

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

**DINAMICA POBLACIONAL DE LA MOSCA MINADORA (Liriomyza sp.) Y SUS
PARASITOIDES EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller)
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA, GUATEMALA, EN EL
PERÍODO JUNIO-AGOSTO 2001**

MARIO RUIZ GONZÁLEZ

Guatemala, octubre de 2002

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

**DINAMICA POBLACIONAL DE LA MOSCA MINADORA (Liriomyza sp.) Y SUS
PARASITOIDES EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller)
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA, GUATEMALA, EN EL
PERÍODO JUNIO-AGOSTO 2001**

TESIS

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

POR

MARIO RUIZ GONZÁLEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, octubre de 2,002

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

MÉDICO VETERINARIO LUIS ALFONSO LEAL MONTEROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	Br.	Wener Armando Ochoa Orozco
VOCAL QUINTO	Br.	Axel Aureliano Herrera Pérez
SECRETARIO	Ing. Agr.	Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, octubre de 2,002

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

**DINAMICA POBLACIONAL DE LA MOSCA MINADORA (Liriomyza sp.) Y SUS
PARASITOIDES EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller)
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA, GUATEMALA, EN EL
PERÍODO JUNIO-AGOSTO 2001**

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,

MARIO RUIZ GONZÁLEZ

TESIS QUE DEDICO

A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Productores de tomate del Altiplano Central

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi asesor **Ing. Agr. M Sc. Filadelfo Guevara Chávez**, por su valiosa asesoría, dedicación, comprensión y tiempo brindado en la realización de la presente investigación.

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE FIGURAS		v
INDICE DE CUADROS		vii
RESUMEN		viii
1. INTRODUCCIÓN		1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		3
3. MARCO TEÓRICO		4
3.1 MARCO CONCEPTUAL		4
3.1.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DEL TOMATE		4
A. Raíz		4
B. Tallo		4
C. Porte		4
D. Hojas		5
E. Inflorescencia		5
F. Polinización		5
G. Fruto		5
3.1.2 MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO DE TOMATE		6
A. Preparación del terreno y trasplante		6
B. Control de malezas		7
C. Fertilización		7
D. Riego		7
E. Tutoreo		8
F. Control de enfermedades		8
G. Control de insectos y nematodos		8
H. Cosecha		9
3.1.3 ASPECTOS GENERALES DE LA MOSCA MINADORA		9
A. Origen y Distribución	9	
B. Taxonomía		10
C. Biología e Importancia de <u>Liriomyza</u> spp.	10	
D. Ciclo de Vida y Hábitos		13
3.1.4 ENEMIGOS NATURALES DE <u>Liriomyza</u> spp.		14
3.1.5 GÉNEROS IMPORTANTES DE PARASITOIDES		14

A.	<u>Diglyphus</u>	14
B.	<u>Chrysocharis</u>	15
C.	<u>Closterocerus sp.</u>	15
D.	<u>Opius sp.</u>	16
E.	<u>Halticoptera sp.</u>	16
3.1.6	RESPONSABILIDAD DE LOS INSECTICIDAS	16
3.2	MARCO REFERENCIAL	18
3.2.1	LOCALIZACIÓN	18
3.2.2	CLIMA Y ZONA DE VIDA	19
3.2.3	SUPERFICIE	19
3.2.4	HIDROLOGÍA	19
3.2.5	SUELOS	19
3.2.6	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE TOMATE ELIOS	20
3.2.7	CARACTERÍSTICAS DEL INSECTICIDA ENDOSULFÁN	20
A.	Propiedades físicas y químicas del ingrediente activo	21
4.	OBJETIVOS	22
4.1	GENERAL	22
4.2	ESPECÍFICOS	22
5.	HIPÓTESIS	23
6.	METODOLOGÍA	24
6.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO	24
6.2	UNIDAD EXPERIMENTAL, SUS DIMENSIONES Y DISTRIBUCIÓN EN EL CAMPO	24
A.	Parcela con control químico	24
B.	Parcela sin control químico	24
6.3	MANEJO DEL ENSAYO	26
6.3.1	MANEJO AGRONÓMICO	26
A.	Etapas de semillero	26
B.	Preparación del suelo	26

	C. Control fitosanitario	26
	D. Fertilización y control de malezas	26
	E. Tutoreado y piteado	26
	F. Riego	27
	6.3.2 MANEJO EXPERIMENTAL	27
6.4	METODOLOGÍA DE MUESTREO	27
6.5	VARIABLES RESPUESTA	28
	6.5.1 DETERMINACIÓN DE LA ESPECIE DE MOSCA MINADORA	28
	6.5.2 DETERMINACIÓN DE LOS GÉNEROS DE PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA	28
6.6	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	29
	6.6.1 FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE MOSCAS MINADORAS Y PARASITOIDES	29
	6.6.2 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS PARCELAS EVALUADAS	29
	6.6.3 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO	30
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
7.1	FLUCTUACIÓN DE LA MOSCA MINADORA EN EL CULTIVO DE TOMATE	31
	7.1.1 PRUEBA DE “T” PARA LA POBLACIÓN DE MOSCA MOSCA MINADORA EN AMBAS PARCELAS DE TOMATE	32
7.2	FLUCTUACIÓN DE LOS PARASITOIDES DE MOSCA MINADORA EN EL CULTIVO DE TOMATE	33
	7.2.1 PRUEBA DE “T” PARA LA POBLACIÓN DE PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA EN DOS PARCELAS DE TOMATE HÍBRIDO ELIOS	34
7.3	PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN LA MOSCA MINADORA	35
	7.3.1 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN LA MOSCA MINADORA EN LA PARCELA CON CONTROL QUÍMICO DE INSECTOS	35
	7.3.2 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN LA MOSCA MINADORA EN LA PARCELA TESTIGO (SIN CONTROL	

QUÍMICO DE INSECTOS)	36
7.3.3 FLUCTUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN AMBAS PARCELAS CULTIVADAS CON TOMATE ELIOS	37
7.4 ESPECIES DE MOSCA MINADORA	38
7.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA EN CADA PARCELA (CON CONTROL QUÍMICO Y TESTIGO)	40
7.5.1 GÉNEROS DE PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA	40
A. <u>Opius</u> sp.	41
B. <u>Halticoptera</u> sp.	42
C. <u>Diglyphus</u> sp.	43
D. <u>Ganaspidium</u> sp.	43
E. <u>Chrysocharis</u> sp.	44
F. <u>Closterocerus</u> sp.	45
7.6 ANÁLISIS INTEGRADO	45
8. CONCLUSIONES	47
9. RECOMENDACIONES	49
10. BIBLIOGRAFÍA	50
11. ANEXOS	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del área del experimento en los campos del CEDA, Guatemala 2001.	18
Figura 2.	Detalles de la unidades experimentales a) disposición de las parcelas y sus b) dimensiones	25
Figura 3.	Fluctuación de la población de mosca minadora en la parcela con control químico y sin control químico de insectos. CEDA-FAUSAC 2001	31
Figura 4.	Curva de t para la población de moscas minadoras en dos parcelas cultivadas con tomate híbrido Elios, CEDA-FAUSAC, 2001	32
Figura 5.	Fluctuación de la población de parasitoides asociados a la mosca minadora en el cultivo de tomate híbrido Elios en dos parcelas de ensayo, una con control químico y otra sin control químico, CEDA-FAUSAC, 2001	33
Figura 6.	Curva de “t” para la población de parasitoides asociados a la mosca minadora en dos parcelas cultivadas con tomate híbrido Elios, CEDA-FAUSAC, 2001	34
Figura 7.	Fluctuación del porcentaje de parasitoidismo en ambas parcelas (control químico y testigo), CEDA-FAUSAC, 2001	37
Figura 8.	Adultos de mosca minadora <u>Liriomyza sativae</u> Blanchard, obtenido en muestreo en el cultivo de tomate CEDA-FAUSAC, 2001	38
Figura 9.	Aedagos obtenidos de la mosca minadora asociada al cultivo de tomate en el CEDA, Guatemala	39
Figura 10.	Espiráculo posterior del puparium (pupa) mostrando 3 digitos (poros)	39

Figura 11.	Parasitoides asociados a la mosca minadora en la parcela con control químico y sin control químico en el cultivo de tomate	41
Figura 12.	<u>Opius</u> sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001	42
Figura 13.	<u>Halticoptera</u> sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001	42
Figura 14.	<u>Diglyphus</u> sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001	43
Figura 15.	<u>Ganaspidium</u> sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001	44
Figura 16.	<u>Chrysocharis</u> sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001	44
Figura 17.	<u>Closterocerus</u> sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Plantas hospederas y localidades geográficas donde se encuentra <u>Liriomyza huidobrensis</u> en Guatemala	12
Cuadro 2.	Características del tomate híbrido Elios	20
Cuadro 3A.	Resultados de campo de cada uno de los 10 muestreos, CEDA-FAUSAC, 2001	54
Cuadro 4A.	Prueba de t para medias de dos muestras emparejadas de moscas minadoras	55
Cuadro 5A.	Prueba de t para medias e dos muestras emparejadas de parasitoides	55
Cuadro 6.	Porcentaje de parasitoidismo en la parcela de tomate con control químico de insectos, CEDA-FAUSAC, 2001	35
Cuadro 7.	Porcentaje de parasitoidismo en la parcela de tomate testigo (sin control químico de insectos), en el CEDA-FAUSAC, Guatemala 2001	36
Cuadro 8.	Familias de parasitoides asociados a la mosca minadora en cada una de las parcelas bajo estudio, CEDA-FAUSAC, 2001	40
Cuadro 9.	Promedios y rango de fluctuación de la mosca minadora de la hoja de tomate y sus parasitoides durante el ciclo de cultivo de tomate	45

DINAMICA POBLACIONAL DE LA MOSCA MINADORA (Liriomyza sp.) Y SUS PARASITOIDES EN EL CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum Miller) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA, GUATEMALA, EN EL PERÍODO JUNIO-AGOSTO 2001

POPULATION DYNAMIC OF MINER FLY (Liriomyza sp.) AND IT'S PARASITOIDS ON TOMATOES (Lycopersicon esculentum Miller) IN THE EXPERIMENTAL CENTER AGRONOMY DOCENT, IN THE PERIOD JUNE-AUGUST 2001

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la dinámica poblacional de la mosca minadora y sus parasitoides en el cultivo de tomate en los aspectos de su fluctuación poblacional, bajo dos condiciones, la primera con aplicación de control químico utilizando el insecticida endosulfán en forma calendarizada, una vez por semana para un total de 10 aplicaciones y la otra sin aplicación de ningún insecticida.

Para el efecto se realizaron 10 muestreos de hojas de tomate con daño de la mosca minadora a lo largo del ciclo de cultivo en el período de junio a agosto de 2001, bajo las condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Los resultados obtenidos permitieron identificar la especie de mosca minadora asociada al cultivo de tomate correspondiendo a Liriomyza sativae Blanchard y sus respectivos parasitoides correspondientes fueron a su vez Opius sp., Diglyphus sp., Closterocerus sp., Chrysocharis sp., Halticoptera sp., y Ganaspidium sp.

Bajo las condiciones ambientales del Centro Experimental Docente de Agronomía se determinó que las poblaciones de mosca minadora asociadas al tomate fueron estadísticamente diferentes en la parcela con uso de insecticida y otra en la que no se aplicó ningún tipo de control. Se determinó a su vez que en dichas parcelas la presencia de parasitoides fue más abundante en la parcela en la que no se aplicó insecticida (478.92 %) que en la parcela en la que se aplicó insecticida (10.61 %), con diferencias estadísticas significativas entre sí.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país, donde su economía depende en gran parte de la productividad agrícola, por lo que cada día se debe ir generando nueva tecnología para reducir costos y aumentar la productividad de cultivo por área, manteniendo un sistema ecológico de calidad.

Como en otras partes del mundo, en Guatemala, para la producción agrícola, los agricultores han utilizado los insecticidas en una forma excesiva e inadecuada lo que ha provocado el desequilibrio ecológico de esas áreas de producción, prueba de ello es el incremento de poblaciones de insectos resistentes a los insecticidas, que en un determinado momento invaden los cultivos, convirtiéndose en plagas.

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), ha sido afectado severamente por la mosca minadora (Diptera: Agromyzidae), la cual constituye uno de los problemas entomológicos de mucha importancia. Dicho cultivo, tiene importancia económica como hortaliza de consumo diario en la dieta de los guatemaltecos. Es un cultivo que presenta mucha demanda en el mercado nacional y Centro Americano, por lo que se debe reducir la población de mosca minadora a fin de obtener una mejor producción, reducir costos y lograr un equilibrio ecológico estable (40).

La presente investigación fue estudiar la dinámica poblacional de la mosca minadora y sus parasitoides en lo referente a sus fluctuaciones poblacionales y en el número de sus parasitoides, mediante la comparación de dos parcelas de tomate del Híbrido Elios en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA). De las parcelas, una estuvo bajo control químico, mediante la utilización semanal de endosulfan y en la otra no se hizo ninguna aplicación de insecticidas.

Se determinó que la fluctuación poblacional de la mosca minadora de la hoja de tomate en la parcela donde no se aplicaron insecticidas fue menor (1 a 2 moscas por planta) que en la parcela en la que se aplicaron insecticidas (5 a 8 moscas por planta), esto debido probablemente a que la población de parasitoides en la parcela sin aplicación de insecticida fue de 6 a 9 individuos hasta la mitad de la etapa de floración y de allí hasta la fructificación oscilaron entre 13 y 21 parasitoides por planta, en tanto en la parcela con aplicación de insecticidas la población de parasitoides fue menor debido probablemente al efecto del insecticida que redujo la población inicial de 6 hasta 0 parasitoides durante los primeros 35 días después del trasplante. Posteriormente su número se incrementó hasta la fructificación pero se mantuvo oscilando entre 2 y 5 parasitoides por planta de tomate muestreada. Al final del ensayo en 10 muestreos se obtuvieron en la parcela con control químico un total de 264 individuos de los cuales 64 fueron moscas minadoras (40

hembras y 24 machos), 172 pupas que no emergieron. También se encontró un total de 28 parasitoides de los cuales 11 fueron Braconidae (Opius sp.), 15 Pteromalidae (Halticoptera sp.), 2 Eulophidae (Diglyphus sp. y Closterocerus sp.). En la parcela sin control químico se encontró un total de 231 individuos, de los cuales 33 fueron moscas minadoras (17 hembras y 16 machos), 85 pupas que no emergieron. También se encontró un total de 113 parasitoides de los cuales 54 fueron Braconidae (Opius sp.), 22 Pteromalidae (Halticoptera sp.), 28 Eulophidae (Diglyphus sp., Chrysocharis sp. y Closterocerus sp.) 9 Eucoilidae (Ganaspidium sp.).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala, el tomate es una de las hortalizas muy importantes a nivel social y económico, por lo que para obtener buenos precios y poder competir en el mercado nacional e internacional se deben tener altos rendimientos al más bajo costo posible así como obtener productos de mejor calidad. Uno de los factores determinantes en la producción de tomate, es el bajo rendimiento obtenido por área cultivada y este es el problema con que se encuentra todo agricultor (40).

