

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**DETERMINACION TAXONOMICA DE LA MOSCA MINADORA  
(DIPTERA: AGROMYZIDAE), CARACTERIZACION DEL DAÑO Y SU  
EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL BROCOLI  
(*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) EN JALAPA.**

**TESIS**

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

**Por**

**Francisco Javier Barrientos Godoy**

**En el acto de investidura como**

**INGENIERO AGRONOMO**

**EN EL GRADO ACADEMICO DE**

**LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS**

**CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA**

**Guatemala, Julio de 1999**

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Msc. EFRAIN MEDINA GUERRA

## TRIBUNAL EXAMINADOR EXAMEN PRIVADO

Ing. Agr. Alejandro Hernández  
Ing. Agr. Hector Guillermo Arriaga  
Ing. Agr. Domingo Amador P.  
Secretario Ing. Agr. Guillermo Méndez B.  
Decano Ing. Agr. Rolando Lara A.

## 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. William Roberto Escobar López
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Alejandro A. Hernández Figueroa
Vocal Cuarto:	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
Vocal Quinto:	Br. José Domingo Mendoza
Secretario:	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, Julio de 1999

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

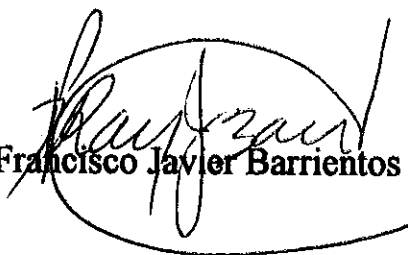
Señores miembros:

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

DETERMINACION TAXONOMICA DE LA MOSCA MINADORA (DIPTERA: AGROMYZIDAE), CARACTERIZACION DEL DAÑO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica plenck*). En Jalapa.

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

Atentamente,

  
Francisco Javier Barrientos Godoy

## ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Que me ha iluminado y permitido llegar a este momento.

Mis Padres:

Francisco Barrientos Gonzáles  
Anita Godoy Valladares de Barrientos  
Por su apoyo incondicional y sacrificios para  
alcanzar la meta deseada.

Mi compañera de hogar:

Ana María Trigueros Barrientos  
Por sus consejos brindados para alcanzar la  
meta.

Mis hermanos:

Alvaro Hugo, Silvia Judith, Ana Guisela y  
Adilia Verónica, con cariño especial.

Mi familia en general:

Como muestra de cariño.

Mi amigo:

Cesar Castañeda Arriaza  
Recuerdo de las experiencias compartidas.

# TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

JALAPA

ESCUELA TIPO FEDERACION LUIS MARTINEZ MONT.

INSTITUTO NORMAL CETROAMERICANO PARA VARONES

FACULTAD DE AGRONOMIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**MIS ASESORES:**

**Msc. Alvaro Hernández Dávila  
Ing. Agr. Alvaro Orellana Polanco**

**Por compartir su amistad y asesoría brindada en la realización del presente trabajo.**

**ICTA-IPM/CRSP:**

**Por brindar parte del financiamiento para el desarrollo del trabajo.**

**Ing. Agr. Danilo Dardon Avila:**

**Por sus sabios consejos y apoyo incondicional en la realización de este trabajo.**

**Dr. Charles MacVean:**

**Por su ayuda en la determinación taxonómica de la especie determinada.**

	CUADROS	ix
	FIGURAS	xii
	RESUMEN	xiii
1.	INTRODUCCION	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3.	MARCO TEORICO	5
3.1	Marco conceptual	5
3.1.1	Aspectos generales del cultivo del brócoli	5
3.1.2	Clasificación taxonómica	5
3.1.3	Aspectos generales de la mosca minadora ( <i>Liriomiza spp.</i> )	6
3.2	Marco referencial	11
3.2.1	En el cultivo de arveja china	11
3.2.2	En el cultivo de la papa	14
3.2.3	En el cultivo del tomate	15
3.2.4	Descripción general del área	15
4.	OBJETIVOS	17
5.	HIPOTESIS	18
6.	METODOLOGIA	19
6.1	Determinación de la especie	19
6.2	Caracterización del daño	20
6.3	Determinación del efecto del daño	20
6.3.1	Número de hojas secas por planta	21
6.3.2	Número de punciones por planta	22

6.3.3	Número de minas por planta	22
6.3.4	Area foliar dañada por minas en la planta (cm <sup>2</sup> )	22
6.3.5	Número de minas por hoja en el estrato: inferior, medio y superior	23
6.3.6	Diámetro de la inflorescencia (cm)	23
6.3.7	Peso de la inflorescencia (gr)	23
6.4	Diseño experimental	23
6.5	Factores	23
6.6	Tratamientos	24
6.7	Modelo estadístico	26
6.8	Análisis estadístico	26
6.9	Manejo del experimento	27
6.9.1	Preparación del terreno y trasplante	27
6.9.2	Control de plagas	27
6.9.3	Fertilización	27
6.9.4	Riego	28
6.9.5	Cosecha	28
7.	Resultados	29
7.1	Determinación de la especie de mosca minadora	29
7.2	Caracterización del daño	29
7.3	Determinación del efecto del daño	32
7.3.1	Número de hojas secas por planta	33
7.3.2	Número de punciones por planta	33
7.3.3	Número de minas por planta	35
7.3.4	Area foliar dañada por minas en la planta (cm <sup>2</sup> )	35
7.3.5	Número de minas por hoja en el estrato: inferior, medio y superior	37



7.3.6	Diámetro de la inflorescencia (cm)	37
7.3.7	Peso de la inflorescencia (gr)	49
8.	CONCLUSIONES	42
9.	RECOMENDACIONES	43
10.	BIBLIOGRAFIA	44
11.	APENDICE	48



CUADRO	INDICE DE CUADROS	PAGINA
1.	Problemas que ocasiona la mosca minadora, sus causas y consecuencias en el cultivo del brócoli según diferentes autores, Jalapa, 1998.	4
2.	Hospederos de <i>Liriomyza huidobrensis</i> en Guatemala y su localización, Jalapa, 1998.	8
3.	Características morfológicas externas para diferencias machos y hembras de mosca minadora <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard) Jalapa, 1998.	21
4.	Factores y niveles evaluados para determinar el efecto del Daño de mosca minadora sobre el rendimiento en el cultivo Del brócoli. Jalapa, 1998.	24
5.	Tratamientos evaluados para determinar el efecto del daño De mosca minador sobre el rendimiento en el cultivo del brócoli. Jalapa, 1998.	25
6.	Síntomas de los daños ocasionados por larvas y adultos de mosca Minadora <i>L. huidobrensis</i> (Blanchard) en brócoli. Jalapa, 1998.	31
7.	Resumen de pruebas de significancia para variables evaluadas, En la determinación del efecto del daño de mosca minadora <i>L. huidobrensis</i> (Blanchard) en brócoli. Jalapa, 1998.	32
8.	Resumen de resultados para tratamientos y variables evaluadas En la determinación del efecto de mosca minadora <i>L. huidobrensis</i> (Blanchard), sobre el rendimiento del cultivo del Brócoli, Jalapa, 1998.	51
9A.	Análisis de varianza para número de hojas secas por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	52
10A.	Análisis de varianza para número de punciones por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	52

CUADRO	PAGINA
11A. Análisis de varianza para número de minas por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	52
12A. Análisis de varianza para área foliar dañada por minas en la planta (cm <sup>2</sup> ), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	53
13A. Análisis de varianza para número de minas por hoja en el estrato inferior de la planta, en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	53
14A. Análisis de varianza para número de minas por hoja en el estrato medio de la planta, en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	53
15A. Análisis de varianza para diámetro de la inflorescencia (cm), en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	54
16A. Análisis de varianza para peso de la inflorescencia (gr), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	54
17A. Prueba de Tukey del factor A para el número de hojas secas por planta en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	55
18A. Prueba de Tukey del factor A para el número de punciones por planta en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	55
19A. Prueba de Tukey del factor A para el número minas por planta en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	55
20A. Prueba de Tukey del factor A para el área foliar dañada por minas en la planta (cm <sup>2</sup> ) en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	56

CUADRO	PAGINA
21A. Prueba de Tukey del factor A para el número de minar por hoja en el estrato inferior de la planta, en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	56
22A. Prueba de Tukey del factor A para el número de minas por hoja en el estrato medio de la planta, en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	56
23A. Prueba de Tukey del factor A para diametro de la inflorescencia (cm), en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	57
24A. Prueba de Tukey del factor A para peso de la inflorescencia (gr), en la determinación del efecto de daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998.	57



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Aspiradora manual usada en la captura de adultos de mosca minadora.	19
2. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el número de hojas secas por planta en brócoli. Jalapa, 1998.	34
3. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el número de punciones por planta en brócoli. Jalapa, 1998.	34
4. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el número de minas por planta en brócoli. Jalapa, 1998.	36
5. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el área foliar dañada por minas en la planta de brócoli. Jalapa, 1998.	36
6. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el número de minas por hoja en estratos del follaje en brócoli. Jalapa, 1998.	38
7. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el diámetro de la inflorescencia (cm) en brócoli. Jalapa, 1998.	38
8. Prueba de medias del efecto de la mosca minadora sobre el peso de la inflorescencia (gr) en brócoli. Jalapa, 1998.	41
9A. Ubicación del lugar del experimento.	49
10A. Distribución de los tratamientos.	50





**DETERMINACION TAXONOMICA DE LA MOSCA MINADORA  
(DIPTERA: AGROMYZIDAE), CARACTERIZACION DEL DAÑO Y  
SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL BROCOLI  
(*Brassica oleracea var. italica* Plenck). EN JALAPA.**

**TAXONOMIC DETERMINATION OF THE FLY MINER  
(DIPTERA: AGROMYZIDAE), CHARACTERIZATION OF DAMAGE AND  
ITS EFFECT ON THE BROCOLI YIELD  
(*Brassica oleracea var. italica* Plenck). IN JALAPA.**

