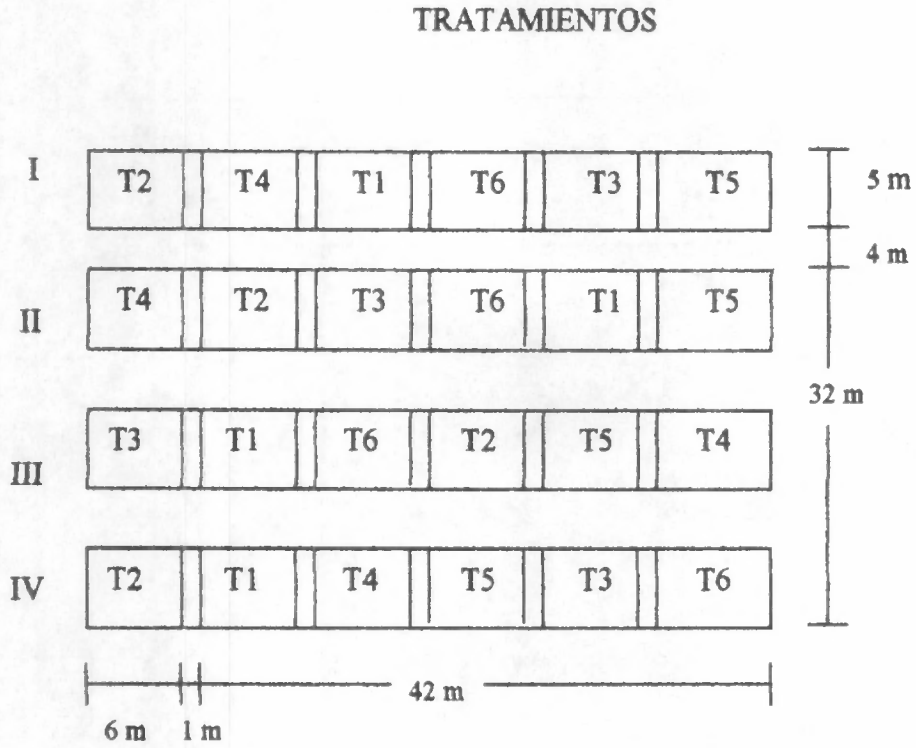
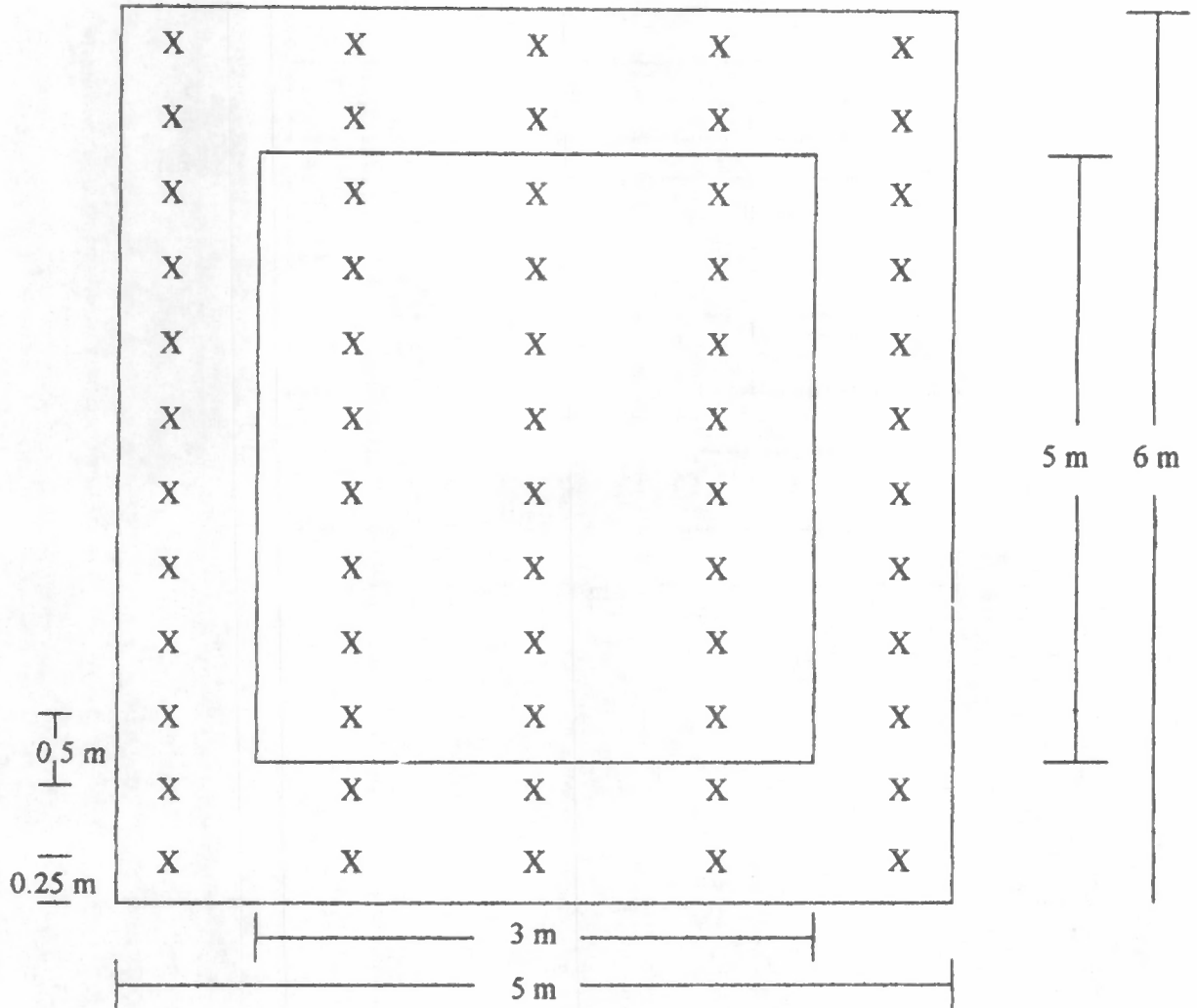


Figura 2A. Número de plantas, dimensiones de la unidad experimental y parcela neta de muestreo





FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CINCO PRACTICAS BASADAS EN INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DEL GUSANO (Heliothis zea (Lepidoptera: Noctuidae)) EN TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller), EN SALAMA, BAJA VERAPAZ".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDDIE ANIBAL TURCIOS SAMAYOA

CARNET No: 9619918

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Guillermo A. Soria Cabrera
Ing. Agr. Jorge Mario Escobar López
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez

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. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
ASESOR

Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada
ASESOR

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE



Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera
DECANO

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 478-9794
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>