Los bajos rendimientos entre otros factores se deben al efecto de las plagas y enfermedades asociadas al cultivo, Entre las primeras se encuentra la mosca minadora (Liriomyza sp.) que debido al uso de químicos y la presión de selección, la han convertido en plaga, lo que a su vez ha incrementado los costos de producción y a provocado un desequilibrio ecológico (4). Ante dicho problema es conveniente buscar alternativas de manejo más apropiadas, entre las cuales se incluya el grado de supresión que los químicos hacen de sus enemigos naturales, lo que permitiría proponer un programa de manejo de esta plaga que involucre el conocimiento de las épocas en la que presenta sus mayores picos poblacionales, y el efecto supresivo que tiene por parte de sus parasitoides asociados.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DEL TOMATE

El tomate es una planta de los trópicos americanos que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen. Pertenece a la familia Solanáceae, al género Lycopersicon y la especie esculentum. En las últimas décadas la introducción a América Tropical de los cultivares mejorados de Estados Unidos como de Europa, en particular de los tipos híbridos, ha eliminado los cultivares nativos, de calidad inferior (19).

A. Raíz

El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (19).

B. Tallo

El tallo es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. Visto en sección transversal parece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima de dos a cinco células de espesor, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares. Finalmente, el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas y xilema que forma un tejido continuo. La médula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo interior (39).

C. Porte

Entre los diversos tipos de plantas de tomate hay cultivares de porte erecto o rastro, a menudo reducido a un solo tallo. El eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. En el tallo y ramas, de las yemas axiales brotan hojas e inflorescencias; lo normal es que entre dos inflorescencias haya generalmente tres hojas. En algunos casos una rama florífera se continúa en el ápice y forma hojas. Una forma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gene recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal, dando por resultado el crecimiento determinado (19).

D. Hojas

La forma de las hojas es muy variable y depende en gran parte de las condiciones ambientales. La lámina está dividida en pares de segmentos o foliolos, de diferente tamaño. Con frecuencia entre dos pares de foliolos grandes hay de uno a tres pares más pequeños, en todos ellos los bordes son muy recortados. En las hojas como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agudos o terminados en forma acotada (19).

E. Inflorescencia

La inflorescencia más corriente es una cima racimosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendular, el pedúnculo presenta un engrosamiento en el centro, que corresponde a la superficie de abscisión y es muy corriente en esta especie que un gran número de flores caiga prematuramente (19).

F. Polinización

Las flores se desarrollan en racimo y se abren simultáneamente. En una misma rama hay siempre botones, flores y frutos. La antésis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La autopolinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento (19).

G. Fruto

El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de los tomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente a presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina y resistente. En ellas hay pigmento amarillos o rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones

aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón. Las semillas, planas y ovaladas, miden de 2 a 5 milímetros de largo y están cubiertas de pelos finos, el embrión que ocupa la mayor parte se encuentra arrollado cerca de la superficie (19).

3.1.2 MANEJO TÉCNICO DEL CULTIVO DEL TOMATE

A. Preparación del terreno y trasplante

Para evitar focos de infección por patógenos y plagas es importante retirar del terreno de siembra los residuos de cosechas anteriores. Se deberá arar a una profundidad de 30 cm, efectuando dos pasos de rastra, de preferencia perpendiculares (7).

Para la desinfección del suelo se debe aplicar Disanón 2.5 G (Diazinón) para el control del gusano alambre, gallina ciega, picudos y tortuguillas. Durante el trasplante es aconsejable remojar las plántulas en una solución de PCNB 75 WP (Pentacloronitrobenzeno), a razón de 100 g en 20 litros de agua, aplicar 50 cc por planta, de la misma solución, unos 5 días después del trasplante. También es recomendable aplicar una hormona de enraizamiento a base de auxinas (ácido indolbutírico, indolpropiónico, indolacético o naftalénico), que aumentarán la adaptabilidad de las plántulas y promoverá el rápido desarrollo del sistema radicular (7).

Para el trasplante y siembra definitiva se puede emplear el método de hilera simple o única, dejando espacios de 0.90 a 1.50 m entre surcos, o el método de hilera doble, en que se plantan dos posturas separadas 0.60 m entre sí y se dejan 1.20 a 1.50 m entre surcos. Es preferible regar el suelo desde un día antes y realizar el trasplante en las horas más frescas de la tarde. La raíz deberá quedar recta al momento de la siembra, sin bolsas de aire. Una vez concluida la siembra, deberá regar de nuevo el suelo (7).

B. Control de malezas

En general, aplicar un herbicida pre-emergente a base de Metribuzina o un post-emergente cuando las malezas tengan 2 o 3 pares de hojas. Puede elegir otros herbicidas, dependiendo del tipo de maleza que desea controlar y el uso que se le dará a la tierra posteriormente (7).

C. Fertilización

En Guatemala existe gran variabilidad en los requerimientos de fertilización del tomate,

particularmente por la diversidad de suelos y microclimas en las zonas aptas para este cultivo y por la variabilidad en el rendimiento. Por lo tanto se menciona la cantidad de elementos que el tomate extrae para obtener un rendimiento promedio de 2,570 cajas por hectárea (7).

Elemento	Consumo (Kg/ha)
N	300
P (como P ₂ O ₅)	120
K (como K ₂ O)	450
Mg (como MgO)	25
S	40
Ca	40
B (como B ₂ O ₃)	10
Microelementos	10

D. Riego

En tomate, se sabe que la capa del suelo comprendida entre los 0 y 40 cm de profundidad demanda de buena humedad, sin llegar a la saturación. También es conocido que los suelos arenosos requieren una mayor frecuencia de riego (p.e. por gravedad, cada 6 – 8 días). El clima modifica grandemente las necesidades de riego del cultivo, por lo que los volúmenes específicos de irrigación son fijados por cada agricultor, basándose en su experiencia (7).

Existen también etapas del cultivo en los cuales la humedad es crítica; estas son; a) durante y después del trasplante, b) el crecimiento vegetativo, c) la floración y d) la formación de frutos.

E. Tutoreo

Con el tutoreo o tutorado se persigue dirigir el crecimiento de la planta y evitar el daño a los frutos y follaje. Normalmente se usan estacas de madera, bambú u otro material disponible en la región, que sobresalen de 1.25 a 1.50 m sobre el suelo, sembradas inmediatamente después del trasplante. Cuando la planta alcanza los primeros 20 a 25 cm se tiende la primera hilera de guías de rafia (cinta plástica); se emplean otras hileras de rafia cada 20 a 25 cm el espaciamiento recomendado entre estacas es de 1.75 m; la distancia entre hileras de estacas quedará determinada por la distancia entre surcos y el tipo de siembra realizada (7).

F. Control de enfermedades

El tomate es muy susceptible al ataque por patógenos que afectan el follaje, los frutos y otras partes de la planta. Para el control de enfermedades en el campo se recomienda hacer 1 a 2 aplicaciones por semana de Mancozeb 80 WP (Mancozeb) o Ziram granuflo 76 WG (Ziram), a razón de 1 Kg por 200 litros de agua y se aplica cada 15 días, en alternancia con los productos anteriores, Clorotalonil 50 % a razón de 250 cc por 100 litros de agua. Las principales enfermedades del cultivo de tomate son: tizón tardío (Phytophthora infestans), tizón temprano (Alternaria solani), mancha gris de la hoja (Stemphylium solani) y marchitez o fusariosis (Fusarium oxysporum) (7).

G. Control de insectos y nematodos

El control exitoso de plagas insectiles, nematodos y patógenos en tomate, es el resultado de la combinación racional de las opciones de control cultural, biológico, químico u otros disponibles que optimicen el rendimiento, calidad y sostenibilidad del cultivo, en vez de buscar maximizar la producción de frutos.

Para el control de gallina ciega (Phyllophaga sp.), gusano alambre (Agriotes sp.), nocheros y trozadores (Prodenia sp.), se aplica Disanón 2.5 G (Diazinón) a razón de 32 kilogramos por hectárea; para el control del gusano cornudo (Manduca sp.), gusano del fruto (Heliothis zea), gusano alfiler (Keiferia lycopersicella), Agree 50 WP (Bacillus thuringiensis variedades Kurstaki + Aizawai) a razón de 0.75 litros por hectárea; para el control de mosca blanca (Bemisia tabaci) y minador de la hoja de tomate (Liriomyza spp.), Thiodán (Endosulfán) a razón de 1.5 litros por hectárea (7).

H. Cosecha

El corte de los frutos se inicia aproximadamente a los 65 días después del trasplante, dependiendo de la variedad y clima. Debe iniciarse cuando los frutos principian a cambiar de su color verde característico a rojo pálido; por ser muy firmes, se minimiza el daño por magulladuras en cosecha, empaque y transporte. Es usual realizar una pre-selección clasificando los frutos en material de primera calidad, de segunda y hasta de tercera (7).

Existen dos excepciones a la recomendación anterior de cortar los frutos en verde maduro: una es cuando hay gran variabilidad en los precios o es más rentable la venta en maduro (rojo sazón), por lo que es necesario esperar un buen precio y no conviene el corte en verde; la otra excepción es cuando los frutos se destinan al procesamiento industrial y deben estar completamente maduros, listos para ser procesados (7).

En el sistema con tutorio, en condiciones óptimas y con buen manejo agronómico se logran de 10 a 13 cortes. En el caso del tomate para procesamiento, es recomendable hacer un contrato con la planta procesadora, ya que el tomate maduro se echa a perder más rápidamente (7).

El empaque a granel se hace en cajas de madera y tienen un peso promedio entre 99 – 121 kilogramos (45 - 55 libras) cuando son para el mercado local. En el caso de las cajas destinadas al mercado salvadoreño, por ejemplo, el peso oscila entre las 154 - 187 kilogramos (70 – 85 libras). El material para exportación a otros mercados, al igual que ciertos tipos de tomate (ejemplo el manzano) son reempacados para ofrecer presentaciones más atractivas y adecuadas a la demanda del consumidor (7).

3.1.3 ASPECTOS GENERALES DE LA MOSCA MINADORA, Liriomyza sp.

A. Origen y Distribución

Liriomyza sp., es originaria de América del Norte y se dispersó a la zona templada de Sudamérica. Hasta antes de 1989, sólo se presentaba en el oeste de Norteamérica, principalmente California, y parte de la zona templada de Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela), fue introducida a Europa en ese año. En la actualidad Liriomyza sp. causa daños en varios países de América Central como por ejemplo Costa Rica, Panamá y Guatemala (25).

B. Taxonomía (34):

Phylum	Artrópoda
Subphylum	Uniramia
Clase	Insecta (Hexápoda)
División	Schizóphora
Sección	Acalyptratae
Orden	Díptera
Sub-Orden	Brachycera
Superfamilia	Opomyzoidea
Familia	Agromyzidae
Género	<u>Liriomyza</u>
Especies (varias)	<u>L. huidobrensis</u> , <u>L. sativae</u> , <u>L. trifolii</u>

C. Biología e Importancia de Liriomyza spp.

El minador de la hoja de tomate, Liriomyza sativa, constituye uno de los problemas más importantes de ese cultivo en Colombia, p.e., presenta altas poblaciones, es polífaga y constituye un serio problema para los agricultores, en una amplia variedad de cultivos (28).

Su importancia como plaga ha aumentado como consecuencia de las aplicaciones frecuentes y en dosis elevadas de insecticidas organosintéticos como única medida de control, lo cual ha provocado una reducción drástica en las poblaciones de sus enemigos naturales, situación que ha contribuido a incrementar las pérdidas en las cosechas, al reducir el área sembrada y aumentar los costos del control (28). Spencer (1973) (31), indica que las aplicaciones de insecticidas, en la mayoría de casos, afecta más a los parasitoides que a las larvas y adultos de Liriomyza sp.

Por otro lado L. huidobrensis parece ser originaria de las regiones altas y frías de Sudamérica de donde ha pasado a otros continentes y hacia el centro y norte de América. De acuerdo con Steck (1996) (35), se ha reportado en Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Perú y Venezuela), Centroamérica (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá), el caribe (Guadalupe y República Dominicana), Los Estados Unidos (California, Florida y Hawaii), Europa (Bélgica, Holanda e Inglaterra) y en el Medio Oriente (Israel).

En puertos de ingreso como Miami, Florida es considerada una plaga cuarentenaria o “accionable” (su detección puede llevar a la detención y fumigación del material vegetal infestado) ya que aunque ha sido registrado en el estado de Florida (EEUU), según Poe y Montz, 1981 (23), aparentemente no se ha establecido una población viable ni permanente. Tampoco se ha determinado el rango de condiciones (temperatura, humedad relativa y otros) tolerables para esta especie. Adicional al riesgo cuarentenario que L. huidobrensis representa, su potencial como plaga agrícola está solidamente establecido. En poblaciones de papa (Solanum tuberosum L.) en Costa Rica, las explosiones de L. huidobrensis en la década anterior provocaron una reducción del área de siembra de papa en 38 %, una disminución del rendimiento promedio de 24.28 a 12.21 ton/ha y un incremento de 20 a 50 % de los costos de fitoprotección por aplicaciones de plaguicidas (2).

A diferencia de L. sativae y L. trifolii, que minan la parte interna de la hoja (mesófilo en empalizada), las minas serpentinadas de L. huidobrensis se localizan en la parte interna inferior de la hoja (mesófilo esponjoso). Esto implica mayor impacto sobre la actividad de los estomas. En un estudio sobre crisantemos (Chrysanthemum morifolium Ramat), las minas de L. huidobrensis redujeron en 80.5% la actividad fotosintética de las hojas y en 78.4% la conductancia del mesófilo. Las funciones que la hembra realiza para

alimentarse u ovopositar también redujeron significativamente la tasa fotosintética de la planta (21).

Durante 1,996 se realizó un muestreo del altiplano central de Guatemala, con el fin de determinar las especies de moscas minadoras de la familia Agromyzidae presentes en arveja china (*Pisum sativum* L.), así como los cultivos y malezas circundantes. La investigación fue realizada por el Laboratorio de Entomología Aplicada de la Universidad del Valle de Guatemala. El objetivo principal del estudio fue proveer información taxonómica completa acerca de las especies de Agromyzidae presentes en el altiplano central de Guatemala, en las principales localidades productoras de arveja china sugeridas por el censo 1,995 de productores de arveja china, para que de esta manera la AGEXPRONT, pudiera solicitar y apoyar una revisión de los reglamentos cuarentenarios en Estados Unidos (1, 22).