**RESUMEN**

El cultivo del brócoli es afectado por varias plagas insectiles , principalmente lepidópteros y áfidos, recientemente se han observado daños por la presencia de la mosca minadora de la hoja *Liriomyza spp.* Con el objetivo de determinar la especie de mosca minadora se realizó un estudio en la zona productora de Mataquescuintla, Jalapa; durante noviembre de 1997 a marzo de 1998. Para determinar la especie, se obtuvieron muestras en campos de agricultores que mostraban la presencia de la plaga. Para caracterizar el daño y determinar el efecto sobre el rendimiento, se estableció un ensayo en la cabecera departamental de Jalapa, en un experimento bifactorial 6x4 en arreglo combinatorio, en un diseño completamente al azar. El factor A correspondió al número de moscas minadoras liberadas, usando; 0, 2, 4, 8, 16 y 32 moscas minadoras por jaula. El factor B, fueron los días después del trasplante cuando se efectuaron las liberaciones, siendo; al momento del trasplante, a los 15, 30 y 45 días después del trasplante. Se registraron las variables: número de hojas secas por planta, número de punciones por planta, número de minas por planta, área foliar dañada por minas en la planta (cm<sup>2</sup>), número de minas en el estrato inferior, medio y superior de la planta, diámetro de la inflorescencia (cm) y peso de la inflorescencia (gr). Para determinar la especie se utilizó la clave taxonómica para el género *Liriomyza* de Spencer K.A. 1983, la cual ubicó a los especímenes estudiados como *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). El daño es causado en el estrato inferior y medio de la planta por las punciones de alimentación y oviposición y por las minas. En el estrato superior, no se observó ningún tipo de daño. Se observó que el número de moscas minadoras influye significativamente sobre las

variables evaluadas, no así la época de liberación. Se concluyó que el número de moscas minadoras influye significativamente sobre el diámetro y el peso de la inflorescencia, independientemente de la época en que ocurra la infestación y que la presencia de mosca minadora causa una reducción de 24.52% en el rendimiento que se obtiene en ausencia de la plaga.

## 1. INTRODUCCION

El brócoli es una hortaliza de alto valor nutritivo por su contenido de vitaminas A y C, fibra y Sulforafane, esta última substancia se indica que probablemente sea capaz de curar algunos tipos de cáncer (27).

Posiblemente por esta razón, existe una demanda mundial del brócoli, por lo cual el 95% de la producción nacional de este cultivo se destina para la exportación (19,20).

Por ser un cultivo para exportación en su mayor parte, requiere cumplir las exigencias del mercado en los países importadores, tanto en la calidad de su presentación, como en su inocuidad para el consumo humano y por ello cada país tiene sus propias tolerancias acerca de los residuos de plaguicidas utilizados para el control de plagas en el brócoli (27).

Tradicionalmente, las plagas que han afectado al brócoli han sido insectos del follaje que pertenecen al orden lepidóptera. Aunque también lo atacan áfidos, moscas blancas y plagas del suelo (27).

La expansión de las áreas destinadas a la producción de los cultivos y el uso inadecuado de los plaguicidas, pueden ser una de las causas que originan nuevas plagas (5). Dentro de las nuevas plagas que se han identificado recientemente en el brócoli se tiene a la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (26).

Como consecuencia de los estudios de Mc Vean (26), realizados en Guatemala, se indica que la mosca minadora *L. huidobrensis* (Blanchard), tiene al brócoli como uno de sus hospederos, se desconocen aún los efectos y daños que pueda ocasionar en este cultivo. Debido a lo anterior, es necesario realizar trabajos de investigación básica, ya que la literatura existente en el área centroamericana, es escasa en estudios realizados en el cultivo del brócoli, sobre la caracterización de daños, especies presentes y disminución del rendimiento.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a diferentes autores, en el cultivo de brócoli se han identificado varios problemas, así como sus causas probables y posibles consecuencias al cultivo que la mosca minadora puede ocasionarle, ya sea como daños directos a la calidad del producto o bien ocasionar la disminución de sus rendimientos, tal como puede observarse en el Cuadro 1.

De acuerdo al Cuadro 1, ninguno de los autores anteriormente citados indica en forma cuantificable los daños ocasionados en el brócoli, así como los efectos medidos en porcentajes de reducción en el rendimiento del cultivo. Tampoco hay información específica sobre reconocimiento de los daños que la mosca minadora pueda causar en este cultivo. Por eso, cualquier investigación que sobre mosca minadora se realice en el cultivo del brócoli, puede contribuir a proporcionar información sobre estos aspectos y puede ser un aporte al conocimiento científico que colabore a mejorar el manejo de la plaga. Además, ayudar a entender la problemática en sí que ocasiona la mosca minadora, debido a que por la escasa información, aún no está clarificada la situación de la plaga en el cultivo de brócoli.

Por tanto, al poder cuantificar en la forma que se pretendió hacer en este estudio, al usar métodos y formas de medir los daños en el cultivo del brócoli, estos puedan ser revisados y mejorados por otros investigadores.

**Cuadro 1.** Problemas que ocasiona la mosca minadora, sus causas y consecuencias en el cultivo del brócoli según diferentes autores. Jalapa, 1998.

<b>Problema</b>	<b>Causa</b>	<b>Consecuencias en el cultivo</b>	<b>Referencias Bibliográficas</b>
Resistencia a los insecticidas	Uso excesivo de insecticidas  Genes de resistencia en el insecto.	Incremento en los costos  Posibles rechazos por contaminación de insecticidas.  Uso de mayores dosis y frecuencias de insecticidas	(4)
Hospederos alternos	Insecto polífago	Incremento en los costos  Control de la plaga es difícil.	(30)
Punciones y galerías en el follaje	Hábitos del insecto	Disminución de la capacidad fotosintética  Disminución de rendimiento	(6)

La falta de información taxonómica y agronómica de la mosca minadora limita el manejo y control de esta plaga. Pues se desconoce cuales son las especies de mosca minadora que están presentes en el cultivo del brócoli, la tipificación del daño en la planta y el potencial de daño directo o indirecto de la plaga sobre el rendimiento.

Debido a lo anterior es importante realizar este estudio para aportar información técnica científica básica y contribuir al control del minador del brócoli.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Aspectos generales del cultivo del brócoli

El brócoli es originario de la región mediterránea, principalmente de Italia, es una planta anual, el sistema de raíces secundarias es muy profuso y abundante, posee raíz pivotante, la planta erecta mide 0.6 a 0.9 metros de altura, los tallos florales salen de las axilas foliares, las flores son de color amarillo y tiene cuatro pétalos en forma de cruz. (37).

Es una hortaliza propia de climas fríos y frescos, se puede explotar todo el año, tolera heladas de menos de 2 °C. Las temperaturas para su desarrollo adecuado son de 15 a 25 °C y la temperatura óptima es de 17 °C. Prefiere suelos franco arenosos con 5 % de materia orgánica y un PH de 6 a 6.8 (37).

##### 3.1.2 Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub-clase	Dilleniidae
Orden	Caprales
Familia	Brassicaceae
Género	Brassica
Especie	Brassica oleracea (12).

### 3.1.3 Aspectos generales de la mosca minadora (*Liriomyza spp.*)

#### A. Origen y Distribución

Esta especie 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 (34). En la actualidad *Liriomyza* causa daños en varios países de América Central (Costa Rica Panamá y Guatemala), (5) y el Caribe (9).

#### B. Taxonomía

Phylum	Artropoda
Subphylum	Unirámia
Clase	Insecta o Hexápoda
División	Schizóphora
Sección	Acalyptratae
Orden	Diptera
Sub-orden	Brachycera
Super Familia	Opomyzoidea
Familia	Agromyzidae
Género	<i>Liriomyza</i> (36).
Especie	<i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard) (36)



### C. Ciclo de Vida

El ciclo de vida varía en las diferentes especies de mosca minadora, de acuerdo a las condiciones ambientales. Para *L. huidobrensis*, se ha determinado que con temperaturas entre los 26 y 27 °C, el huevo dura de 3 a 5 días, las larvas de 5 a 7 días y las pupas entre 8 a 12 días. El ciclo, entre el estado de huevo y la emergencia del adulto puede demorar de 15 a 21 días (11, 28).

A continuación se describe cada estado del ciclo vital de *L. huidobrensis*:

**Huevos:** De color blanquecino y traslúcidos, luego se tornan opacos, miden 0.3 milímetros de largo y 0.1 milímetros de ancho. Los insertan individualmente en ambas caras de las hojas, a través de las perforaciones tubulares (11, 28).

**Larvas:** Son vermiformes, de color crema amarillentas; miden 2.5 milímetros de largo y 0.4 milímetros de ancho, son cilíndricas, con la parte anterior aguda y posterior truncada. Presenta cuatro instares larvarios. Se alimentan incesantemente desde que nacen, son típicas minadoras de las hojas aunque en altas densidades pueden minar los pecíolos foliares y el tallo (11, 28).

**Pupas:** Miden 1.6 milímetros de largo y 0.7 milímetros de ancho. Son cilíndricas, con extremos redondos. Usualmente caen al suelo (11, 28).

**Adultos:** Miden 2.1 milímetros de largo y 0.6 milímetros de ancho, son moscas pequeñas de color negro, con manchas amarillas en la frente, el escutelo, en la parte de las patas y el abdomen. Las hembras usualmente más grandes que los machos. La oviposición dura de 1 a 5 días, la hembra puede poner de 100 a 600 huevos. Las hembras pinchan las hojas para oviponer y alimentarse del floema, éstas ponen huevos en el 15 a 20% de las heridas, el resto es para alimentación, el macho se

alimenta de las mismas heridas que hace la hembra. La longevidad de las hembras es de 15 a 20 días, el macho dura un poco menos (11, 28).

#### D. Hospedantes

Según Pérez (29), *L. huidobrensis* se ha encontrado como huésped en varias especies y lugares de Guatemala, tal como se indica en el cuadro 2.

**Cuadro 2** Hospederos de *L. huidobrensis* en Guatemala y su localización. Jalapa, 1,998

Nombre Común	Nombre Científico	Localización
Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Sol, Que, Chi, Sac.*
Apio	<i>Apium graveolens</i> L.	Chi, Sac.
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Italica</i> Plenck	Chi.
Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Chi, Sol, Que.
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Botritis</i> L.	Chi.
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Gua.
Haba	<i>Vicia faba</i> L.	Chi.
Hierba Maggi	<i>Levisticum officinale</i>	Chi.
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i> L.	Chi.
Puerro	<i>Allium porrum</i> L.	Chi.
Rábano	<i>Raphanus sativus</i> L.	Chi.
Radichio	<i>Cichorium</i> spp.	Chi.
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>Crassa</i> Alef.	Chi.
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i> L.	Chi.
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> miller	Chi.
Lisiantus	<i>Lisianthus</i> spp.	Chi.
Gerbera	<i>Gerbera</i> spp.	Chi.
Bledo	<i>Amaranthus hybridus</i> L. Spp.	Gua.
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	Sac.
San Nicolás	<i>Galinsoga urticaefolia</i> (HBK)	Sac.
Quesillo	<i>Schistocarpha platyphylla</i> Greenm	Chi.
Lechuguilla	<i>Sonchus oleraceus</i>	Chi,

\* Chi = Chimaltenango, Gua = Guatemala, Que = Quetzaltenango, Sac = Sacatepéquez, Sol = Sololá.

### E. Hábitos Alimenticios

Todas las especies son fitófagas, pueden comportarse como minadoras o productora de agallas (15).

En arveja china se encuentran tanto en vainas como en el follaje, aunque con más abundancia en las hojas (26).

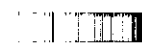
En arveja los adultos se encuentran con mayor abundancia en el estrato superior, la mayor cantidad de larvas (galerías), se encuentran en el estrato medio e inferior (33).

Las hembras perforan el haz de las hojas, produciendo picaduras de color claro, luego de color marrón, no mayores de un milímetro de diámetro. Las minas que excava son de forma irregular (11).

En la papa las larvas se alimentan del parénquima foliar, minan el parénquima esponjoso, cerca de la nervadura central y las venas laterales, usualmente la mina inicia en el haz de la hoja.. (4).

### F. Fluctuación Poblacional

Según el Comité Técnico de *Liriomyza*, en Costa Rica existe una mayor abundancia de mosca minadora *Liriomyza spp.* durante agosto y septiembre, donde se llegan a capturar hasta 12,000 individuos en tres días utilizando trampas amarillas de galón plástico con adherente; luego se presenta una disminución de la población en octubre, incrementándose de nuevo en noviembre. Sin embargo, la fluctuación de la densidad de población puede variar según los ciclos de siembra y el clima imperante en la región. Una zona se puede denominar de mayor infestación, cuando las capturas de *Liriomyza* son mayores a 1000 adultos/trampa/semana, infestación media de 100 a 1000 adultos/trampa/semana y zona de baja infestación con capturas menores a 100 adultos/trampa/semana (11).



## G. Criterios de acción

Respecto a niveles de decisión o críticos, el control de la plaga se lleva a cabo cuando más del 20% del área foliar esté afectado con minas o punciones, aplicando productos químicos a las plantas afectadas (23).

El Comité Técnico de *Liriomyza* de Costa Rica, indica que cuando se encuentran en una plantación 100 adultos/trampa/semana, la población empieza a ser importante y a justificar el uso de insecticidas (11).

## H. Métodos de Control

Varios parasitoides han sido reportados como enemigos naturales para el control de ésta plaga:

*Brachymeria spp.*, *Sympiesis spp.*, *Derostenus spp.*, y *Halticoptera spp.* (22).

Otro autor menciona los géneros *Chysocharis* y *Diglyphus* (Eulophidae), *Opius* y *Oenonogastra* (Braconidae), *Halticoptera* (Pteromalidae) y *Trigonogastra* (Ichneumonidae) (4).

Las recomendaciones para el control de mosca minadora en Costa Rica incluyen: Uso de trampas amarillas, destrucción de residuos de cosecha, evitar uso excesivo de insecticidas para no destruir enemigos naturales. (11).

En Guatemala, las prácticas recomendadas para el control de mosca minadora en arveja china (*P. sativum L.*), se han venido utilizando desde 1996. Las principales técnicas son: calza, remoción de suelo, aplicación de detergentes agrícolas, productos orgánicos y biológicos, siembra de girasol, uso de trampas pegajosas estacionarias y móviles y aplicación de insecticidas en forma dirigida (16,31).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 En el cultivo de arveja china (*Pisum sativum L.*).

#### A. Especie identificada y fluctuación poblacional.

Debido a que los reglamentos cuarentenarios vigentes en los Estados Unidos exigen la fumigación de arveja procedente de Guatemala, porque puede portar especies exóticas de mosca minadora, se efectuó un reconocimiento taxonómico de especies presentes en arveja china, haciéndose un muestreo en Chimaltenango, Sacatepequez y Sololá, de éste material infestado se criaron e identificaron alrededor de 1000 especímenes, con confirmación taxonómica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, detectándose únicamente *L. huidobrensis* en arveja china (30).

En 1996-97 en el altiplano de Guatemala, se encontró *L. huidobrensis*, tanto en vainas como en el follaje de arveja china, aunque con mayor abundancia en el follaje. Las poblaciones de mosca minadora fueron más abundantes en Chimaltenango y en Sacatepequez en época seca (marzo y abril), decrece en mayo (26).

En abril de 1995 a marzo de 1996, se determinó la fluctuación poblacional en en varias localidades del altiplano central de Guatemala (Santa Lucia Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, El Tejar, Patzicia, El Sitio y Chimaltenango). Haciendo muestreo por el método visual directo, una vez por semana por localidad, se determinó que la menor presión de mosca minadora fue de agosto a octubre y la mayor presión en marzo. El Sitio y Patzicia presentaron las más altas poblaciones. Santa Lucia Milpas Altas y Santiago Sacatepequez, la menor fluctuación (7).

**B. Efecto de la refrigeración a 1 °C sobre *L. huidobrensis* (Blanchard).**

Debido a que los embarques de arveja china son transportados en furgones refrigerados, se montó un experimento utilizando vainas maduras infestadas con larvas de mosca minadora y se evaluaron seis periodos de refrigeración (0,1,2,3,5, y 6 días), a 1 °C; se monitorió la pupación y emergencia de adultos por dos meses, la cual no se vio afectada por la refrigeración por 6 días a 1 °C, ya que no impidió obtener larvas, pupas y adultos viables (25).

**C. Efecto de la hora y estrato de la planta sobre abundancia de mosca minadora en arveja china.**

Durante las épocas seca y lluviosa de 1996-97, se efectuó el estudio en Sacatepequez, Chimaltenango y Patzicia. Se evaluó: número de adultos por planta según estrato durante 5 horas diferentes del día, número de galerías y adultos por estrato durante 10 semanas de lectura. Se estableció que las poblaciones de adultos de mosca minadora son más abundantes en el estrato superior de la planta de arveja, la mayor cantidad de larvas (galerías), se encuentran en el estrato medio e inferior. Las 12:00 meridiano es la hora de mayor presencia de adultos en el follaje (33).

**D. Caracterización del daño**

En arveja china los daños por mosca minadora se presentan en tallos, tendrilos, hojas, flores y vainas. El daño en hojas es el más frecuente ya que forma galerías visibles de 0.2 milímetros de diámetro, al avanzar hacia el extremo se ensancha hasta 1.0 milímetro. El otro tipo de daño son manchas semicirculares de un milímetro de diámetro, inicialmente blancas y después se tornan de un color marrón claro, provocadas por los adultos al alimentarse, también hay pequeñas cavidades producidas por las hembras, utilizando para ello el ovipositor, al brotar la savia se alimentan de ésta succionándola, en ésta actividad participa el macho, ya que por no poseer órganos similares para obtener su alimento depende de la hembra para su alimentación (1).

García (17). En arveja china indica que las larvas del minador dañan las hojas, los adultos dañan las vainas al alimentarse y al intentar ovipositar, las lesiones toman un color café claro, no mayores de un milímetro de diámetro y permanecen en la vaina sin mayor cambio.

#### **E. Evaluación de tres colores y dos diseños geométricos como repelentes**

Canto (8), Evaluó tres colores de polietileno reflectores de luz y dos diseños geométricos, colocados sobre el follaje de arveja, para desarrollar alternativas no químicas en el control de las poblaciones de mosca minadora. Se observó que los colores plateado, platinado y rosado radiante con diseños geométricos en rectángulos y en bandas no influyeron sobre el número de moscas minadoras presentes en arveja, el número de hojas dañadas, el daño provocado a las vainas ni sobre el rendimiento neto de vainas en comparación con el testigo.

#### **F. Incidencia en diferentes etapas fenológicas**

Arias (3), Al estudiar la incidencia de mosca minadora en diferentes etapas fenológicas de arveja china, reportó en Chimaltenango, que los daños leves se inician a partir de los 55 días después del trasplante, entre la prefloración e inicio de la floración. El mayor daño ocurre entre los 70 a 80 días después del trasplante en la variedad Oregon Sugar Pod II y a los 75 a 90 días en la variedad Mamouth Melting Sugar, en la fase de maduración.

### 3.2.2 En el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*)

#### A. Importancia económica de *Liriomyza huidobrensis*

En 1988, en Costa Rica, el ataque de *L. huidobrensis* fué tan severo que provocó una reducción del rendimiento de 24 a 12 tm/ha y una reducción del área de siembra de un 38%. Los costos de control aumentaron debido a la presencia de éste insecto, por la inclusión de nuevos insecticidas y el incremento del número de aplicaciones (62%) y en general por el precio alto de los insecticidas en un 38% (4).

#### B. Caracterización del daño

En éste cultivo la larva se alimenta del parénquima foliar, mina el parénquima esponjoso, cerca de la nervadura central y las venas laterales, usualmente la mina se inicia en el haz de la hoja, cerca de donde están las punciones de alimentación y oviposición, luego las larvas se desplazan debajo de la epidermis y recorren en promedio 1.12 a 7.00 centímetros durante su vida. El daño es ocasionado por la alimentación de las larvas, al consumir el tejido foliar, formando galerías que se unen y se tornan de un color verde claro a marrón y luego se necrosan, reduciendo la capacidad fotosintética del cultivo (4).

#### C. Captura de adultos de *L. huidobrensis*

Debido al problema que ocasiona la mosca minadora en el cultivo de la papa, se han hecho trabajos para la captura de adultos con trampas fabricadas con envases plásticos de galón de color amarillo, impregnadas con un adhesivo y targetas del mismo material de 0.10 por 0.15 m. Se observaron las mejores correlaciones para punciones y captura de adultos, entre la prefloración y floración (60 a 70 días), con valores mayores hacia los estratos medio y superior (18).