Una vez seleccionadas las localidades del altiplano central de Guatemala (Chimaltenango y Sacatepéquez) estas se muestrearon durante la época seca (octubre-abril) y la época lluviosa (mayo-septiembre). Los resultados de todas las localidades muestreadas apoyan la hipótesis de que una sola especie de mosca minadora, *L. huidobrensis*, está presente en arveja china en el altiplano central de Guatemala, con una segunda especie, tentativamente *L. sativae*, presente a menor altitud. *L. huidobrensis* se encontró a lo largo de todo el año en arveja y otros cultivos, pero estaba limitada al área de altiplano, en altitudes entre 1,500-2,600 msnm (22). Esto tiene implicaciones importantes para la reglamentación cuarentenaria, ya que *L. huidobrensis* es una especie común en la parte oeste de los Estados Unidos (California, Washington, Utah, Texas), donde no presenta mayor riesgo al entrar en productos hortícolas procedentes de otras partes del mundo (32). Sin embargo, *L. huidobrensis* no es una especie común en Florida, por donde ingresa la mayor parte de embarques hortícolas procedentes de Guatemala y donde las autoridades regulatorias si la consideran una especie peligrosa para la agricultura del Estado (22).

Para Guatemala ya se tienen listados de las plantas hospederas, así como la distribución geográfica de *L. huidobrensis* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Plantas hospederas y localidades geográficas donde se encuentra *Liriomyza huidobrensis* en Guatemala según Pérez et al., (22).

CULTIVO	NOMBRE CIENTÍFICO	DEPARTAMENTO
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá, Quetzaltenango
Apio	<i>Apium graveolens</i>	Chimaltenango, Sacatepéquez
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> variedad <i>italica</i>	Chimaltenango

Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> variedad <i>geminifera</i>	Chimaltenango
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Guatemala
Haba	<i>Vicia faba</i>	Chimaltenango
Hierba Maggi	<i>Levisticum officinale</i>	Chimaltenango
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Chimaltenango
Puerro	<i>Allium porrum</i>	Chimaltenango
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	Chimaltenango
Radicchio	<i>Cichorium sp.</i>	Chimaltenango
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> variedad <i>cicla</i>	Chimaltenango
Repollo	<i>Beta vulgaris</i> variedad <i>capitata</i>	Chimaltenango
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Chimaltenango

D. Ciclo de Vida y Hábitos de Liriomyza sativae

La duración promedio de diferentes etapas de desarrollo del insecto es:

Huevo: de 3.5 días, los huevos son insertados individualmente entre la epidermis y el mesófilo de los folíolos; tienen un color blanco lechoso; son de consistencia delicada y de forma elipsoidal. A medida que se acerca a la eclosión, se tornan transparentes e internamente se observa el movimiento de los ganchos bucales. En promedio miden 0.20 ± 0.02 mm de longitud y 0.10 ± 0.01 mm de ancho (28).

Larvas: a los 7 días, son de tipo vermiforme y de color blanco amarillento. El cuerpo consta de tres segmentos torácicos y ocho abdominales; a través del estereoscopio se pueden observar tres poros asociados con cada uno de los espiráculos posteriores. Además se presenta una abertura anal sobre el último segmento abdominal y una abertura oral en la región de la cabeza. Recién emergidas son transparentes y elipsoidales. La prepupa a las 4.5 horas durante esta fase, las larvas se contraen y toman una forma elipsoidal, se acortan y cesan todos los movimientos para luego empupar y presentan un color amarillo naranja (28).

Pupa: a los 8.0 días, es de tipo coartada, cilíndrica, segmentada; la región anterior es más ancha que la posterior. La coloración varía de color café amarillo a oscuro, tornándose cristalino y es posible la observación del adulto dentro del pupario. Las dimensiones promedio son 1.62 ± 0.19 mm de largo y 0.74 ± 0.13 mm de ancho (28).

Adulto: 18.5 días, su cabeza es de color amarillo predominante, notándose los ojos de color café

rojizo; el tórax, visto dorsalmente, es de color marrón oscuro con escutelo amarillo; alas transparentes y segmentos antenales de color marrón oscuro. Las hembras son ligeramente más grandes y presentan, en promedio una longitud de 1.56 ± 0.16 mm y un ancho de 0.64 ± 0.06 mm, mientras que los machos miden en promedio 1.39 ± 0.16 de largo y 0.57 ± 0.04 mm de ancho (28).

a. Diferencia y reconocimiento entre L. sativae , L. huidobrensis y L. trifolii

Todas estas moscas son similares en aspecto con grados que varían de marcas negras y amarillas. Liriomyza sativae son negro brillante en su superficie superior y el área apenas detrás de los ojos es negra; la Liriomyza huidobrensis es levemente más grande y es normalmente de un color mas oscuro total con un color amarillo mas pálido que la L. sativae; la L. huidobrensis es mas grande y más negra y una coloración mas amarilla que la L. trifolii, el ojo de la L. huidobrensis es rodeado casi enteramente por un color negro, para la L. trifolii el ojo es rodeado de color amarillo con apenas un tacto de negro detrás de él. Sin embargo estas características se puede utilizar solamente como una guía muy general, por lo tanto el análisis del laboratorio se requiere para confirmar la identificación de la especie (37).

3.1.4 ENEMIGOS NATURALES DE Liriomyza spp.

King y Saunders, 1984 (18), indican que el complejo Liriomyza spp. como importante en los cultivos. Sus bajas densidades son efectos de la acción de sus enemigos naturales dentro de los cuales hay una gran cantidad de parasitoides.

3.1.5 GÉNEROS IMPORTANTES DE PARASITOIDES

A. Diglyphus (Eulophidae)

Longitud 1.0 a 1.2 mm; color verde oscuro brillante, por lo menos 0.75 de la metatibia oscura en la hembra; notaulices incompletos; escutelo con cuatro setas y dos ranuras sublaterales; celda basal del ala anterior densamente setosa, setas marginales del ala no más de dos veces más largas que la longitud de la celda costal; vena postmarginal subigual en longitud a la vena estigmal en la hembra (3). Constituye uno de los más importantes grupos de parasitoides que atacan a Liriomyza spp., en Costa Rica por ejemplo, se observó un mayor porcentaje de parasitoidismo ocasionado por Himenópteros dentro de los cuales Diglyphus spp. mostró mayor incidencia en el cultivo y en los hospederos alternos del minador como la maleza Silene gallica (hasta un 80 % de parasitoidismo) según lo señalan Hidalgo y Carballo (1991) (16).

González (1990) (10), indica que las especies del género Diglyphus se caracterizan por poseer un período de desarrollo relativamente corto, el intervalo de huevo y adulto es de aproximadamente 11 días,

comparado con los 20 días que le toma a la larva del minador de la hoja para completar su desarrollo a 25°C . El adulto del parasitoide deposita sus huevos cerca de la larva del minador, la larva del recién eclosionado parasitoide se alimenta externamente de la larva del minador. Esto detiene efectivamente el desarrollo larvario del minador y de la mina, y es importante cuando se considera que la presencia de galerías en el cultivo reduce el valor del mismo. Adicionalmente, las hembras de Diglyphus sp. pinchan y matan a más larvas de las necesarias para la sobrevivencia y desarrollo de sus progenies. Después de pinchar a una larva, el adulto del parasitoide se alimenta del exudado de la larva moribunda, este fenómeno es conocido como alimentación sobre huésped el cual es importante en la reducción de poblaciones del minador. Las hembras generalmente viven de tres a cuatro semanas y ovipositan aproximadamente 40 huevos (10).

B. Chrysocharis (Eulophidae)

Longitud 1.1 – 2.1 mm; cabeza violeta dorada, escapo pálido con la mitad apical oscura, mesosoma de color verde dorado o púrpura parduzco, patas amarillas excepto coxas oscuras; brazos horizontales de la carina frontal no alcanzan a los ojos; pecíolo del metasoma con las esquinas anteriores prominentes, dorso reticulado. Se distribuye en América Central, Colombia, Perú, Norte América (3).

Dentro de este género, están los parasitoides de larvas-pupas. El adulto deposita sus huevos dentro de la larva del minador que es parasitada, completa su desarrollo y cae al suelo donde se transforma en pupa; sólo una larva parasitoide se desarrolla en una larva hospedera. Luego, en lugar de emerger de la pupa un adulto de la mosca minadora, emerge el parasitoide adulto (3, 10).

Las especies del género Chrysocharis se desarrollan (huevo-adulto), en aproximadamente, la misma cantidad de tiempo que le toma al minador completar el suyo. Este aspecto negativo del género Chrysocharis, que permite el desarrollo completo de la mina y un tiempo de desarrollo relativamente largo pudiera ser superado debido a la facilidad con la cual el parasitoide puede ser multiplicado a niveles masivos en laboratorio, para su posterior liberación. Al igual que Diglyphus las hembras de Chrysocharis se alimentan de huésped, matando así más hospederos de los que son necesarios para el desarrollo de su progenie (10).

C. Closterocerus sp. (Eulophidae)

Longitud 0.8 – 0.9 mm; color verde oscuro metálico, penúltimo segmento de la antena, trocánteres, tres cuartos apicales de las pro y mesotibias y segmentos tarsales blancos; antena aplanada, mitad apical del último segmento extremadamente estrecho como un dedo; notaulices distintos, terminando lateral a la unión de las axilas y la sutura entre el mesoescudo y el escutelo; ala con una banda oscura desde la vena estigmal

hasta el margen posterior del ala; metasoma con pecíolo muy corto. Se distribuye a lo largo del Caribe y Honduras. La hembra deposita sus huevos en el estado larval del hospedero. La larva parasitoide mata la larva hospedera madura. La pupa del parasitoide permanece dentro del túnel del hospedero (3).

D. Opius sp. (Braconidae)

Longitud 1-2 mm; cabeza y mesosoma negros brillantes, patas amarillas, tergito I amarillo con mancha parda en el centro, tergito II amarillo y los demás tergitos negros; clípeo grande y semicircular, sin abertura entre el clípeo y los ápices de las mandíbulas; mesopleura lisa; sin fosa en el mesonoto. Se distribuye en América Central, Norte América y Hawai (3).

La hembra parasita pero no paraliza a las larvas hospederas cuando éstas están en el segundo o tercer ínstar. La larva parasitoide del primer ínstar tiene una cabeza agrandada y truncada con mandíbulas fuertes y también posee dos protuberancias lobuladas en el protórax. Las larvas de los siguientes ínstares no tienen una cabeza distintiva y pierden las protuberancias protorácicas. El parasitoide larval se desarrolla como endoparasitoide en el hospedero, con un solo parasitoide desarrollándose por hospedero. El hospedero forma un pupario (usualmente afuera de la mina de la hoja) pero dentro de éste empupa el parasitoide (3).

E. Halticoptera sp. (Pteromalidae)

Longitud 1.3-1.5 mm; color: hembra verde oscuro, antenas oscuras, patas amarillas parduzcas excepto las coxas verde oscuro; macho verde brillante, antenas, mandíbulas y patas amarillas, excepto coxas verdes metálicos; último segmento tarsal oscuro en ambos sexos; macho con palpos maxilares muy agrandados; ala anterior con ápice de la celda basal desnuda o con muy pocas setas; pecíolo del metasoma más largo que ancho, sin setas laterales. Se distribuye en América Central, Norte América, Europa y Taiwán . La hembra penetra la mina del agromízido con su ovipositor y coloca sus huevos dentro de las larvas hospederas. Sólo una larva parasitoide se desarrolla por hospedero. La larva del primer ínstar posee fuertes setas orientadas hacia la región caudal. Las larvas del segundo al cuarto ínstar carecen de fuertes setas. La larva hospedera sale de su mina para empupar pero muere en esta etapa. La larva parasitoide empupa dentro de la pupa hospedera. Después de 10 a 14 días, el adulto emerge. Los adultos de ambos sexos se alimentan de néctar, miel y agua (3).

3.1.6 RESPONSABILIDAD DE LOS INSECTICIDAS

Según Rodríguez et al., 1991 (27), en Costa Rica y en otros países, el mal uso y abuso de insecticidas, ha provocado que las moscas minadoras del género Liriomyza, se conviertan en una plaga de gran importancia. Estas prácticas además de eliminar a sus enemigos naturales han provocado resistencia en estos dípteros, lo cual unido al corto ciclo de vida y a la alta tasa de reproducción, la convierte en un plaga extremadamente peligrosa. Además Parella 1987 (20), indica que Liriomyza sp. es una plaga problemática por poseer un corto ciclo de vida, por ser polífago, por su alta fecundidad y su habilidad para desarrollar resistencia a los insecticidas. No solamente la eliminación de parasitoides por el uso de insecticidas, si no que también su resistencia a ellos hacen que sea una plaga de gran importancia por el daño que provoca.

Salas y Parra (1994) (28), confirman lo anterior y señalan que la importancia del género Liriomyza, es consecuencia de las aplicaciones frecuentes y en dosis elevadas de insecticidas organosintéticos, como única medida de control, lo cual ha provocado una reducción drástica en las poblaciones de sus enemigos naturales, situación que ha contribuido a incrementar las pérdidas en las cosechas, ha reducir el área y aumentar los costos del control.

Numerosos artículos están enfocados en el control químico de minadores del género Liriomyza por poseer un alto potencial para causar daño. El control con insecticidas es usualmente complicado por la biología de los insectos, rápido desarrollo en el tiempo, movilidad de adultos, relativamente un largo estado pupal ocurrido en el suelo, alta capacidad reproductiva en estado de huevo y larva, protegido con el tejido de las hojas. Una importante parte en la biología de Liriomyza sp. es la habilidad que ésta tiene para evolucionar o desarrollar resistencia a los insecticidas (20).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACIÓN

Los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (CEDA) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, están situadas al sur de la capital de Guatemala y de la ciudad Universitaria Zona 12, se localizan geográficamente en la coordenadas: $14^{\circ}35'11''$ Latitud Norte y $90^{\circ}35'58''$ Longitud Oeste, y una altitud media de 1,502 msnm (11) (Figura 1).

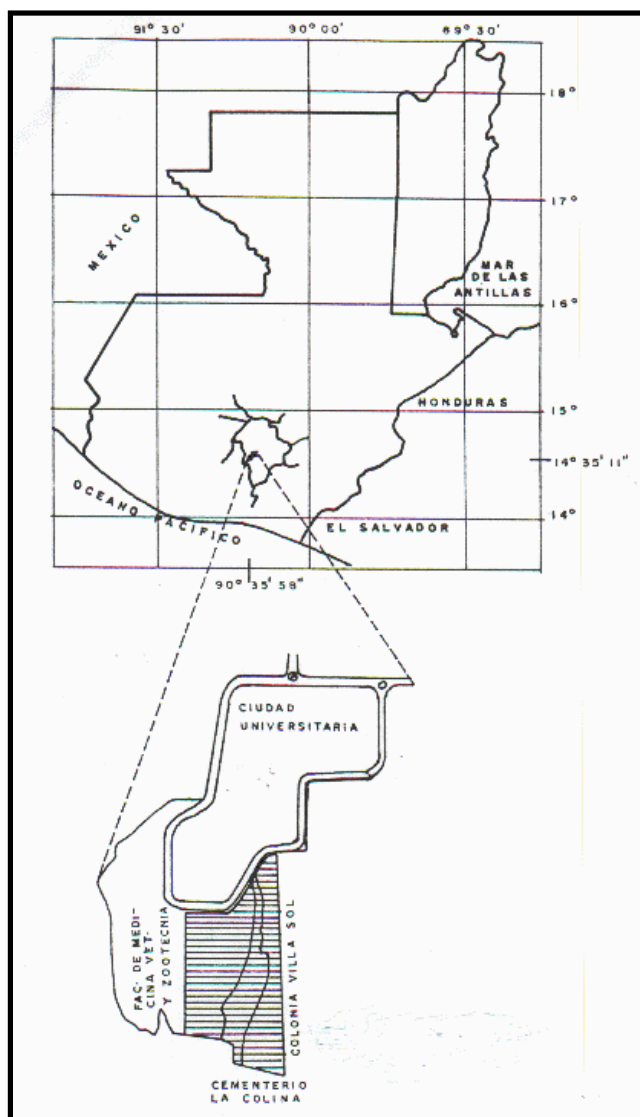


Figura 1. Ubicación del área del experimento en los campos del CEDA, Guatemala 2001.