### 3.2.3 En el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller)

En tomate se ha identificado el género *Liriomyza spp.* y se conoce como: minador serpentina de la hoja del tomate, mosquita minadora, gusano minador, tostón. La distribución va de Estados Unidos, América del Sur y el Caribe. El daño es causado por las larvas, las cuales minan galerías y espirales en las hojas un ataque severo provoca que las hojas se sequen y se caigan, las hojas más viejas a menudo son atacadas primero (22).

### 3.2.4 Descripción General del Area

#### A. Localización del Area.

Para la determinación taxonómica, los ejemplares de mosca minadora se obtuvieron en campos de agricultores sembrados con brócoli en las aldeas de Miramundo, Soledad Grande, El Refugio y Pino Dulce del municipio de Mataquescuintla, Jalapa; para las cuatro liberaciones que se efectuaron en la caracterización del daño y determinación del efecto del daño, se colectaron en la Aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa.

El área de experimentación tiene una altitud de 1,361 msnm, se ubica en las coordenadas geográficas 14° 37' 50'' latitud norte y 89° 59' 0'' longitud oeste (21).

Según De la Cruz (13), el área donde se montó el experimento corresponde a un bosque húmedo subtropical templado bh-S (t), con una precipitación que va de 1,100 a 1,349 milímetros total anual, biotemperatura entre 20 a 26 °C y una elevación de 650 a 1700 msnm.

Según Simmons (32), los suelos pertenecen a la serie Chixocol (Chx), corresponden a la altiplanicie central de Guatemala, suelos desarrollados sobre materiales volcánicos, de color claro, drenaje a través del suelo muy lento, baja capacidad de abastecimiento de humedad, capa de penetración de raíces 25 cm.

**B. Epoca.**

La determinación de la especie se realizó del 15 de noviembre al 15 de diciembre de 1997. La caracterización del daño y determinación de su efecto sobre el rendimiento del 19 de diciembre de 1997 a marzo de 1998.

**C. Material Experimental.**

Las características principales del híbrido Legacy son buenas cualidades organolépticas (olor, color y sabor), maduración uniforme, alto porcentaje de fibra, amplio rango climático de adaptación, bajo porcentaje de plantas fuera de tipo (las que no producen inflorescencia son menos del 6%), altura promedio 62 cm, ciclo de vida desde el trasplante a inicio de cosecha es de 70 días, inicio de su primordio floral a los 57 días, formándose la inflorescencia a los 16 días, durando el tiempo de cosecha 16 días, con intervalos de corte 2 a 4 días, diámetro de la planta 60 centímetros, peso mínimo de 0.42 a 0.5 kg, diámetro mínimo de la inflorescencia 7.10 cm y un máximo 18.5 cm, obteniéndose un rendimiento promedio de 19,980 kg/ha (2).

#### 4. OBJETIVOS

- Determinar la especie o especies de mosca minadora presentes en el cultivo del brócoli en la zona de estudio.
- Caracterizar el daño causado por larvas y adultos de mosca minadora en el cultivo del brócoli.
- Cuantificar el efecto del daño causado por la mosca minadora sobre el rendimiento del cultivo del brócoli.

## 5. HIPOTESIS

- Existen por lo menos una especie de mosca minadora asociadas al cultivo del brócoli en la zona de producción del municipio de Mataquescuintla, Jalapa.
  
- No existe relación entre el grado de daño causado por la mosca minadora y el peso de la inflorescencia del brócoli.

## 6. METODOLOGIA

La realización del presente estudio se dividió en tres actividades.

- Determinación de la especie o especies presentes
- Caracterización de la sintomatología del daño
- Determinación del efecto del daño causado por la mosca minadora.

### 6.1 Determinación de la especie

Se efectuaron muestreos en campos de agricultores sembrados con brócoli, seleccionando los que mostraron presencia de la plaga de acuerdo a la experiencia de trabajos realizados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) cubriendo la zona productora de Mataquescuintla, Jalapa. En altitudes comprendidas entre 2,000 a 2,400 msnm, se muestrearon diez terrenos buscando cubrir toda la zona geográfica para que la muestra fuera lo más representativa posible. No se utilizó un tamaño de muestra estadística debido a que por problemas de minifundio el número de productores era muy alto y el financiamiento muy escaso; el muestreo dentro de los campos se hizo por el método sistemático con inicio al azar, muestreando todas las plantas de un surco cada 5 surcos. Para efectuar las capturas se utilizó la aspiradora manual que se muestra en la figura 1.

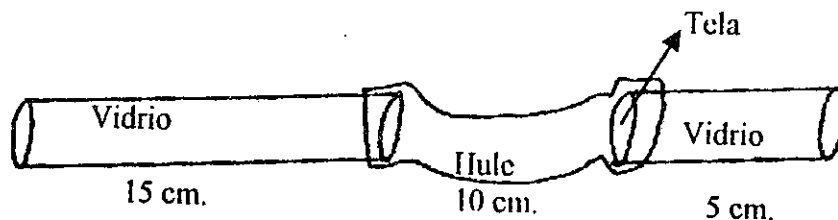


Figura 1 Aspiradora manual usada en la captura de adultos de mosca minadora.

Los ejemplares capturados fueron depositados en frascos de vidrio, con tapadera de tela espuma, donde se dejaban morir por inanición, en los frascos permanecían de 4-6 días, debido a que en pruebas preliminares se determinó que cuando se preservan en frascos de vidrio con alcohol etílico al 70% mostraban decoloración, dificultando la determinación taxonómica. Se enviaron 200 ejemplares al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde fue determinada la especie por el Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández y al Laboratorio de Entomología Aplicada de la Universidad Del Valle de Guatemala, donde determinó la especie el Dr. Charles MacVean, mediante las claves taxonómicas de Spencer K. A. 1983 (35), para el género *Liriomyza*.

## **6.2 Caracterización del Daño.**

Posteriormente a la determinación de la especie, se capturaron moscas minadoras en campos de agricultores sembrados con brócoli en la Aldea Pino Dulce, para ello se utilizaron aspiradoras manuales como la que se muestra en la figura 1, las moscas minadoras fueron depositadas en frascos de vidrio con tapadera de tela espuma para permitir la entrada de aire, disminuir el stress por transporte y evitar la muerte. Las observaciones se realizaron durante todo el ciclo del cultivo en parcelas de observación situadas alrededor del experimento, donde se liberaron aproximadamente 400 moscas minadoras al momento del transplante y en las plantas colocadas dentro de las jaulas que se utilizaron para determinar el efecto del daño de acuerdo al tratamiento evaluado. Diariamente se observó la evolución del daño, se anotó en los registros cada vez que se observaban cambios en los síntomas en la planta, especialmente en las hojas, auxiliándose con una lupa de aumento 10X y un estereoscopio 40X.

## **6.3 Determinación del Efecto del Daño.**

Para evaluar el efecto del daño se sembraron 72 plantas de brócoli, cada una constituía una unidad experimental, dichas plantas se cubrieron con jaulas de 0.5 x 0.5 x 0.6 m, recubiertas con tela espuma, donde se efectuaron liberaciones al momento del transplante, a los 15, 30 y 45 días después del

transplante, de acuerdo al tratamiento evaluado. Los adultos de mosca minadora se capturaron con la ayuda de aspiradoras manuales (figura 1), en campos de agricultores sembrados con brócoli en la Aldea Pino Dulce, Mataquescuintla, Jalapa. Luego de su captura y previo a la liberación dentro de las jaulas, se procedió a sexarlas, para liberarlas en una proporción 1:1 de machos y hembras y asegurar su reproducción, la metodología de sexado consistió en impregnar algodones en éter, los cuales eran introducidos en un frasco de vidrio con tapadera de tela espuma, que contenía las moscas minadoras, las cuales se dormían en un tiempo de 3 a 4 minutos, permaneciendo en ese estado de 4 a 5 minutos, tiempo necesario para hacer la distinción de machos y hembras, con el auxilio de un estereoscopio, pinzas, pinceles finos y agujas de disección, basándose en las características que se muestran en el cuadro 3.

**Cuadro 3** Características morfológicas externas para diferenciar machos y hembras de mosca minadora *L. huidobrensis* (Blanchard). Jalapa, 1,998

Característica	Macho	Hembra
Tamaño del insecto	Más pequeño	Más grande
Parte terminal del abdomen	Forma redondeada	Forma de V
Tamaño de la cabeza	Más pequeña	Más grande

Posteriormente las moscas minadoras se colocaron en cajas Petri con papel filtro en el fondo y con algodones humedecidos con agua azucarada, para proporcionarles la energía necesaria mientras se recuperaban y se efectuaban las liberaciones dentro de las jaulas.

Para evaluar el efecto del daño se llevó registro de las variables que se describen a continuación.

### 6.3.1 Número de hojas secas por planta.

Se efectuaron conteos durante el ciclo del cultivo en cada una de las unidades experimentales (72 plantas de brócoli), sumándose al final.

### **6.3.2 Número de punciones por planta.**

Al momento de la cosecha se procedió por medio de un muestreo de diez plantas en las parcelas de observación situadas alrededor del experimento a determinar la media de número de hojas por planta de brócoli y ésta fué de 30 hojas, lo cual sirvió para dividir cada una de las plantas en tres estratos: inferior, medio y superior. En estas diez plantas también se determinó el área foliar por el método de contorno y pesada. Para obtener el dato de número total de punciones por planta, se tomó de cada una de las 72 plantas de brócoli que estaban dentro de las jaulas las hojas No.5, 10 y 15 contadas a partir de la base del tallo (estratos: inferior, medio y superior). A las hojas se les colocó encima un acetato cuadrado a 1.0 cm<sup>2</sup>, al cual aleatoriamente se colocaron 5 números en la mitad superior y 5 en la mitad inferior y se contó el número de punciones en los 10 cuadros, posteriormente se expresó en cm<sup>2</sup>, se contó el número de hojas con punciones y se relacionó con el área foliar total, determinándose el área foliar dañada por punciones. Se relacionó las punciones por cm<sup>2</sup> con el área foliar de las hojas dañadas por punciones, obteniéndose así el número total de punciones por planta.

### **6.3.3 Número de minas por planta.**

Al momento de la cosecha con la ayuda de un estereoscópio y una lupa se procedió a observar hoja por hoja de cada una de las plantas de brócoli que se encontraban dentro de las jaulas contándose el número de minas.

### **6.3.4 Área foliar dañada por minas en la planta (cm<sup>2</sup>).**

Se midió en centímetros al momento de la cosecha, el largo y ancho de cada una de las minas de las plantas de brócoli que estaban dentro las jaulas.



### **6.3.5 Número de minas por hoja en el estrato: inferior, medio y superior.**

Al momento de la cosecha, en cada una de las plantas de brócoli que se encontraban dentro de las jaulas, se contaron las minas, determinándose así el número de minas por hoja de cada uno de los estratos de la planta de brócoli.

### **6.3.6 Diámetro de la inflorescencia (cm)**

Al momento de la cosecha, se procedió a medir tres diferentes diámetros en cada una de las inflorescencias de brócoli que se encontraban dentro de la jaulas (72 plantas), obteniéndose una media.

### **6.3.7 Peso de la inflorescencia (gr)**

Al momento de la cosecha de cada una de las 72 inflorescencias que estaban dentro de las jaulas, se procedió a pesarlas teniendo el cuidado de cosecharlas en su estado de madurez ideal de acuerdo a los requerimientos de las agroexportadoras.

## **6.4 Diseño experimental.**

Se usó un experimento bifactorial 6 x 4 en arreglo combinatorio, en un diseño completamente al azar con 24 tratamientos, y tres repeticiones para un total de 72 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió de una planta de brócoli cubierta con una jaula de madera forrada con tela espuma.

## **6.5 Factores.**

El factor A fue el número de moscas minadoras liberadas. El factor B el periodo en días después del transplante para su liberación, según como se muestra en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Factores y niveles evaluados para determinar el efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento en el cultivo del brócoli. Jalapa, 1,998.

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>
A: Número de moscas minadoras liberadas	0, 2, 4, 8, 16 y 32 moscas minadoras
B: Días después del trasplante	0, 15, 30 y 45 días después del trasplante

Los niveles de mosca minadora que se observan en el cuadro 4, fueron planteados basados en estudios poblacionales en Arveja, buscando simular un crecimiento exponencial de la población, los niveles del periodo en días después del trasplante fueron definidos buscando cubrir el ciclo del cultivo, hasta la fase de inicio de formación de la inflorescencia. La literatura revisada no reporta ningún estudio similar, por lo tanto es un trabajo pionero para asociar los niveles poblacionales de la mosca minadora con las pérdidas en rendimiento del cultivo de brócoli.

## 6.6 Tratamientos

En el cuadro 5, se observan los tratamientos que se obtuvieron de la combinación de los niveles de los factores A y B, incluyendo los testigos para no romper la estructura del diseño factorial propuesto.

**Cuadro 5** Tratamientos evaluados para determinar el efecto del daño de la mosca minadora sobre el rendimiento en el cultivo del brócoli. Jalapa, 1998.

Tratamientos	Factor A	Factor B
	Número de moscas minadoras liberadas	Días después del transplante para la liberación
01	0	0
02	0	15
03	0	30
04	0	45
05	2	0
06	2	15
07	2	30
08	2	45
09	4	0
10	4	15
11	4	30
12	4	45
13	8	0
14	8	15
15	8	30
16	8	45
17	16	0
18	16	15
19	16	30
20	16	45
21	32	0
22	32	15
23	32	30
24	32	45

## 6.7 Modelo Estadístico

El modelo estadístico para ver el efecto factorial de los tratamientos fue:

$$Y_{ij} = M + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ij} \quad \text{Donde:}$$

$$Y_{ij} = \text{Variable respuesta}$$

$$M = \text{Media general del experimento}$$

$$A_i = \text{Efecto de la } i\text{-ésima mosca minadora sobre la variable respuesta}$$

$$B_j = \text{Efecto del } j\text{-ésimo día después del trasplante sobre la variable respuesta}$$

$$AB_{ij} = \text{Efecto de la interacción de la } i\text{-ésima mosca minadora y el } j\text{-ésimo día después del trasplante sobre la variable respuesta.}$$

$$E_{ij} = \text{Error experimental asociado a la } ij\text{-ésima unidad experimental}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

## 6.8 Análisis Estadístico:

Previamente a realizar el análisis estadístico, se aplicó la transformación  $\sqrt{x+1}$ , a las siguientes variables: número de hojas secas por planta, número de punciones por planta, número de minas por planta, y número de minas por hoja en el estrato: inferior, medio y superior; debido a que eran datos provenientes de conteos por lo que no presentaban una distribución normal y además había presencia de ceros (14, 24). No se hicieron transformaciones para las variables: área foliar dañada por minas en la planta ( $\text{cm}^2$ ), diámetro de la inflorescencia (cm) y peso de la inflorescencia (gr).

Se efectuó análisis de varianza según el diseño en cada una de las variables evaluadas, utilizando el programa computarizado MSTAT, en su función: Factor Modelo para Experimentos No.1. Cuando expresaron diferencias estadísticas significativas a  $P < 0.05$ , se procedió a realizar pruebas de comparación múltiple de medias Tukey, además se elaboraron figuras para las variables.

## 6.9 Manejo del Experimento

### 6.9.1 Preparación del terreno y transplante.

El terreno se preparó con una limpia y picado manual, sembrándose el híbrido Legacy. Se transplató a un metro al cuadro, colocándose cada una de las plantas de brócoli bajo jaulas cubiertas de tela espuma para impedir la entrada y salida de insectos sin dificultar el paso de la luz solar para no afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas. La fecha de transplante fue el 19 de diciembre de 1997.

### 6.9.2 Control de Plagas

El control de malezas se realizó con Glifosato, 1.0 kg de producto comercial/ha, diez días antes del transplante. Para el control de insectos del suelo se usó Clorpirifós, 33.0 kg de producto comercial/ha, al momento de la preparación del terreno, luego del transplante no se efectuó ninguna aplicación de insecticidas para evitar la muerte de las moscas minadoras y así permitir su crecimiento y desarrollo dentro de las jaulas. Para el control de lepidópteros se aplicó *Bacillus thuringiensis*, 1.0 litro de producto comercial/ha. Especialmente en las parcelas de observación ubicadas alrededor del experimento, para el control de enfermedades fungosas, especialmente mal del talluelo, se aplicó Iprodione, 2.0 kg de producto comercial/ha, dirigido a la base del tallo una sola vez al momento del transplante.

### 6.9.3 Fertilización

Debido a que las plantas de brócoli se encontraban dentro de las jaulas, sólo se llevó a cabo una fertilización al momento del transplante, usando 30 gramos de fertilizante químico 15-15-15 y 100 gramos de fertilizante orgánico 3-4-3 por planta, aplicado en el fondo del sitio de trasplante (27).

#### 6.9.4 Riego

Se utilizó riego por aspersión, una vez cada siete días. El total de riegos efectuados durante todo el ciclo del cultivo fue de doce.

#### 6.9.5 Cosecha

La cosecha se inició el 1 de marzo y finalizó el 20 de marzo de 1998. La duración del ciclo transplante-cosecha fue de 72 días a inicio y 90 días a fin de la cosecha. Se cosechó cada una de las inflorescencias al alcanzar su madurez ideal, cabeza compacta, color verde a verde azulado, haciendo en el tallo un corte horizontal y un largo de 15 centímetros. (38)

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Determinación de la especie de mosca minadora

Con base a los muestreos de campo y posterior determinación en los Laboratorios de Entomología de la Universidad de San Carlos de Guatemala y Laboratorios de Entomología Aplicada de la Universidad del Valle de Guatemala, de conformidad a los especialistas taxónomos Ing. Agr. Msc. Alvaro Hernández y Dr. Charles MacVean, respectivamente. Los resultados de ambos indican que la única especie de mosca minadora en noviembre de 1997 a marzo de 1998, en brócoli en la zona productora del municipio de Mataquescuintla, Jalapa, pertenece al Orden Diptera, Familia Agromyzidae y científicamente se denomina *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), (35,36) (ver apéndice cartas del resultado de la determinación del minador del brócoli).

### 7.2 Caracterización del Daño:

Para caracterizar el daño se hicieron observaciones visuales diariamente y para facilitar la interpretación de estos resultados se presenta un resumen en el cuadro 6, donde se pueden observar los períodos o números de días en los cuales ya se observaron cambios en la sintomatología del daño y se describe la caracterización y evolución del daño ocasionado por larvas y adultos de mosca minadora *L. huidobrensis* (Blanchard), en brócoli.

Respecto al daño de *L. huidobrensis* (Blanchard) en brócoli, es causado en el estrato inferior y medio de la planta en las primeras hojas contadas a partir de la base del tallo.

Este daño es causado por las punciones de alimentación y oviposición y por las minas. Las punciones ocurren en el haz, en toda la lámina de la hoja, al principio como pequeñas manchas cloróticas de forma irregular, menores de un milímetro de diámetro, luego blanquecinas y por último de color café, alcanzando hasta un milímetro de diámetro. El daño por minas al principio es visible

en el haz como pequeños hilos cloróticos de forma irregular, principia cerca de la nervadura central o laterales y avanza hacia los extremos de la hoja, más tarde también se hacen visibles en el envés, pueden llegar a alcanzar hasta 3 mm de ancho por 8 cm de largo. El daño por punciones y minas, cuando cubre la mayor parte de la hoja hace que estas se pongan amarillentas, se sequen y se caigan (cuadro 6).

Al relacionar el número de moscas minadoras y el daño, se determinó que las minas de la nervadura central luego del apareamiento del jaspeado, éstas se agrietan, se revientan y se descascaran llegando a quebrarse las hojas. Cuando el ataque es severo, existen también minas en los primeros 10 centímetros de la parte inferior del tallo, tal y como se observó al liberar 32 moscas minadoras por planta de brócoli.

En éste estudio los resultados coincidieron con lo expresado por otros autores en diversos cultivos, para la manifestación de los daños, no se indica en que período ocurre, si no más bien cuando se observan los daños en un estado ya avanzado que consisten en galerías en hojas, así como manchas de color marrón con áreas translúcidas de forma semicircular con un diámetro aproximado de 1 mm que luego necrosan los tejidos afectados y es por ello que reducen la capacidad fotosintética del cultivo, lo que provoca la reducción en el rendimiento (1, 4).