3.2.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala

1:600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal (14), la Ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh-st).

Las condiciones climáticas registradas por el INSIVUMEH (13) para el área son:

Precipitación media anual: 1,216.2 mm, distribuidos en 110 días, en los meses de Mayo a Octubre.

Temperatura media anual: 18.3 °C.

Humedad relativa (media): 79%

Insolación promedio: 6.65 horas 1 día

Radiación: 0.33 cal/cm²/min.

3.2.3 SUPERFICIE

Los campos CEDA, según Cordón et al., (1987) (5), cubren una superficie de 22.38 hectáreas.

3.2.4 HIDROLOGÍA

Según el estudio de aguas subterráneas realizado en Guatemala por el INSIVUMEH (12), el área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del río Michatoya, en la subcuenca del río Villalobos. En las cuencas que integran el Valle de Guatemala, el régimen de las aguas superficiales, por la naturaleza geomorfológica de los cauces, y en particular por las grandes pendientes desarrolladas, es típicamente torrencial. Sin embargo en las partes bajas del río Villalobos y Michatoya, las formaciones aluviales de poca pendiente dan a las aguas un régimen más tranquilo.

3.2.5 SUELOS

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO (8), citado en el perfil ambiental de Guatemala, los suelos del área de estudio están clasificados dentro de los cambisoles. Según Simmons, et al., (1959) (30), son suelos de la serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica Pomácea de color claro, que presentan un relieve casi plano y un buen drenaje interno; su suelo superficial es de color café muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 30 a 50 cm de espesor; su suelo superficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso, friable, de 50 a 60 cm de espesor. El declive dominante es de 0-2%, el drenaje a través del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta y el problema especial que presentan en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica.

3.2.6 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE TOMATE ELIOS (Híbrido)

El híbrido Elios presenta variabilidad de características entre las que se destacan tolerancia a ciertas enfermedades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características del tomate híbrido Elios según Villeda (40).

VARIABLE	CARACTERÍSTICA	VARIABLE	CARACTERÍSTICA
Uso	Mercado fresco e industrial	Primer corte	75 días después del trasplante
Madurez	Precoz (100 días)	Número de cortes	4-6
Tamaño de planta	Mediana a grande	Tolerancia a <u>Verticillium</u> (V):	Si
Hábito de crecimiento	Determinado	Tolerancia a <u>Fusarium</u> RAZA 1. (F1)	Si
Peso promedio de fruto	75 gramos	Tolerancia a <u>Fusarium</u> RAZA 2.(F2)	
Consistencia de la fruta	Grande	Tolerancia a <u>Alternaria</u> (Asc)	Si
Forma de fruto	Pera	Tolerancia a <u>Stemphylium</u> (St) ^a	Si
Tolerancia a Bacterias	Si	Tolerancia a nematodos nodulares	Si
Rendimiento promedio/manzana	1,300 cajas		

3.2.7 CARACTERÍSTICAS DEL INSECTICIDA ENDOSULFÁN (THIODAN^{MR} 50 P.M.)

Este es un insecticida clorinado de amplio espectro de acción que actúa por contacto, ingestión e inhalación (6).

Ingredientes activos:

Endosulfán: (Hexacloro hexahidrometano-2,4,3-Benzodioxatíepin-3-óxido)

No menos de..... 50.0% (Equivalente a 470 g de I.A./kg.)

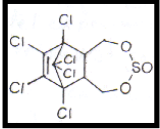
Ingredientes inertes:

Disolvente, emulsificantes, estabilizantes y compuestos relacionados

No más de..... 50.0%

Total..... 100.0%

A. Propiedades físicas y químicas de ingrediente activo (36)

Nombre químico:	Hexacloro hexahidrometano-2,4,3-Benzodioxatien-3-óxido	
Nombre comercial:	THIODAN ^{MR} 50P.M.	
Formulación:	Polvo Mojable (P.M.)	
Fórmula:	C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S	Fórmula estructural
Peso molecular:	406.9	
Punto de fusión:	≥ 80 °C	
Punto de vapor:	0.83 mPa(20 °C)	
Solubilidad:	En agua alpha-Endosulfán 0.32, beta-Endosulfán 0.33 (ambos en mg/l,22 °C). En acetato de etilo, diclorometano, tolueno 200, etanol c.65 (todos en g/l,20 °C).	
Estabilidad:	Estable a la luz del sol. Lentamente hidrolizado en ácidos acuosos alcalinos con la formación de alcohol y dióxido sulfúrico.	
Compatibilidad:	Compatible con la mayoría de plaguicidas, pero incompatible con materiales fuertemente alcalinos.	
Toxicología:	Clase toxicológica: II	
Toxicidad oral:	DL ₅₀ para ratas 70 mg (en suspensión acuosa)/kg, 110 mg (en aceite)/kg, 76 mg alpha-isómero, 240 g beta-isómero/kg; para perros 77 mg/kg.	
Toxicidad dermal y ojos:	Penetración percutánea DL ₅₀ para conejos 359 mg (en Aceite)/kg; para ratas macho >4000 mg/kg, ratas hembra 500 mg/kg.	
Toxicidad por inhalación:	CL ₅₀ (1h) para ratas >21 mg/l aire; 4 h) para ratas macho 0.0345, ratas hembra 0.0126 mg/l. (6).	

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Cuantificar el parasitoidismo al que está sujeto la mosca minadora con y sin uso de insecticidas en el cultivo de tomate establecido en época lluviosa, en los campos del CEDA, Guatemala.

4.2 ESPECÍFICOS

1. Determinar la fluctuación poblacional de la mosca minadora y sus parasitoides en el cultivo del tomate, en dos parcelas cultivadas con tomate con y sin uso de insecticidas.
2. Determinar el porcentaje de parasitoidismo a que está sujeta la mosca minadora en cada una de las parcelas cultivadas con tomate.
3. Cuantificar el parasitoidismo al que está sujeto la mosca minadora por cada etapa fenológica del cultivo de tomate en cada parcela.
4. Determinar la especie de mosca minadora asociada al cultivo de tomate.
5. Determinar los géneros de parasitoides asociados a la mosca minadora.

5. HIPÓTESIS

1. El promedio de moscas minadoras en la parcela con control químico será igual al promedio de moscas minadoras en la parcela sin control químico.
2. El promedio de parasitoides en la parcela con control químico será igual al promedio de parasitoides en la parcela sin control químico.
3. La fluctuación de la mosca minadora y sus parasitoides serán similares en las parcelas de tomate con y sin aplicación de insecticida respectivamente.
4. El porcentaje de parasitoidismo a que está sujeto la mosca minadora por etapa fenológica y por todo el ciclo será similar en las parcelas de tomate independientemente del uso del insecticida endosulfán.

6. METODOLOGÍA

6.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo estuvo ubicado en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6.2 UNIDAD EXPERIMENTAL, SUS DIMENSIONES Y SU DISTRIBUCIÓN EN EL CAMPO

Para cuantificar las poblaciones de mosca minadora y sus parasitoides asociados se establecieron dos parcelas cultivadas con tomate del híbrido Elios. El cultivo se estableció en el período de junio-agosto de 2001.

A. Parcela con Control Químico

En una de las parcelas se utilizó control químico de insectos empleando el insecticida de nombre comercial Thiodán^R 50 P.M (Endosulfán) a razón de 1.5 litros por hectárea; las aplicaciones se realizaron cada martes por la mañana a las 8:00 A.M. para un total de 10 aplicaciones y los días jueves se efectuó el respectivo muestreo.

B. Parcela sin Control Químico

En la parcela 2 no se realizó ningún control químico de plagas del follaje, es decir que la población de mosca minadora y de parasitoides presentes se desarrollaron libremente, en forma natural.

Ambas unidades experimentales tuvieron dimensiones similares, entre ambas parcelas se colocó una barrera viva parcela de maíz (*Zea mays* L.) con un ancho de 3 metros y 17 metros de largo, esto a fin de aislarlas del posible efecto de los productos químicos usados en una de ellas.

	Parcela Bruta	Parcela neta
Área:	66.3 m ²	29.7 m ²
Largo:	13 m	9 m
Ancho:	5.10 m	3.3 m
No. de surcos:	13	9
Distancia entre surcos:	1 m	1 m
Distancia entre posturas:	0.30 m	0.30 m
Posturas por surco:	17	11
Total de Plantas:	221	99

El sentido de los surcos fue de Este a Oeste, de forma que el arrastre por viento del producto químico de la parcela tratada hacia la no tratada químicamente no interfiriera con los resultados (Figura 2).

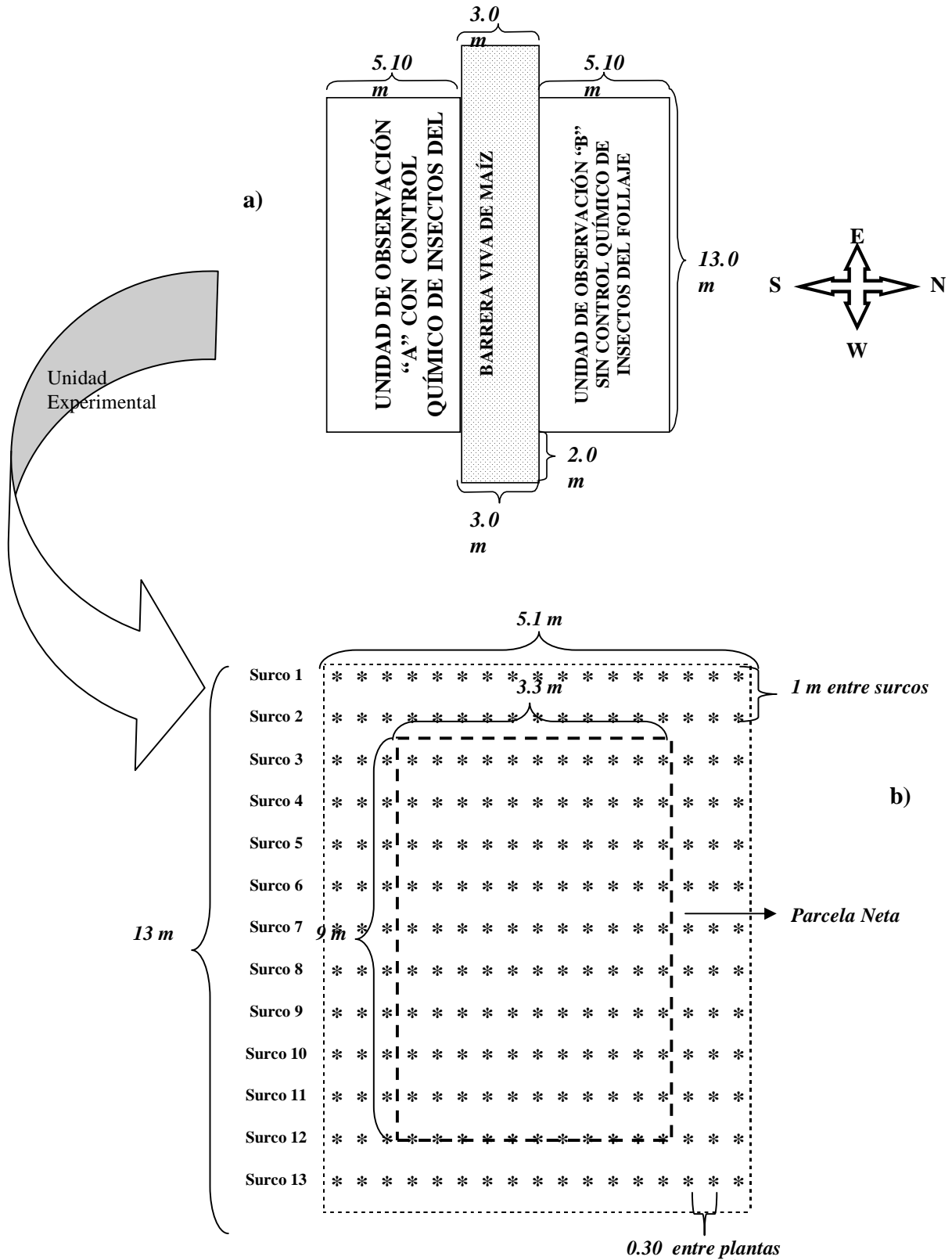


Figura 2. Detalles de las unidades experimentales a) disposición de las parcelas (arriba), b) dimensiones (abajo). Campos del CEDA Guatemala, 2001.

6.3 MANEJO DEL ENSAYO

6.3.1 MANEJO AGRONÓMICO

A. Etapa de semillero

Esta etapa fue cubierta por medio de piloncitos que se obtuvieron de los invernaderos de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

B. Preparación del suelo

Se realizó en forma mecanizada con un paso de arado y dos de rastra, con el fin de diluir bien el suelo y preparar una buena cama para el desarrollo del pilón.

C. Control fitosanitario

Una semana antes del trasplante, en toda el área experimental se aplicó un insecticida-nemátocida (carbofurán) al chorro para el control de insectos del suelo así como para nematodos. A todos los piloncitos a trasplantar, se les aplicó endosulfán a razón de 1.5 litros por hectárea.

C1. Uso de insecticidas

Una semana después del trasplante se inició el uso de insecticidas empleando Endosulfán a razón de 1.5 l/ha en una de las unidades experimentales.

D. Fertilización y control de malezas

Al momento del trasplante (en ambas parcelas) se aplicó el fertilizante compuesto (15-15-15) y a los 10 días después del trasplante se hizo una aplicación de un bioestimulante Profert sl. A los 28 días se fertilizó nuevamente con urea (46-0-0) y al mismo tiempo se realizó el control de malezas (limpia manual) y un aporque de las plantas.

E. Tutoreado y piteado

Se usaron tutores a cada 2 metros y se colocaron los niveles propuestos de pita de nylon (a cada 0.15 m) según fuera desarrollándose la planta; en total se colocaron tres niveles de pita.