**Cuadro 6** Síntomas de los daños ocasionados por larvas y adultos de mosca minadora *L. huidobrensis* (Balanchard) en brócoli. Jalapa, 1,998

Días después de la liberación de las moscas minadoras	Síntomas	Tipo de daño y parte de la planta afectada
03	Manchas menores de un milímetro de diámetro de color clorótico	Punciones de alimentación y oviposición en el haz de las hojas
05	Manchas de un milímetro de diámetro de color blanco	Punciones de alimentación y oviposición en el haz de las hojas
06	Manchas de un milímetro de diámetro empiezan a tornarse café	Punciones de alimentación y oviposición en el haz de las hojas
	Minas visibles de forma irregular, hilo clorótico menor de un milímetro de ancho.	Minas en el haz de las hojas
07	Punciones se tornan como erupciones, manchas color café claro	Punciones en el haz de las hojas
	Minas como un hilo clorótico	Minas en el haz de las hojas
09	Punciones color café	Punciones en el haz de la hoja
	Minas más visibles color verde amarillento	Minas visibles en el haz de la hoja
11	Punciones de color café	Punciones en el haz de la hoja
	Minas visibles color verde amarillento Minas en forma de peine o jaspeado	Minas en la hoja Minas en la nervadura central de la hoja
12	Punciones de color café claro	Punciones visibles en el haz, en el envés de la hoja y en la base del tallo (primeros 10 centímetros)
	Minas empiezan a decolorarse	Minas avanzan de la nervadura central hacia las nervaduras laterales.
15	Punciones de color café de un milímetro de diámetro	Punciones en el haz y envés de la hoja
	Minas se decoloran, alcanzan dos milímetros de ancho	Minas en el haz de la hoja
17	Minas	Minas en los primeros 10 centímetros de la base del tallo
20	Punciones de color café de un milímetro de diámetro	Punciones en haz y envés de la hoja
	Minas se decoloran, alcanzan dos milímetros de ancho	Minas se rompen por el envés de la hoja donde avanza la larva, cerca de la nervadura central
24	Punciones y minas cubren aproximadamente más de la mitad de las hojas afectadas, las hojas afectadas de un color amarillento	Punciones y minas en haz y envés de la hoja
30	Punciones y minas cubren aproximadamente más de la mitad de las hojas afectadas	Punciones en haz y envés de la hoja
	Minas alcanzan hasta 3 milímetros de ancho y 8 centímetros de largo. Se necrosan las hojas.	Minas en haz, envés y nervadura central de las hojas afectadas

### 7.3 Determinación del efecto del daño.

Para facilitar la interpretación y análisis de los resultados para cada variable, en el cuadro 7 se presenta un resumen de la significancia estadística. Los análisis de varianza y las pruebas de medias se incluyen en el apéndice. Debido a que es una investigación pionera, es escasa la información bibliográfica para confrontarla con los resultados obtenidos en este estudio.

**Cuadro 7** Resumen de pruebas de significancia para variables evaluadas, en la determinación del efecto del daño de mosca minadora, sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1998

VARIABLES	FACTOR A			FACTOR B			INTERACCION (AxB)		
	Número de moscas minadoras (A)			Días después del trasplante (B)			Número de moscas minadoras X Días después del trasplante		
	F	Prob.	Sign.	F	Prob.	Sign.	F	Prob.	Sign.
Número de hojas secas por planta	20.74	0.00	*	0.83 NS	-----		0.54 NS		-----
Número de punciones por planta	47.45	0.00	*	1.80 NS		0.16	1.06 NS		0.41
Número de minas por Planta	47.10	0.00	*	1.56 NS		0.21	1.08 NS		0.40
Area foliar dañada por minas/planta (cm <sup>2</sup> )	14.56	0.00	*	1.65 NS		0.19	0.88 NS		-----
Número de minas por hoja en el estrato inferior	53.46	0.00	*	1.53 NS		0.22	1.41 NS		0.18
Número de minas por hoja en el estrato medio	5.08	0.00	*	0.47 NS	-----		1.15 NS		0.34
Número de minas por hoja en el estrato superior	No hubo daño			No hubo daño			No hubo daño		
Diámetro de la Inflorescencia (cm)	5.42	0.00	*	0.53 NS	-----		1.70 NS		0.08
Peso de la inflorescencia(gr)	4.98	0.00	*	0.97 NS	-----		1.81 NS		0.06

Prob. Probabilidad (P)

Sign. Significancia

\* Significativo si  $P < 0.05$

NS No significativo si  $P > 0.05$

Cada variable del cuadro 7 será interpretada y discutida individualmente.

### **7.3.1 Número de hojas secas por planta.**

Esta variable fue significativa ( $P < 0.05$ ), sólo para el factor número de moscas minadoras liberadas (cuadro 7). La prueba de medias nos indica que cualquier población de moscas minadoras puede afectar esta variable al relacionarla con el testigo, tal como se presenta en la figura 2. El mayor número de hojas secas por planta se presentó cuando se liberaron 32 moscas minadoras con 3.75 y el menor, cuando no hay presencia de moscas minadoras con 0.5 hojas secas por planta. En un muestreo previo al inicio de la cosecha se determinó que el brócoli tiene un promedio de 30.28 hojas por planta.

### **7.3.2 Número de punciones por planta.**

Del cuadro 7, véase que esta variable fue significativa ( $P < 0.05$ ), solo en el factor A (número de moscas minadoras liberadas), en la figura 3 se presenta la prueba de medias del efecto de número de moscas minadoras sobre ésta variable. El testigo absoluto no mostró daño. El mayor número de punciones se obtuvo con el nivel de 32 moscas minadoras con 25767, lo que en promedio equivale a 3.9 punciones por  $\text{cm}^2$  de hoja.

Ciliata (10), reporta que en papa, al introducir 25 parejas de mosca minadora y extraerlas a las 72 horas la densidad de punciones o puntos de alimentación es de 7.8 por  $\text{cm}^2$ .

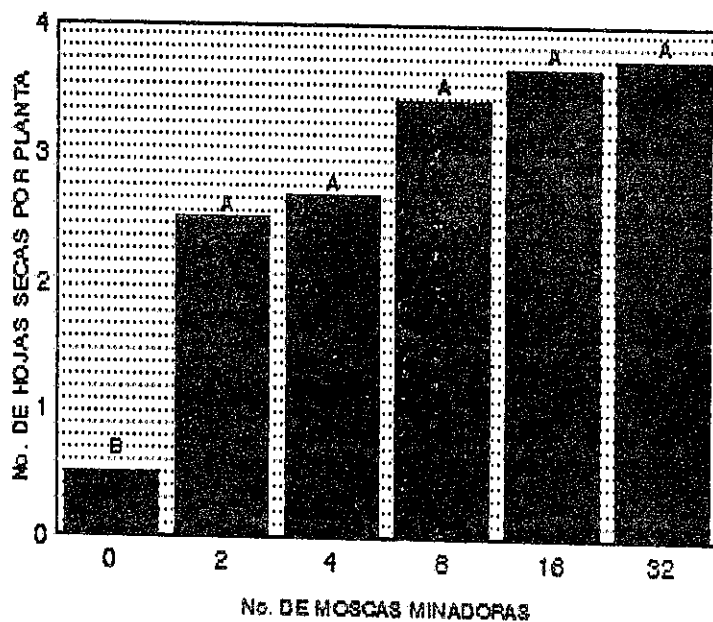


FIGURA 2 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL NUMERO DE HOJAS SECAS POR PLANTA EN BROCOLI. JALAPA, 1998

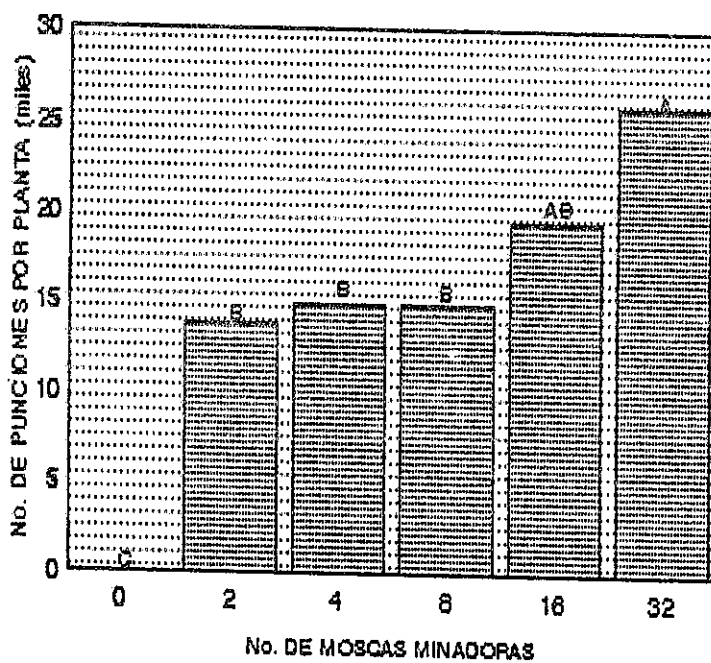


FIGURA 3 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL NUMERO DE PUNCIONES POR PLANTA EN BROCOLI. JALAPA, 1998.

### 7.3.3 Número de minas por planta.

El cuadro 7 nos muestra que solo existe significancia ( $P < 0.05$ ), para el número de moscas minadoras liberadas. Esto nos indica que el número de moscas minadoras liberadas influye sobre el número de minas por planta. El mayor número de minas por planta se obtiene cuando se liberan 32 moscas minadoras con 90 minas por planta y el menor cuando no se libera ninguna con cero hojas afectadas (figura 4).

### 7.3.4 Área foliar dañada por minas en la planta ( $\text{cm}^2$ ).

De conformidad al cuadro 7, esta variable fue significativa ( $P < 0.05$ ) sólo para el factor número de moscas minadoras liberadas. Al hacer la prueba de Tukey el tratamiento de 32 moscas minadoras liberadas en cada planta, tuvo la mayor pérdida de área foliar, con  $56.54 \text{ cm}^2$ . En ausencia de la plaga no se observó ninguna pérdida de área foliar (figura 5). Al relacionarlo con el área foliar total de la planta de brócoli que en promedio es de  $6,551.38 \text{ cm}^2$ , sólo el 0.86% es afectado. Es importante mencionar que en éste caso no se toman en cuenta las hojas que se habían secado.

En Alfalfa, Neder (28), indica que una larva de mosca minadora daña un promedio de 13.40% del área foliar de cada hoja, 5 larvas de mosca minadora pueden dañar hasta un 70% de la superficie foliar de una hoja, lo que provoca que los tejidos se sequen, se necrosen y puedan caer de la planta.

En papa, con 500 punciones y 10 minas de tamaño medio, se pierde aproximadamente  $6.62 \text{ cm}^2$  de área foliar en el foliolo terminal de una hoja (4).

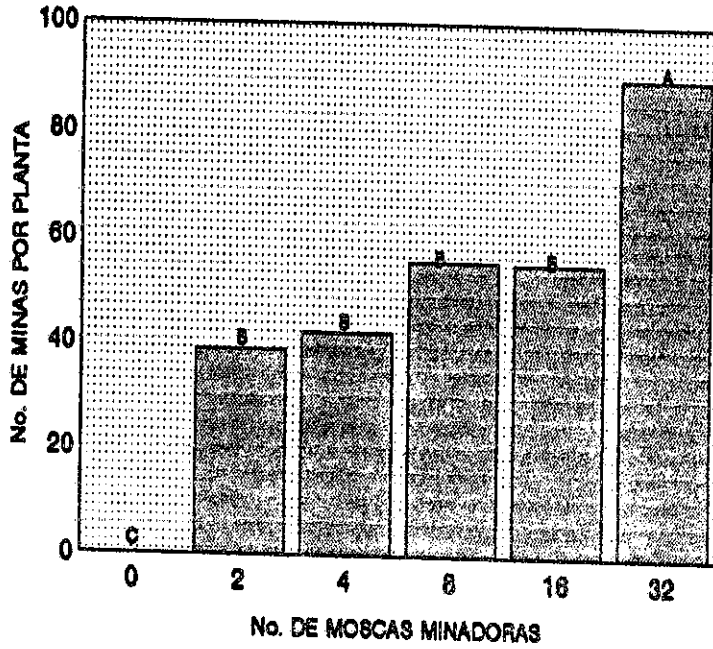


FIGURA 4 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL NUMERO DE MINAS POR PLANTA EN BROCOLI. JALAPA, 1998.

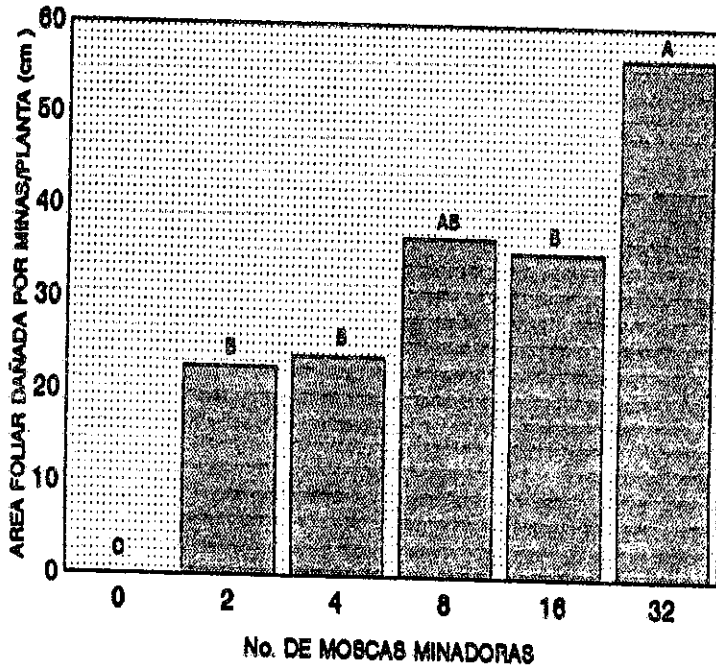


FIGURA 5 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL AREA FOLIAR DAÑADA POR MINAS EN LA PLANTA DE BROCOLI. JALAPA, 1998.

### 7.3.5 Número de minas por hoja en el estrato inferior, medio y superior.

Como se observa en el cuadro 7, ésta variable también fue significativa ( $P < 0.05$ ) para el factor del número de moscas minadoras introducidas a las jaulas para los estratos medio e inferior. En el estrato superior no se observó ningún daño. En el estrato inferior, que es el más afectado, con 32 moscas minadoras se tubo un promedio de 17.17 minas por hoja , mientras que con un nivel de 0 moscas minadoras, no se observaron minas en las hojas, (figura 6).

Esto coincide con lo observado en arveja, donde se evaluaron el número de adultos de mosca minadora por estrato de la planta durante 5 diferentes horas del día, número de galerías y adultos por estrato durante 10 semanas de lectura. Se llego a establecer que las poblaciones de adultos de mosca minadora son más abundantes en el estrato superior, la mayor cantidad de galerías se encuentran en el estrato medio e inferior (33)

### 7.3.6 Diámetro de la inflorescencia (cm).

En el cuadro 7, se observa que esta variable fue significativa ( $P < 0.05$ ) para el factor número de moscas minadoras. Según la figura 7, el diámetro disminuye conforme aumenta el número de moscas minadoras liberadas, se observa que la mayor disminución en comparación con el nivel de 0 moscas minadoras (16.11 cm), ocurre con 32 moscas minadoras introducidas (12.81 cm), provocando una reducción del 20.48% en el diámetro de la inflorescencia.

Debido a la escasa literatura de los efectos de la plaga en el brócoli, solo se cita un trabajo realizado en el cultivo de la papa donde se indica daños por mosca minadora en la fase de prefloración y floración del cultivo, aproximadamente entre los 60 – 75 días después de la siembra, condujeron a una reducción en el tamaño de los tubérculos, dentro del daño total que la plaga realiza en este cultivo (18).



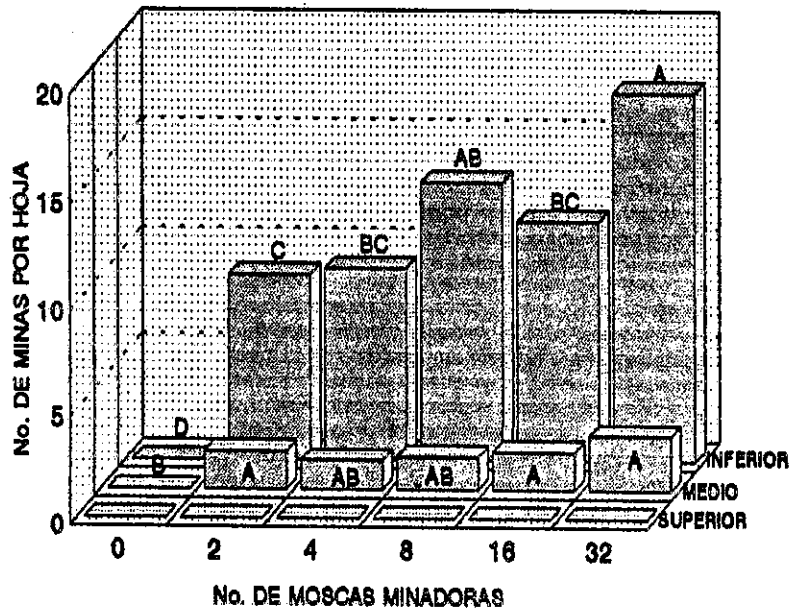


FIGURA 6 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL NUMERO DE MINAS POR HOJA EN ESTRATOS DEL FOLLAJE EN BROCOLI, JALAPA, 1988.

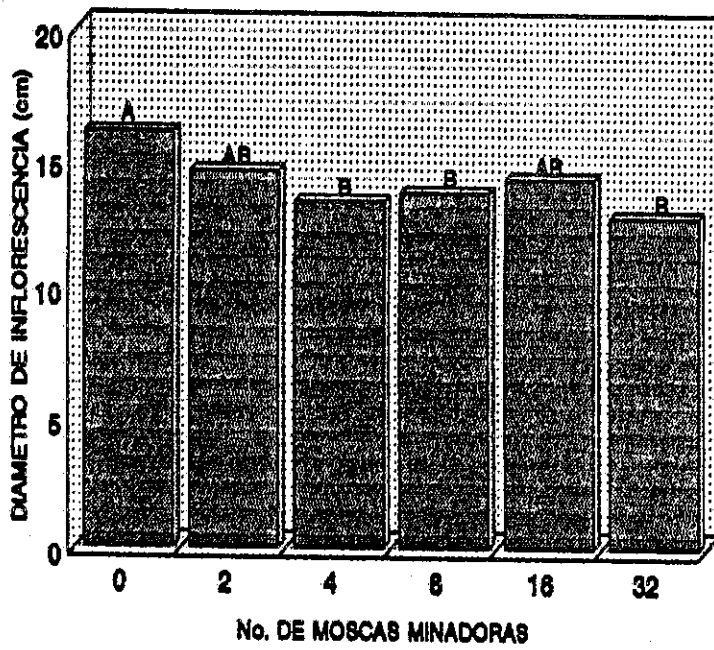


FIGURA 7 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL DIAMETRO DE LA INFLORESCENCIA EN BROCOLI, JALAPA, 1988.



### 7.3.7 Peso de la inflorescencia (gr).

En el cuadro 7, se indica que existió significancia a  $p < 0.05$  para el factor número de moscas minadoras introducidas a las jaulas, independientemente de la época después del transplante en que éstas son liberadas. De acuerdo a la figura 8, cuando no se liberaron moscas minadoras dentro de las jaulas se obtuvo un peso promedio de 517.25 gr por inflorescencia, mientras que cuando se liberaron desde 2 hasta 32 moscas minadoras, en promedio se obtuvo un peso de 390.49 gr por inflorescencia, es decir, que existe una pérdida de peso en la inflorescencia del brócoli de 24.52% en relación al testigo. Las medias de rendimiento para 2, 4, 8, 16 y 32 moscas minadoras liberadas, estadísticamente pertenecen al mismo grupo. Al realizar un análisis económico se observa que cuando se liberan 2 moscas minadoras dentro de las jaulas se obtiene un rendimiento de 412.67 gr por inflorescencia, esto equivale a 17942.17 kg/ha. Al liberar 32 moscas minadoras dentro de las jaulas, el peso promedio de la inflorescencia es de 377.33 gr, equivalente a 16405.55 kg/ha. Es decir, que el rendimiento disminuye en 1536.62 kg/ha, en términos económicos esto significa una pérdida de Q 2028.34 por hectárea, considerando un precio de Q 1.32 por kilogramo de brócoli.