F. Riego

Debido que el ensayo se realizó en época lluviosa (de junio a agosto), el cultivo se regó únicamente mediante riego por aspersión durante las primeras tres semanas con un intervalo de 4 días aproximadamente, puesto que el resto del ciclo la humedad del suelo fue suministrada por el agua de lluvia.

6.3.2 MANEJO EXPERIMENTAL

Consistió en la aplicación de control químico de plagas de follaje mediante el empleo de Endosulfán a intervalos de 8 días para un total de 10 aplicaciones desde junio hasta agosto de 2001. El control solo se realizó en una de las unidades experimentales (parcela bajo manejo químico).

6.4 METODOLOGÍA DEL MUESTREO

Los muestreos se llevaron a cabo en 15 plantas de los surcos de la parcela neta, dejando dos surcos de borde fuera, se muestreó siguiendo un caminamiento en forma de “zig-zag”, tomando una planta a cada 5 plantas.

El muestreo se hizo estratificando cada planta, tomando 2 hojas con minas (galerías larvales) por planta, una del estrato medio ó inferior y otra del superior, mismas que se introdujeron en bolsas plásticas y se trasladaron al laboratorio de entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los muestreos se realizaron 2 días después de la aplicación del insecticida tanto en la parcela tratada como en la no tratada.

Por muestreo se tomaron 30 hojas en cada parcela. Se realizaron un total de 10 muestreos con una frecuencia de una vez por semana para un total de 300 hojas compuestas de tomate. Los muestreos 1,2,3 se hicieron de los estratos inferior y superior de las plantas, luego del cuarto muestreo hasta el décimo, de los estratos medio y superior.

En el laboratorio, las hojas conteniendo minas se colocaron en cajas de petri plásticas con papel filtro rotuladas con nombre y fecha del muestreo. Se anotó el estado fenológico de la planta en cada muestreo y con la ayuda de un pincel # 00 se aisló y contabilizó la cantidad de adultos de la mosca minadora, pupas y parasitoides presente en cada muestreo. Todo este material se introdujo en viales de vidrio conteniendo alcohol al 80 %.

6.5 VARIABLES DE RESPUESTA

1. Población de adultos de mosca minadora/planta/etapa fenológica

2. Población de adultos de parasitoides/muestra/etapa fenológica.
3. Especies de mosca minadora y proporciones de éstas por muestra.
4. Géneros de parasitoides y proporciones de estos.

6.5.1 DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE MOSCA MINADORA

Las especies de moscas del género Liriomyza morfológicamente son muy parecidas (las diferencias visuales son mínimas), por lo tanto para determinar su especie se requiere un análisis de laboratorio y suma experiencia en el conocimiento del género.

De las cajas de petri se contaron las pupas antes y después de la emergencia de los adultos y se llevó el registro de la etapa fenológica, se separaron machos de hembras. Los machos se introdujeron previamente durante 3 días en hidróxido de potasio (KOH) al 10 % para su diafanización, en viales de 50 cc, rotulados, luego se disectó la genitalia de los machos para obtener los “Aedeagos” y se hicieron montajes temporales en glicerina. Se observaron al estereoscopio y luego al microscopio y se compararon con las claves de los autores Spencer, 1973 (31), 1981 (32) y 1984 (33) y Spencer & Steyskal (1986) (34); el elemento clave que permitió a nivel taxonómico determinar que la especie presente en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía es L. sativae, fueron el espiráculo posterior de la pupa el cual tiene en esta especie tres digitos (poros) y la forma del aedago y por ello se diferencia de las demás especies del género Liriomyza.

6.5.2 DETERMINACIÓN DE LOS GÉNEROS DE PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA

Los parasitoides obtenidos de las cajas de petri se separaron por características físicas como color, forma de las alas, tamaño o morfoespecie (individuos todos parecidos), cada uno fue separado e identificado utilizando las claves de la familia correspondiente Huber y Goulet (1993) (17), también se hicieron montajes siguiendo la metodología de identificación de las moscas (montajes temporales), para su determinación se utilizaron las claves de Quezada (24) y De Santis 1969 (29). Para identificar las moscas minadoras y parasitoides se utilizó el microscopio LEICA DM LB con resolución de 10 a 40X, el estereoscopio LEICA MZG con resolución de 4.5 a 10X y la cámara LEICA MPS 30 normal montada en el estereoscopio.

6.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.6.1 FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE MOSCAS MINADORAS Y PARASITOIDES

Con los resultados se elaboró una base de datos y posteriormente se efectuaron gráficas colocando en el eje de las “x” los días transcurridos después del trasplante y en el eje de las “y” ya sea el número de moscas minadoras por planta o el número de parasitoides por muestra. En cada gráfica sobre el eje “y” se colocaron los valores obtenidos en cada una de las parcelas a fin de comparar la fluctuación de éstos a través del ciclo de cultivo del tomate, también se comparó estadísticamente la fluctuación de las poblaciones por etapa fenológica tanto para mosca minadora como para sus parasitoides asociados. Todo esto usando el software de las hojas electrónicas de Excel 2000.

6.6.2 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS PARCELAS EVALUADAS

Los adultos de mosca minadora por planta y sus parasitoides asociados de cada parcela (A = control químico y B = sin control químico) se compararon por medio de la prueba de *t* de student de muestras apareadas, para lo cual se emplearon las fórmulas siguientes (26):

$$t = \frac{\bar{d}}{S\bar{d}} = \frac{\text{promedio de diferencias}}{\text{error estándar de la media}} \quad \bar{d} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{\text{suma algebraica de diferencias}}{\text{número de pares}}$$

$$S\bar{d} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} \Rightarrow S^2 = \frac{\sum X^2}{n-1} \Rightarrow \sum X^2 = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}$$

Donde:

- t* = Estadístico de *t*
- \bar{d} = Promedio de las diferencias de A – B
- Sd* = Desviación estándar
- Xi* = A – B (diferencia de cada par de valores)
- A = Moscas minadoras o parasitoides por muestreo en la parcela A
- B = Moscas minadoras o parasitoides por muestreo en la parcela B
- $\sum Xi$ = Suma algebraica de las diferencias de A – B
- S*² = Varianza
- $\sum Xi^2$ = Sumatoria de cada diferencia al cuadrado

La comparación se realizó con un nivel de significancia del 5 por ciento. Para conocer la diferencia significativa entre el número de mosca minadora por planta entre las dos parcelas se procedió a construir las curvas de distribución de *t* con su región de rechazo y de aceptación respectivamente.

El procedimiento descrito anteriormente también se aplicó a la población de parasitoides asociados a la mosca minadora; es decir, se hizo una prueba de *t* de student para comparar los parasitoides presentes en cada una de las parcelas a evaluar.

Se plantearon las hipótesis estadísticas siguientes:

a. Referente a la población de moscas minadoras (MM)

Ho: \bar{X} moscas minadoras en parcela con control químico = \bar{X} moscas minadoras en parcela sin control químico.

Ha: \bar{X} moscas minadoras en parcela con control químico \neq \bar{X} moscas minadoras en parcela sin control químico.

b. Referente a la población de parasitoides asociados (PA)

Ho: \bar{X} de parasitoides en parcela con control químico = \bar{X} de parasitoides en parcela sin control químico.

Ha: \bar{X} parasitoides en parcela con control químico \neq \bar{X} parasitoides en parcela sin control químico

6.6.3 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO

Se determinó el porcentaje de parasitoidismo en cada una de las parcelas para cada uno de los 10 muestreos empleando la siguiente fórmula (38):

$$\% \text{Parasitoidismo} = \frac{\# \text{Parasitoides}}{\# \text{Moscas emergidas con éxito} + \# \text{Pupas no eclosionadas} + \# \text{Parasitoides emergidos con éxito}} \times 100$$

Y se estimó el porcentaje de parasitoidismo por etapa fenológica y el total del ciclo de cultivo.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 FLUCTUACIÓN DE LA MOSCA MINADORA EN EL CULTIVO DE TOMATE

Los resultados de los 10 muestreos realizados a partir de los 7 días después del trasplante tanto en la parcela con control químico como en la que se prescindió de éste (sin aplicación) mostraron un comportamiento completamente diferentes entre sí (Cuadro 3A, Figura 3).

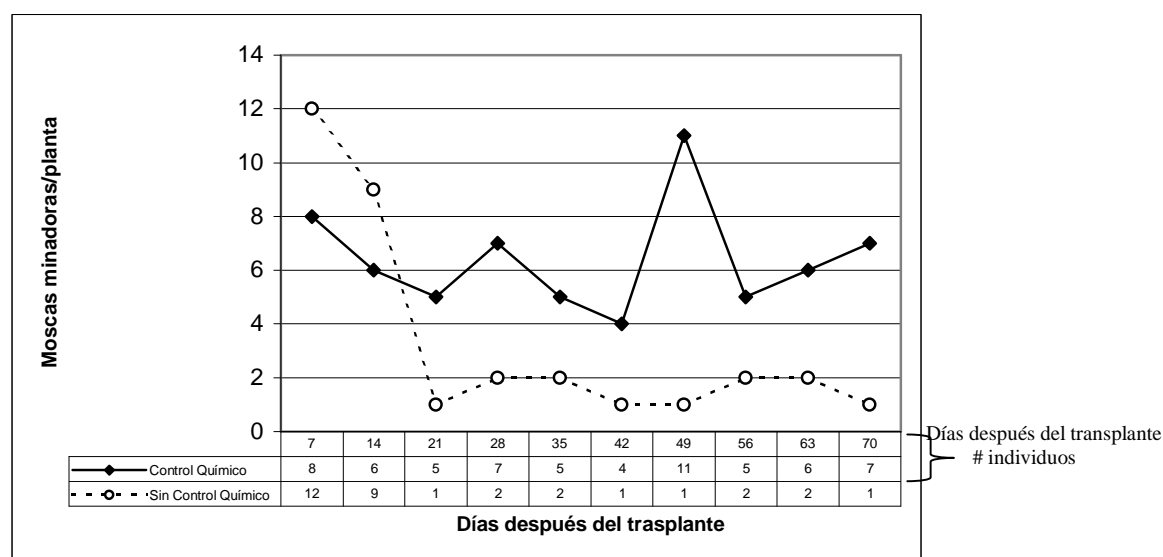


Figura 3. Fluctuación de la población de mosca minadora asociada al cultivo de tomate en la parcela con control químico y sin control químico de insectos. CEDA-FAUSAC 2001

La población de moscas minadoras en la parcela con control químico fue mayor en cada uno de los 10 muestreos realizados, en general fluctuó entre 5 y 8 moscas por planta, alcanzando su punto más alto a los 49 días después del trasplante (9/8/2001) que coincidió con el final de la etapa de floración; por aparte, la población de mosca minadora en la parcela sin control químico descendió desde el primer muestreo hasta los 21 días después del trasplante de 12 a 1 mosca minadora por planta, de allí en adelante la población fluctuó entre una y dos moscas minadoras por planta en las etapas vegetativa, de floración y fructificación del tomate híbrido Elios.

Cabe indicar que la población inicial de mosca minadora por planta en la presente investigación difiere a los valores obtenidos por García (2001) (9), en la aldea Chiac, Rabinal, Baja Verapaz, que fueron de cero moscas por planta durante los primeros 14 días después del trasplante.

En esta investigación emergieron con éxito en las dos parcelas un total de 97 moscas de las cuales el 59% fueron hembras (57 moscas) y el 41% fueron machos (40 moscas); también se registraron en las dos parcelas un total de 257 pupas que no emergieron. Guevara (2001) (15), en el mismo lugar (CEDA) encontró

a través de 10 muestreos un total de 847 moscas de las cuales el 53 % fueron hembras y el 47 % machos; es decir siempre la población de hembras es ligeramente superior a la de moscas machos.

7.1.1 PRUEBA DE “T” PARA LA POBLACIÓN DE MOSCA MINADORA EN AMBAS PARCELAS DE TOMATE

Con el objeto de establecer si habían diferencias significativas entre la población de mosca minadora por planta en la parcela con control químico y sin control químico, se realizó la prueba de t de student, (Cuadro 4A, Figura 4).

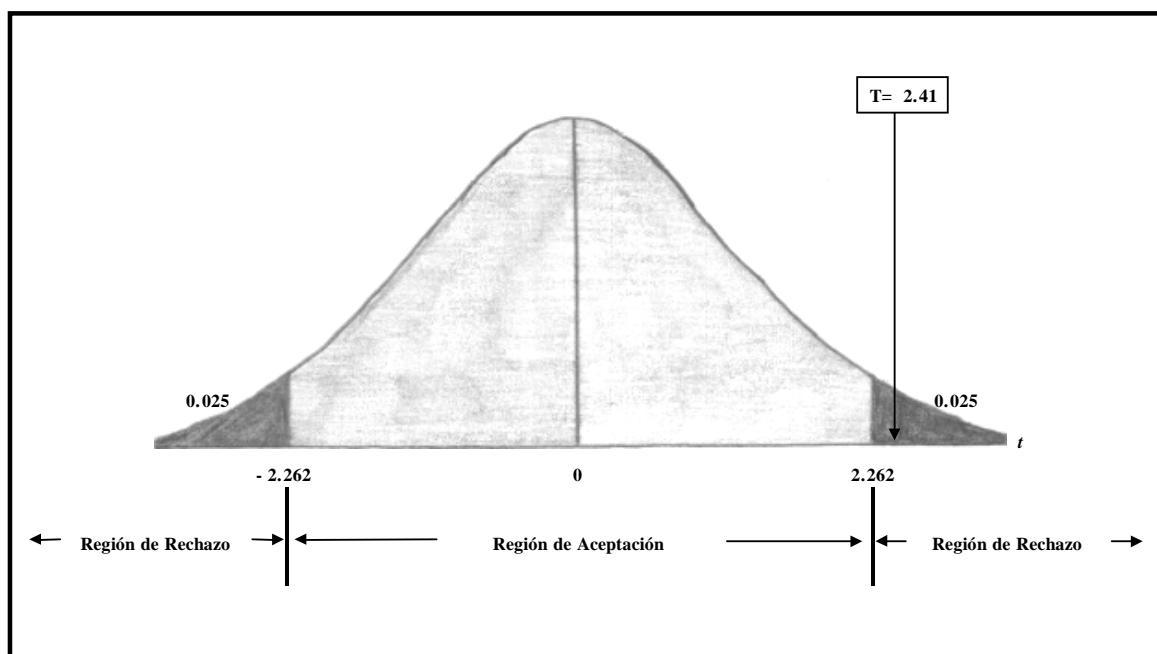


Figura 4. Curva de t para la población de moscas minadoras en dos parcelas cultivadas con tomate híbrido Elios, CEDA-FAUSAC, 2001.

El estadístico T (2.41) para la media de las dos poblaciones emparejadas de mosca minadora por planta durante el ciclo de cultivo de tomate (10 muestreos) fue mayor que el valor crítico para t al 5 por ciento de significancia (2.262), por lo tanto cayó dentro de la región de rechazo de la hipótesis nula planteada; de esta manera se rechaza que las poblaciones de mosca minadora en ambas parcelas sean iguales, siendo mayor en la parcela con control químico (6.4 moscas por planta) que en la parcela sin control químico (3.3 moscas por planta). Sin embargo, la aplicación del insecticida Endosulfán aplicado en una frecuencia de una vez por semana mostró aparentemente cierto efecto en la población inicial, ya que de 8 moscas minadoras por planta ésta fluctuó en el rango de 5 y 7 moscas minadoras por planta de tomate a lo largo de los 10 muestreos.

7.2 FLUCTUACIÓN DE LOS PARASITOIDES DE MOSCA MINADORA EN EL CULTIVO DE TOMATE

La fluctuación de la población de parasitoides asociados a la mosca minadora durante el ciclo de cultivo de tomate también tuvieron un comportamiento gráficamente similar (Figura 5).

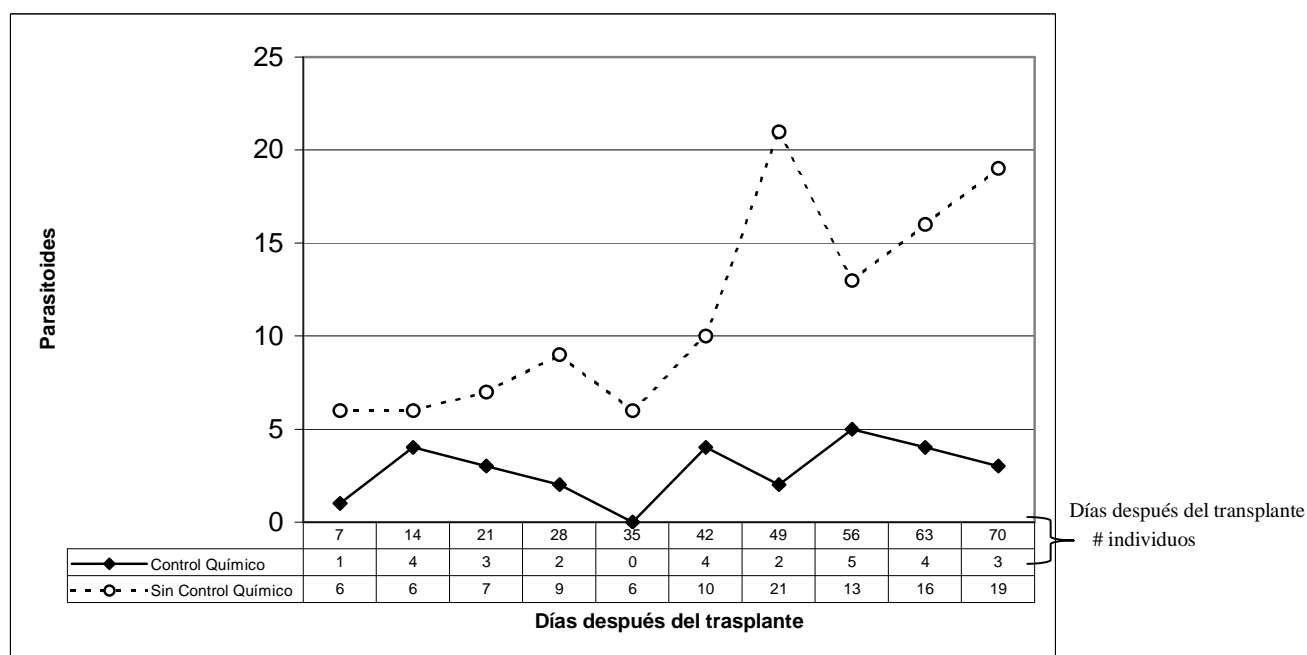


Figura 5. Fluctuación de la población de parasitoides asociados a la mosca minadora en el cultivo de tomate híbrido Elios en dos parcelas de ensayo, una con control químico y otra sin control químico, CEDA-FAUSAC 2001.

En la parcela de tomate donde no se aplicó ningún control dirigido a la mosca minadora, registró durante toda la etapa vegetativa hasta la mitad de la etapa de la floración que la población de parasitoides fluctuó entre los 6 y 10 parasitoides por muestra, al final de la etapa de floración y durante toda la etapa de fructificación la población de parasitoides fluctuó entre 13 y 21 parasitoides por muestra. Es de hacer notar que en todo caso con sus altibajos la población de parasitoides mostró un incremento a lo largo del ciclo de cultivo.

Por otro lado en la parcela en la que se empleó control químico, la población de parasitoides asociados a la mosca minadora fue menor y fluctuó entre 1 y 5 parasitoides por muestra a lo largo del ciclo de cultivo, manifestando su pico más alto a los 56 días después del trasplante (16/8/2001) con 5 parasitoides por muestra durante la etapa de fructificación; a los 35 días después del trasplante es decir durante la etapa de floración del cultivo la población de parasitoides fue de cero, incrementándose a 4 parasitoides por muestra

en la semana siguiente. Es probable que la población de parasitoides de mosca minadora sea consecuencia del uso del insecticida empleado.

7.2.1 PRUEBA DE “T” PARA LA POBLACIÓN DE PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA EN DOS PARCELAS DE TOMATE HÍBRIDO ELIOS.

Para conocer si existían diferencias significativas al 95 por ciento de confianza entre la población de parasitoides asociados a la mosca minadora en las parcelas con control químico y sin control químico, se realizó la prueba de t de student (Cuadro 5A, Figura 6).

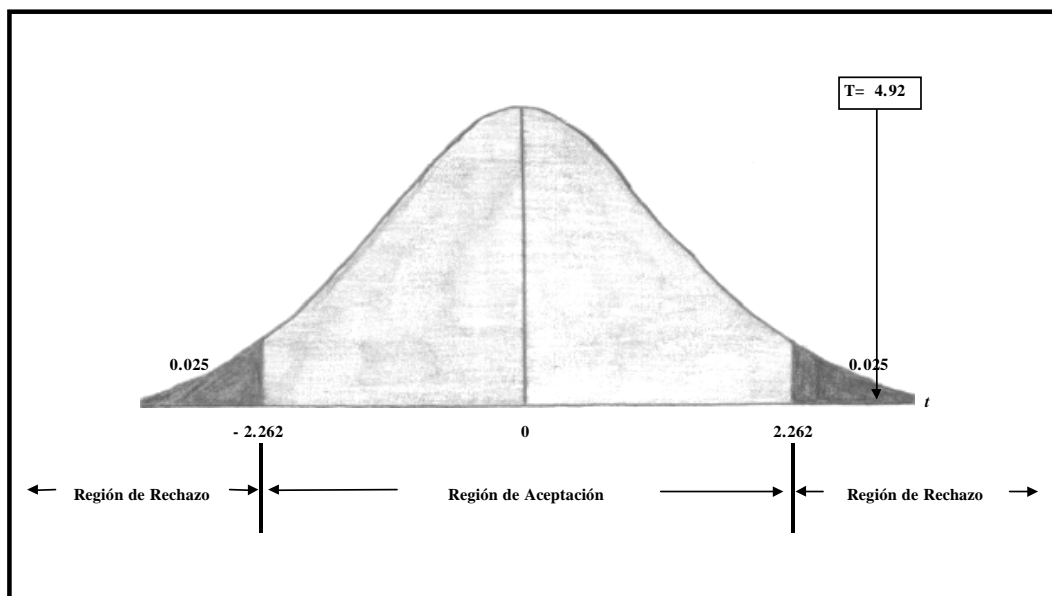


Figura 6. Curva de “ t ” para la población de parasitoides asociados a la mosca minadora en dos parcelas cultivadas con tomate híbrido Elios, CEDA-FAUSAC, 2001.

El valor crítico de “ t ” de 4.92 fue mayor que el estadístico de prueba (2.262) para un nivel de significancia del 5 por ciento, por lo tanto cae dentro de la región de rechazo de la hipótesis nula, por lo tanto la población de parasitoides en la parcela con control químico no es estadísticamente igual a la población en la parcela sin control químico, como era de esperarse.

La media de parasitoides asociados a la mosca minadora por muestra fue de 11.3 en la parcela sin control químico, en tanto que fue mucho menor (2.8 parasitoides por muestra) en la parcela con control químico. Estos resultados pueden interpretarse que la baja población de parasitoides en la parcela con control químico se debió posiblemente al efecto insecticida utilizado.

7.3 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN LA MOSCA MINADORA

7.3.1 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN LA MOSCA MINADORA EN LA PARCELA CON CONTROL QUÍMICO DE INSECTOS

El porcentaje de parasitoidismo determinado para cada uno de los 10 muestreos en la parcela donde se aplicó control químico, permitió registrar un total de 28 parasitoides (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de parasitoidismo en la parcela de tomate con control químico de insectos, CEDA-FAUSAC, 2001.

Días después del trasplante	Fecha	Mosca Minadora			Parasitoides	Total	Parasitoidismo (%)
		Hembras	Machos	Pupas			
7	28-Jun-01	4	4	1	1	10	10.00
14	5-Jul-01	5	1	4	4	14	28.57
21	12-Jul-01	5	0	11	3	19	15.79
28	19-Jul-01	5	2	28	2	37	5.41
35	26-Jul-01	4	1	15	0	20	0.00
42	2-Ago-01	2	2	23	4	31	12.90
49	9-Ago-01	5	6	41	2	54	3.70
56	16-Ago-01	3	2	27	5	37	13.51
63	23-Ago-01	4	2	14	4	24	16.67
70	30-Ago-01	3	4	8	3	18	16.67
Total		40	24	172	28	264	10.61

Los porcentajes de parasitoidismo estuvieron de cero hasta el 28.57 %. A los 7 días después del trasplante el porcentaje de parasitoidismo fue de 10 % luego a la semana siguiente aumentó hasta el 28.57 %, de aquí en adelante mostró una disminución gradual hasta llegar a un cero % a los 35 días después del trasplante (26/7/2001), finalmente en la etapa de fructificación terminó con un 16.67 % de parasitoidismo.

En general se obtuvieron un total de 92 insectos emergidos con éxito de los cuales 40 fueron moscas hembras (62.5 %), 24 moscas machos (37.5 %) y 28 parasitoides. Incluyendo el material biológico no emergido (172 pupas) se obtuvo un porcentaje total de parasitoidismo del 10.61 % durante el ciclo de cultivo de tomate. Estos valores son sumamente inferiores a los reportados por Guevara (2001) (15), siempre bajo las condiciones ambientales del CEDA y con control químico, pero con la diferencia de que el ensayo se realizó en el período de agosto a noviembre de 2000 y la variedad de tomate fue emperator. Guevara (15), reportó un total de 1,708 individuos en 10 muestreos de los cuales 847 correspondieron a moscas minadoras y 861 parasitoides con un porcentaje de parasitoidismo del 50.41 %, sin considerar al resto del material biológico no emergido.

7.3.2 PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN LA MOSCA MINADORA EN LA PARCELA TESTIGO (SIN CONTROL QUÍMICO DE INSECTOS)

El porcentaje de parasitoidismo de la mosca minadora en la parcela cultivada con tomate sin control químico. Se calculó sobre un total de 113 parasitoides, 90 más que en la parcela en la que se aplicó control químico (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de parasitoidismo en la parcela de tomate testigo (sin control químico de insectos), en el CEDA, Guatemala 2001.

Días después del trasplante	Fecha	Mosca Minadora			Parasitoides	Total	Parasitoidismo (%)
		Hembras	Machos	Pupas			
7	28-Jun-01	10	2	5	6	23	26.09
14	5-Jul-01	2	7	5	6	20	30.00
21	12-Jul-01	1	0	6	7	14	50.00
28	19-Jul-01	1	1	8	9	19	47.37
35	26-Jul-01	1	1	7	6	15	40.00
42	2-Ago-01	0	1	6	10	17	58.82
49	9-Ago-01	0	1	14	21	36	58.33
56	16-Ago-01	1	1	10	13	25	52.00
63	23-Ago-01	0	2	14	16	32	50.00
70	30-Ago-01	1	0	10	19	30	63.33
Total		17	16	85	113	231	48.92

Durante los primeros 14 días que fueron trasplantadas las plantas de tomate al campo definitivo, el porcentaje de parasitoidismo en promedio fue de un 25 %, luego en la siguiente semana se duplicó hasta un 50 %, durante las siguientes dos semanas (28 y 35 días después del trasplante) fluctuó entre un 40 y 50 %. Finalmente durante el final de la etapa de floración y toda la etapa de fructificación se mantuvo fluctuando entre un 50 y 60 %. El parasitoidismo en todo el ciclo de cultivo fue de 48.92 %. La proporción de moscas minadoras obtenidas con éxito fueron 51.51 % hembras y 48.48 % machos, similar a la proporción obtenida por Guevara (15) que fue de 53 % de hembras y 47 % de machos, con la única diferencia del uso de insecticidas en la parcela experimental.

7.3.3 FLUCTUACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO EN AMBAS PARCELAS CULTIVADAS CON TOMATE HÍBRIDO ELIOS

Con el objeto de comparar la fluctuación de los porcentajes de parasitoidismo en las parcelas de tomate evaluadas; se combinaron sus gráficas (Figura 7).

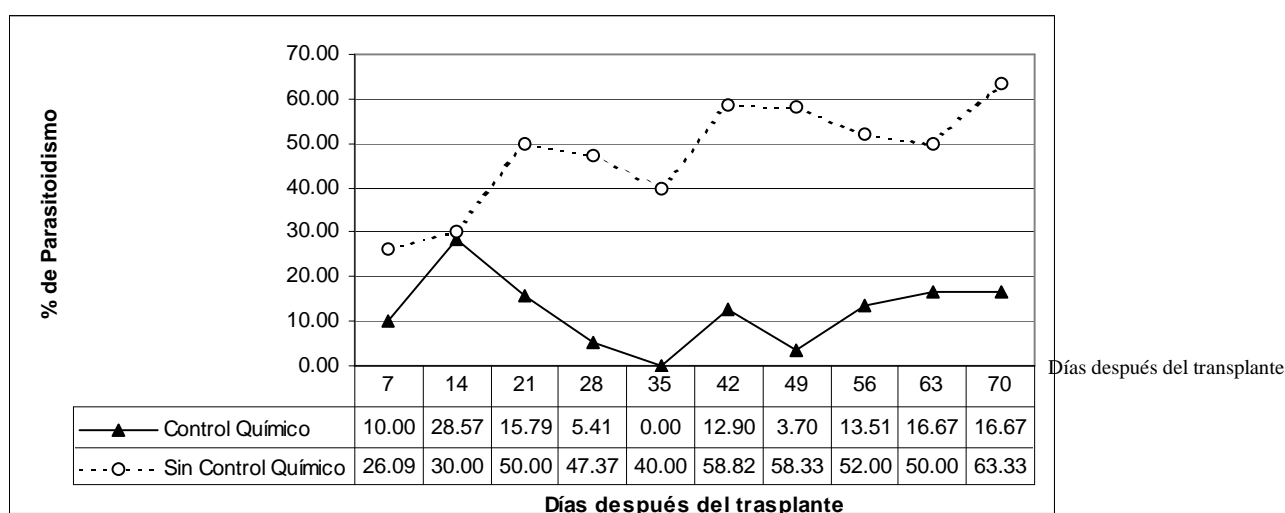


Figura 7. Fluctuación del porcentaje de parasitoidismo en ambas parcelas (control químico y testigo), CEDA-FAUSAC, 2001.

En la parcela con control químico de insectos del follaje el porcentaje de parasitoidismo de la mosca minadora fluctuó durante la etapa vegetativa entre un 10 y un 5.41 %, alcanzando su pico más alto a los 14 días después del trasplante (5/7/2001) y luego un notable descenso en las siguientes dos semanas, en tanto que en la parcela donde no se aplicó control químico el porcentaje de parasitoidismo fluctuó entre un 26 y un 47 % apreciándose que éste fue en incremento durante la etapa vegetativa.

Durante la etapa de floración en la parcela con control químico el porcentaje de parasitoidismo fluctuó entre 0 y 3.70 %, alcanzando su pico más alto a los 42 días después del trasplante (2/8/2001) con un 12.90 %, en tanto que en la parcela sin control químico de insectos únicamente durante el inicio de la floración el porcentaje de parasitoidismo fue de un 40 % y luego se incrementó para fluctuar entre un 50 y 60 %, abarcando también la etapa de fructificación dentro de éste rango a excepción del último muestreo a los 70 días después (30/8/2001) del trasplante en que superó éste rango hasta alcanzar el 63.33 %.

En general durante todo el ciclo de cultivo se pudo observar que el porcentaje de parasitoidismo de la mosca minadora fue mayor en la parcela donde no se realizó control químico de insectos del follaje.

7.4 ESPECIES DE MOSCA MINADORA

Durante el ciclo de cultivo de tomate desde el momento del trasplante a los 23 días del mes de junio hasta el último muestreo a los 30 días del mes de agosto bajo las condiciones ambientales del Centro Experimental Docente de Agronomía ubicado en la Ciudad Universitaria de Guatemala, se identificó que la especie de mosca minadora presente en ambas parcelas con control químico de insectos del follaje y la parcela testigo fue Liriomyza sativae Blanchard. Los aedagos de la genitalia de la mosca minadora macho así como el espiráculo posterior del puparium que sirvieron de base para determinar que la mosca minadora presente es L. sativae se presentan a continuación: (Figuras 8, 9 y 10).

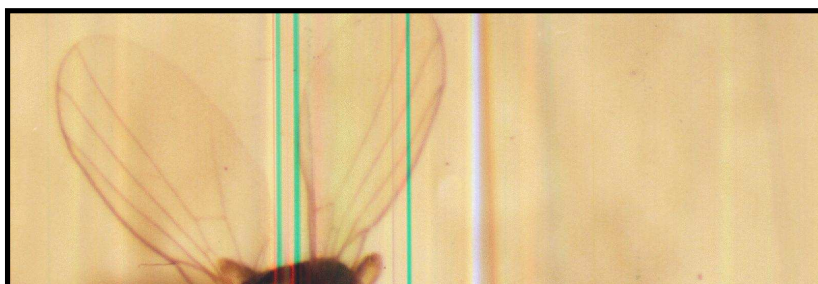


Figura 8. Adultos de mosca minadora Liriomyza sativae Blanchard., obtenido en muestreo en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001.

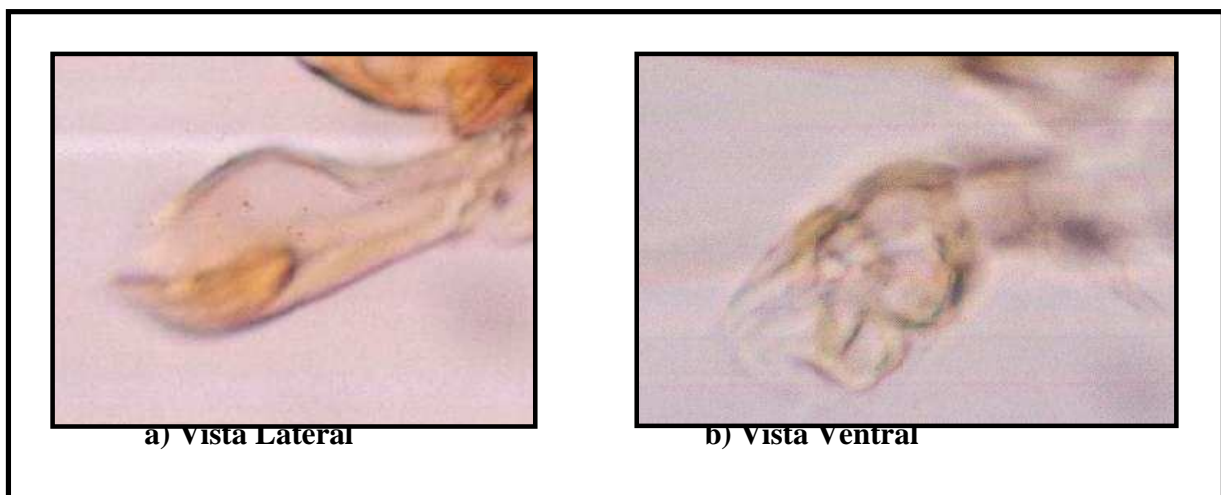


Figura 9. Aedagos obtenidos de la mosca minadora asociada al cultivo de tomate en el CEDA, Guatemala.



Figura 10. Espiráculo posterior del puparium (pupa) mostrando 3 dígitos (poros).

7.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA EN CADA PARCELA EXPERIMENTAL (CON CONTROL QUÍMICO Y TESTIGO)

La cantidad de parasitoides obtenidos correspondieron a 141 todos categorizados dentro del orden Hymenoptera (Cuadro 8)

Cuadro 8. Familias de parasitoides asociados a la mosca minadora en cada una de las parcelas bajo estudio, CEDA, FAUSAC, 2001.

	CON CONTROL QUIMICO		SIN CONTROL QUIMICO	
	Parasitoides/Ciclo	Porcentaje	Parasitoides/Ciclo	Porcentaje
Braconidae	11	39.3	54	47.8
Eulophidae	2	7.1	28	24.8
Pteromalidae	15	53.6	22	19.5
Eucoilidae	0	0.0	9	8.0
Total	28	100	113	100

En la parcela con control químico de insectos se encontraron únicamente 3 familias, Pteromalidae, Braconidae y Eulophidae, siendo las más abundantes Pteromalidae (53.6 %) y Braconidae (39.3 %), la familia Eulophidae fue muy escasa (7.1 %) con un espécimen *Diglyphus* sp. y otro del género *Closterocerus* sp.; en ésta parcela no se encontró ningún parasitoide de la familia Eucoilidae.

En la parcela donde no se realizó control químico de insectos se presentaron las tres familias reportadas en la parcela con control químico y además la familia Eucoilidae. En este caso la familia mas abundante fue Braconidae (47.8 %), el segundo lugar en cuanto abundancia lo ocuparon las familias Eulophidae y Pteromalidae con 24.8 y 19.5 % de abundancia respectivamente, con 9 parasitoides durante todo el ciclo (8 % del total) se obtuvo la familia Eucoilidae.

7.5.1 GÉNEROS DE PARASITOIDES ASOCIADOS A LA MOSCA MINADORA

Las proporciones de parasitoides obtenidos en ambas parcelas identifican la presencia de 6 especies de estos (Figura 11).

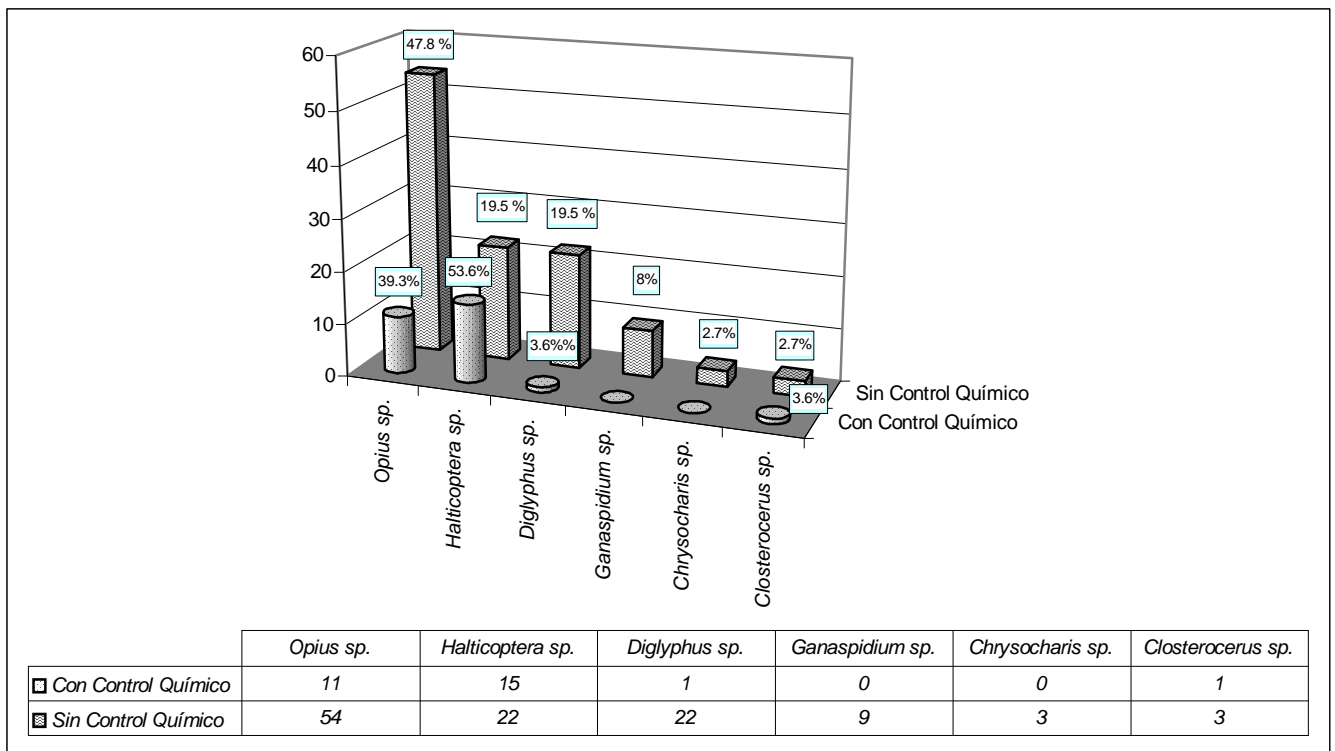


Figura 11. Parasitoides asociados a la mosca minadora en la parcela con control químico y sin control químico en el cultivo de tomate.

García (2002) (9), en su investigación realizada en el municipio de Baja Verapaz obtuvo un total de 222 parasitoides de las familias Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae y Eucoilidae, por su parte Guevara (2001) (15), en la misma localidad que la presente investigación cuantificó la existencia de 861 parasitoides asociados a mosca minadora de las familias Braconidae, Eulophidae y Eucoilidae. En la presente investigación se confirmó la existencia de las siguientes especies:

1. Opius sp. (Braconidae)
2. Diglyphus sp., Chrysocharis sp., Closterocerus sp. (Eulophidae)
3. Halticoptera sp. (Pteromalidae)
4. Ganaspidium sp. (Eucoilidae)

A. Opius sp. (Braconidae)

En la parcela sin aplicación de insecticida se obtuvieron 54 especímenes lo que equivale al 47.8 % del total mientras que en la parcela con aplicación de insecticidas la población de Opius sp. fue la segunda en abundancia con 39.3 % presentando 11 especímenes, es decir un 80 % menos que en la parcela sin aplicación de insecticida, debido probablemente a la acción del insecticida (Figura 12).



Figura 12. Opius sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA- FAUSAC, 2001.

B. Halticoptera sp. (Pteromalidae)

En la parcela sin aplicación de insecticida ocupó el segundo lugar en abundancia junto con Diglyphus sp. (Eulophidae) con 22 especímenes (19.5 % del total), mientras que en la parcela con aplicación de insecticidas Halticoptera sp. fue el parasitoide más abundante con 15 parasitoides que representaron el 53.6 % de total. El parasitoide Halticoptera sp. en la parcela con aplicación de insecticida se redujo un 31 % respecto a la parcela sin aplicación de insecticidas (de 22 especímenes a 15) (Figura 13).



Figura 13. Halticoptera sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001.

C. Diglyphus sp. (Eulophidae)

En la parcela sin aplicación de insecticida ocupó junto con Halticoptera sp. (Pteromalidae) el segundo lugar en abundancia; sin embargo, en la parcela con aplicación de insecticida la población fue 96% menor con un único espécimen durante todo el ciclo el cultivo del tomate, es decir que respecto a Halticoptera fue aparentemente más susceptible a la aplicación del insecticida (Figura 14).

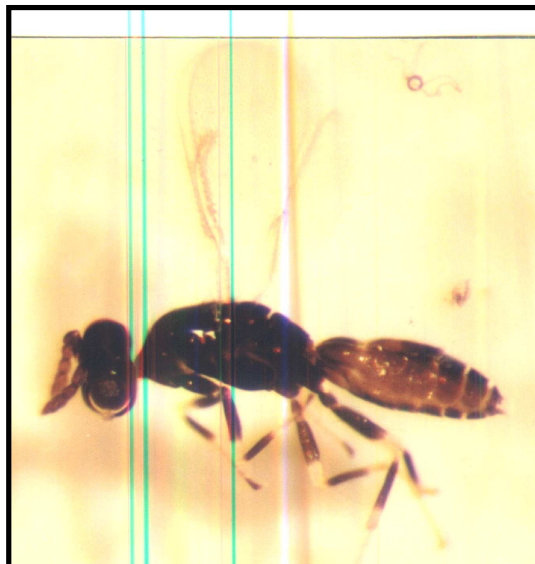


Figura 14. Diglyphus sp. asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA- FAUSAC, 2001.

D. Ganaspidium sp. (Eucoilidae)

Únicamente se encontró parasitando a la mosca minadora en la parcela sin aplicación de insecticida durante el ciclo de cultivo con un total de 9 especímenes que representa el 8% del total de parasitoides ocupando el tercer lugar en abundancia (Figura 15).



Figura 15. Ganaspidium sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001.

E. Chrysocharis sp. (Eulophidae)

Al igual que Ganaspidium sp. únicamente se encontró en la parcela sin aplicación de insecticida aunque su población fue menor (3 parasitoides durante todo el ciclo de cultivo del tomate). Junto con Closterocerus sp. ocuparon el cuarto lugar en abundancia con un 2.7 % del total de parasitoides en la parcela sin aplicación de insecticida (Figura 16).



Figura 16. Chrysocharis sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001.

F. Closterocerus sp. (Eulophidae)

Este parasitoide se presentó en ambas parcelas con la población más baja de 3 especímenes en la parcela sin aplicación de insecticida y un espécimen en la parcela con aplicación de insecticida (Figura 17).



Figura 17. Closterocerus sp., asociado a la mosca minadora en el cultivo de tomate, CEDA-FAUSAC, 2001.

7.6 ANÁLISIS INTEGRADO

Para visualizar de una manera rápida los principales resultados de la presente investigación se presenta un resumen de las variables evaluadas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Promedios y rango de fluctuación de la mosca minadora de la hoja de tomate y sus parasitoides durante el ciclo de cultivo de tomate.

TRATAMIENTO	<u>Liriomyza sativae</u> (Blanchard)		Parasitoides		Porcentaje de Parasitoidismo	Porcentaje de parasitoide mas abundante
	Promedio	Fluctuación	Promedio	Fluctuación		
Con control químico	6.4	5 a 8	2.8	1 a 4	10.61%	Halticoptera sp. 53.6 %
Sin control químico	3.3	1 a 2	11.3	7 a 21	48.92%	Opius sp. 47.8 %

Durante el ciclo de cultivo del tomate híbrido Elios en los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) en los meses de junio a agosto de 2001, la especie de mosca minadora de la hoja de tomate que se identificó fue Liriomyza sativae Blanchard. La población promedio durante el ciclo de cultivo fue estadísticamente al 5 por ciento de significancia menor en la parcela sin aplicación de insecticidas con 3.3 moscas por planta y una fluctuación a partir de los 21 días después del trasplante de 1 a 2 moscas por planta; la baja población se explica por el alto promedio de parasitoides (11.3 por planta) que se mantuvo en ésta parcela cuya población fluctuó entre los 7 a 21 parasitoides por planta con un porcentaje de parasitoidismo de 48.92 %, siendo el más abundante Opius sp. (Braconidae). En tal sentido al no aplicar insecticida en el cultivo de tomate para el control de la mosca minadora, se permiten las condiciones adecuadas para que parasitoides de ésta se desarrollen libremente y puedan reducir la población de mosca minadora a niveles bajos.

Contrariamente a lo anterior en la parcela con aplicación de insecticida para el control de la mosca minadora, por un lado el insecticida no redujo la población de mosca minadora ya que esta se mantuvo en un promedio de 6.4 moscas por planta durante todo el ciclo de cultivo y que fue estadísticamente superior con un nivel de significancia del 5 % a la población de moscas en la parcela sin aplicación de insecticida y por otro lado el insecticida utilizado, de alguna manera redujo la población de parasitoides a un promedio de 2.8 durante todo el ciclo de cultivo con una fluctuación de 1 a 4 parasitoides por planta y un porcentaje de parasitoidismo de 10.61 % el cual fue estadísticamente menor que el parasitoidismo observado en la parcela sin aplicación de insecticida. Un aspecto importante de señalar es que en la parcela con aplicación de insecticidas el parasitoide más abundante fue Halticoptera sp. (Pteromalidae) y respecto a la parcela sin aplicación de insecticida fue el que redujo su población un 31 %.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones ambientales (época lluviosa) de los campos del Centro Experimental Docente de Agronomía de la Facultad de Agronomía en la Ciudad de Guatemala respecto a la población de mosca minadora y sus parasitoides en el cultivo de tomate híbrido Elios se concluye que:

1. La población promedio de moscas minadoras en la que se aplicó el insecticida endosulfán en forma calendarizada fue estadísticamente diferente al promedio de mosca minadora en la que no se aplicó insecticida.
2. La fluctuación poblacional de la mosca minadora en la parcela con aplicación de insecticidas a lo largo de todo el ciclo de cultivo se mantuvo entre 5 y 8 moscas minadoras por planta , y con 1 a 4 parasitoides por planta, la mosca alcanzó su punto más alto al final de la etapa de floración (29 días después del trasplante) con 11 moscas minadoras por planta.
3. La fluctuación poblacional de la mosca minadora en la parcela sin aplicación de insecticidas se mantuvo desde el final de la etapa vegetativa hasta la fructificación entre 1 y 2 moscas por planta y con 7 a 21 parasitoides por planta, la mosca alcanzó su punto más alto al inicio de la etapa vegetativa (de los 7 a 14 días después del trasplante) con 12 y 9 moscas por planta respectivamente.
4. El porcentaje de parasitoidismo en la parcela con aplicación de insecticida fue de 10.61 % presentando un total de 28 parasitoides y en la parcela sin aplicación de insecticida fue de 48.92 % con un total de 113 parasitoides durante todo el ciclo de cultivo de tomate híbrido Elios.
5. La población promedio de parasitoides asociados a la mosca minadora en la parcela en la que se aplicó el insecticida endosulfán fue estadísticamente diferente al promedio de parasitoides en la parcelal en la que no se aplicó el insecticida.
6. En la parcela sin aplicación de insecticidas la población de parasitoides desde la etapa vegetativa hasta la mitad de la etapa de floración se mantuvo entre 6 y 9 parasitoides por

planta, y al final de la etapa de floración hasta la fructificación fluctuó entre 13 y 21 parasitoides por planta.

7. En la parcela con aplicación de insecticida de la etapa vegetativa hasta la mitad de la floración (35 días después del trasplante) la población de parasitoides se redujo de 6 a 0 parasitoides por planta, luego de finales de la etapa de floración hasta la fructificación la población fluctuó entre 2 y 5 parasitoides por planta.
8. La especie de mosca minadora presente en el cultivo de tomate correspondió a Liriomyza sativae Blanchard, en base a la comparación de los Aedagos y de del espiráculo posterior del puparium (pupa).
9. Los parasitoides determinados correspondieron a: Opius sp., Diglyphus sp., Closterocerus sp., Chrysocharis sp., Halticoptera sp. y Ganaspidium sp.

9. RECOMENDACIONES

1. Bajo las condiciones ambientales (época lluviosa) del Centro Experimental Docente de Agronomía dado que la población de parasitoides (54 Opius sp., 22 Halticoptera sp., 22 Diglyphus sp., 9 Ganaspidium sp., 3 Closterocerus sp., y 3 Chrysocharis sp.) de la mosca minadora Liriomyza sativae Blanchard fue alta con un porcentaje de parasitoidismo de 48.92 % y que fue capaz de mantener la población de mosca minadora fluctuando entre 1 y 2 moscas minadoras por planta se recomienda que no se apliquen insecticidas para el control de la mosca minadora.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPRONT. 1995. Censo de productores de arveja china. Guatemala. 42 p.
2. BAREA, O. 1994. Importancia económica de Liriomyza huidobrensis Blanchard en la papa, en Costa Rica, y opciones para su manejo utilizando períodos críticos y umbrales de acción. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 126 p.
3. CAVE, R. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. p. 45-46, 77, 118-119, 126-127.
4. COMITÉ TÉCNICO DE LIRIOMYZA (CR). 1990. El minador de las hojas Liriomyza spp. (Díptera: Agromyzidae). San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Divulgativo no. 25:1-22.
5. CORDÓN, E.; CORADO, R.; PÉREZ, F. 1987. Levantamiento planialtimétrico de los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía. Problema Especial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
6. CREMLIN, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción química. México, D.F., Limusa. 410 p.
7. DISAGRO. 2000. Manejo técnico del cultivo de tomate. (<http://www.disagro.com/tomate/tomate1.htm>)
8. FAO (ITALIA). 1966. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma. 70 p.
9. GARCIA, SOLARES, R.D. 2002. Determinación del parasitoidismo en mosca minadora (Liriomyza sp.) en tomate (Lycopersicon esculentum Miller) en la aldea Chiac, Rabinal, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.
10. GONZÁLEZ, C. 1990. Contribución al conocimiento de los enemigos naturales de Liriomyza sp. encontradas en Cerro Punta y Boquete. Revista Ciencia Agropecuaria (Pa.) 7:59-65.
11. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1976. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja Ciudad de Guatemala, No. 2059-I Guatemala. Esc.

1:50,000. Color.

12. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1978. Estudio de aguas subterráneas en Guatemala; informe final. Guatemala. 303 p.
13. _____ INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. s.f. Tarjetas de registro climáticos de la estación central de INSIVUMEH de los años 1995-1999. Guatemala

Sin publicar
14. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Esc. 1:600,000. 4h
15. GUEVARA, CHÁVEZ., F. 2001. Mosca minadora (Diptera; Agromyzidae: Liriomyza sp.) asociada al cultivo de tomate y sus parasitoides en el CEDA, Guatemala. En: Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación (5º, 2001, San Salvador). Resúmenes. San Salvador, Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación p. 47-50.
16. HIDALGO, E.; CARBALLO, M. 1991. Influencia de las malezas sobre los insectos controladores naturales de Liriomyza huidobrensis (Blanchard), (Díptera: Agromyzidae). Revista Manejo Integrado de Plagas (20-21):49-54.
17. HUBER, J.T.; GOULET, H. 1993. Hymenóptera of the word; and identification guide to families. Canada Agriculture Research Branch IV Series Publication. p. 561-562, 622-623.
18. KING, A.B.; SAUDERS, L.J. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Costa Rica, CATIE. p. 96-97.
19. LEÓN, J.II. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. p. 166-170.
20. PARELLA, M. 1987 Biology of Liriomyza. Revista de Entomología (USA) 32: 201-224.
21. _____; JONES, V.; YOUNGMAN, R.; LEBECK, L. 1985. Effect of leaf mining and stippling of Liriomyza spp. on photosynthetic rates of Chrysanthemum. Annals of the Entomological Society of America (USA) 78(1):90-93.

22. PÉREZ, R.; MÉNDEZ, A.; MAC VEAN, C.; 1997. La mosca que frena las exportaciones hortícolas del altiplano de Guatemala. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala (Gua.) no. 7:10-16.
23. POE, S.; MONTZ, J. 1981. Preliminary results of leaf miner species survey. USA, s.e. p. 24-34.
24. QUEZADA, J.R. s.f. Los parasitoides de la superfamilia Chalcidoidea, El Salvador, Programa CENTA-BID, 39 p.
25. RAMÍREZ, O. 1994. Importancia económica de Liriomyza huidobrensis (Blanchard), en papa. Revista Manejo Integrado de Plagas (CR) no. 33:33-38.
26. REYES CASTAÑEDA, P. 1982. Diseño y análisis de experimentos aplicados. México, Trillas. 349 p.
27. RODRÍGUEZ, C.; LEPIZ, C.; PEREZ, D. 1991. Evaluación de pegamentos en la captura de Liriomyza huidobrensis Blanchard (Diptera:Agromyzidae). Costa Rica, Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 20.21:55-56.
28. SALAS, J.; PARRA, A. 1994. Biología del pasador de la hoja del tomate Liriomyza sativae. Revista Colombiana de Entomología (Col.) 20(4):267-270.
29. SANTIS, L. DE. 1969. Hymenópteros clave de las familias con representantes entomófagos. Argentina, Universidad Nacional de Tucuman, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Apuntes de Control Biológico. Apéndice 1, 41 p.
30. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1.000 p.
31. SPENCER, K. A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Revista Serie Entomologica (EE.UU.) 2(9):1-41.
32. _____. 1981. A revisionary study of the leaf-mining flies (Agromyzidae) of California. University of California, Berkeley, Division of Agricultural Sciences, Special Publication no. 3273. 489 p.
33. _____. 1984. The Agromyzidae (Díptera) of Colombia; including a new species attacking

potato in Bolivia. *Revista Colombiana de Entomología* (Col.) 10(1-2):3-33.

34. _____; STEYSKAL, G. 1986. Manual of the Agromyzidae (Diptera) United States of America. Department of Agriculture, Hand Book. no. 478,638 p.
35. STECK, G. 1996. Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Florida, Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Entomology Circular no. 378. 3 p.
36. TOMLIN, C. 1994. The pesticide manual. United Kingdom, The Edition British, Protection Council. Society of Chemistry. 1341 p.
37. UNIVERSITY OF FLORIDA. DEPARTMENT OF ENTOMOLOGY AND NEMATOLOGY; FLORIDA DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND CONSUMER SERVICES. DIVISION OF PLANT INDUSTRY. s.f. Ciclo de vida *L. sativae* en tomate. Estados Unidos, Florida. (<http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/pea/leafminer.htm>)
38. VELARDE, H.; PALACIOS, M.; TENORIO, J.; GOLMIRZAIE, A. 1999. Rol de las trampas amarillas y parasitoides en el control de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) en el cultivo de papa en el Valle de Tambo, Arequipa. Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 41:127-131.
39. VILLA REAL, R. 1982. Tomates. Costa Rica, IICA. 184 p.
40. VILLEDA RAMÍREZ, J.D. 1993. El cultivo del tomate. Guatemala, PDA. 147 p.

Cuadro 4A. Prueba de t para medias de dos muestras emparejadas de moscas minadoras.**Prueba t para medias de dos muestras emparejadas**

	<i>Control Químico</i>	<i>Control Natural</i>
Media	6.40	3.30
Varianza	4.04	15.12
Observaciones	10	10

Suma algebraica de las diferencias $\sum X_i$	31
Cuadrado de las diferencias $\sum X_i^2$	245
Promedio de las diferencias	3.10
Varianza agrupada de las diferencias S^2	16.54
Desviación estándar de las diferencias S	1.2862521
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	9
Estadístico de Prueba (t)	2.41
$P(T1)$ una cola	0.02
Valor crítico de t ($Vt1$ una cola)	1.83
$P(T \leq t)$ dos colas	0.04
Valor crítico de t ($Vt2$ dos colas)	2.26
$(t) > Vt2 \Rightarrow$ Rechaza H_0 . 2.41 > 2.26 \Rightarrow Rechaza H_0	
Conclusión: Estadístico de Prueba > Valor crítico de t (dos colas) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; las poblaciones de moscas son estadísticamente diferentes	

Cuadro 5A. Prueba de t para medias de dos muestras emparejadas de parasitoides.**Prueba t para medias de dos muestras emparejadas**

	<i>Control Natural</i>	<i>Control Químico</i>
Media	11.30	2.80
Varianza	32.01	2.40
Observaciones	10.00	10.00

Suma algebraica de las diferencias $\sum X_i$	-85
Cuadrado de las diferencias $\sum X_i^2$	991
Promedio de las diferencias	-9
Varianza agrupada de las diferencias S^2	29.83
Desviación estándar de las diferencias S	1.7272329
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	9.00
Estadístico de Prueba (t)	4.92
$P(T1)$ una cola	0.00
Valor crítico de t ($Vt1$ una cola)	1.83
$P(T2)$ dos colas	0.00
Valor crítico de t ($Vt2$ dos colas)	2.26
$(t) > Vt2 \Rightarrow$ Rechaza H_0 . 4.92 > 2.26 \Rightarrow Rechaza H_0	
Conclusión: Estadístico de Prueba > Valor crítico de t (dos colas) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula; las poblaciones de son estadísticamente diferentes	