Esto ocurrió a nivel del experimento el cual se efectuó en condiciones especiales, dentro de jaulas. Tendría que experimentarse si ocurre lo mismo a nivel de campo, donde las condiciones son totalmente diferentes.

Barea (4), indica que en papa, se observó una disminución del rendimiento de 24 a 12 tm/ha, es decir del 50%, debido a los daños ocasionados por la mosca minadora. Aunque el cultivo de la papa y el brócoli son totalmente diferentes en cuanto a los componentes que sirven para medir su rendimiento es necesario indicar que los otros factores de rendimiento estudiados para el caso del brócoli en el presente estudio refuerzan la idea que los daños en el follaje es decir, mayor número de hojas secas, mayor número de punciones, mayor número de minas, asociado a una mayor densidad poblacional de la mosca minadora, influye en la disminución del diámetro de la inflorescencia así como del peso de la misma.

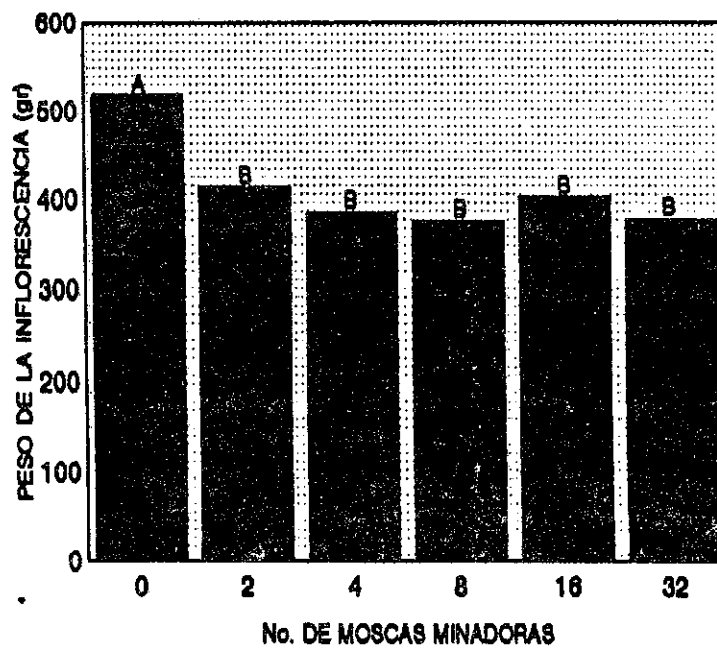


FIGURA 8 PRUEBA DE MEDIAS DEL EFECTO DE LA MOSCA MINADORA SOBRE EL PESO DE LA INFLORESCENCIA (gr) EN BROCOLI. JALAPA, 1988.

## 8. CONCLUSIONES

1. La única especie de mosca minadora determinada en el cultivo del brócoli, en la zona productora de Mataquescuintla, Jalapa fué *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard).
2. El daño indirecto por *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en la planta de brócoli, es causado por las punciones de alimentación y oviposición de los adultos hembras.
3. El daño directo por *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en la planta de brócoli, es causado por las minas que albergan a la larva, la cual se alimenta dentro de hojas del brócoli.
4. La mosca minadora *Liriomyza. huidobrensis* (Blanchard) disminuye el rendimiento en el cultivo del brócoli, causando una reducción del 24.52% en peso de la inflorescencia, en relación al que se obtiene en ausencia de la plaga.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Investigar prácticas alternativas de manejo integrado de la mosca minadora en el cultivo de brócoli, pues se ha determinado que causa disminución en el rendimiento.
2. Explorar otros niveles de infestación con mosca minadora en brócoli, para definir criterios de acción.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ, G. 1993. Caracterización del daño e identificación de la mosca minadora, en arveja china *Pisum sativum*, Fase II. Ed. Dardón, D.; Salguero, V. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas p. 44-49
2. ALVAREZ GIRON, L.R. 1997. Informe ARF; Agricultura Research Fund, de la AGEXPRONT, Guatemala. Guatemala, AGEXPRONT. p. 1-15
3. ARIAS, M.; GARCIA, A.E.; SALGUERO, V. 1993. Incidencia de especies plaga en diferentes etapas fenológicas en arveja china; Fase II. Ed. Dardón, D.; Salguero, V. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 102 p.
4. BAREA, M.O. 1994. Importancia económica de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), en papa, en Costa Rica, y opciones para su manejo utilizando periodos críticos y umbrales de acción. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 5-35
5. -----; RAMIREZ, O. 1994. Importancia económica de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), en papa. Revista Manejo Integrado de Plagas. (C. R.) no. 33: 33-38
6. CALDERON, L.F. 1997. Historia evolutiva de la mosca minadora como plaga en arveja china y dulce. In Seminario Mosca Minadora, Situación Actual y Estrategias de Control en Arveja China, (1998, Guatemala). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. s.p.
7. CALDERON, L.; SALGUERO, V.; DARDON, D. 1996. Fluctuación poblacional de la mosca minadora en arveja china en el Altiplano central de Guatemala. Ed. Salguero, V.; Sanchez, G.; Asturias, L. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 46 p.
8. CANTO BROL, H.E. 1997. Evaluación de tres colores y dos diseños geométricos colocados sobre el follaje para el control de mosca minadora (*Liriomyza spp.*), y Trips (*Frankliniella sp.*), en arveja china (*Pisum sativum*), en Patzicia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
9. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA . 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Costa Rica, CATIE. Informe Técnico no. 151. p. 52-53
10. CILIATA, G. 1991. Densidad de puntos de alimentación en papa. Manejo Integrado de Plagas. (C. R.) no. 22: 3.

11. COMITE TECNICO DE LIRIOMYZA (C.R.). 1990. El minador de las hojas *Liriomyza spp.* (Diptera: Agromyzidae). San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Divulgativo no. 25. p. 1-22
12. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University. 1261 p.
13. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 18-20
14. DARDON AVILA, D.E. 1980. Evaluación, caracterización y herencia de la punta descubierta en genotipos tropicales de maíz (*Zea mays L.*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 33-44
15. EQUIHUA, M.A.; ANAYA, R.S. s.f. Estados inmaduros de los insectos. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. p. 272-273
16. GARCIA, CH. E.; CALDERON, E.; ALVAREZ, G. 1992. Manejo integrado de plagas en arveja china. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 93 p.
17. GARCIA, CH. E. *et al.* 1993. Manejo integrado de plagas, en arveja china. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala, Ministerios de Agricultura Ganadería y alimentación. p. 44-47
18. GOMEZ, B.; RODRIGUEZ, V.C. 1994. Captura de adultos de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), en plantas de papa. Manejo Integrado de Plagas (C. R.) no. 33: 19-22
19. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1996. Informe sobre área, producción, rendimiento, importación y exportación de productos no tradicionales de exportación. Guatemala. s.p.
20. ----- 1997. Coeficientes técnicos de producción importaciones y exportaciones de los principales cultivos del país, actualizados hasta el año 1996. Guatemala. s. p.
21. GUATEMALA. DIRECCIÓN GENERAL DE CARTOGRAFIA. 1961. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Jalapa no. 2959 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
22. KING, A.B.; SAUNDERS, L.J. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Costa Rica, CATIE. p. 96-97
23. KRANZS, A.B. *et al.* 1982. Enfermedades, plagas y malezas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Costa Rica, CATIE. p. 565-569

24. LITTE, M.; JACKSON, H. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura; transformaciones. 6 ed. Iztapa, México, Trillas. p. 133-143
25. MACVEAN, CH.; PEREZ, R. 1996. Efectos de la refrigeración a 1°C sobre el minador *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera:Agromyzidae). Ciencia en Acción. (Gua) 1 (1): s.p.
26. MACVEAN, CH. 1998. Especies identificadas en arveja china y biología de la mosca minadora. In Seminario Mosca Minadora Situación Actual y Estrategias de Control en Arveja China. (1998, Guatemala). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. s.p.
27. MORALES, M.R. 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli; Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala, ICTA. p.1-23
28. NEDER, L.E.; ARCE, M.G.. 1984. Revisión y nuevos aportes al conocimiento bioecológico de *Liriomyza huidobrensis* (Diptera:Agromyzidae). Acta Zoológica (Arg.) no. 2:295-310.
29. PEREZ, R. *et al.* 1997. La mosca que frena las exportaciones hortícolas del Altiplano de Guatemala. Ciencia en Acción. (Gua). 1 (7): s.p.
30. SALGUERO, V.; SANCHEZ, G.; ASTURIAS, B.L. 1996. El minador de la hoja en California. In Seminario Manejo Integrado de Plagas en Cultivos no Tradicionales de Exportación. (1996, Guatemala). Guatemala, Universidad Rafael Landivar. p. 11-12
31. SANDOVAL, L.J. 1997. Prácticas recomendables para el control de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* en el manejo integrado de arveja china y dulce (*Pisum sativum*), en Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. s.p.
32. SIMMONS, CH.; TARANO, J.H.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
33. SOLIZ, F. 1998. Efecto de la hora y estrato de la planta sobre abundancia de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis*, en arveja china. In Seminario Mosca Minadora Situación Actual y Estrategias de Control en Arveja China. (1998, Guatemala). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. s.p.
34. SPENCER, K.A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Revista Serie Entomological (EE.UU.) 2 (9):1-41
35. -----, 1983. Leaf mining agromyzidae (Diptera). Revista de Biología Tropical. (C. R.) 31 (1):41-69.



36. TAXONOMIA STREPSIPTERA, a hymenoptera, claves y diagnosis. 1990. Trad. Roman Domínguez Rivero. México, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola. p. 104-190
37. VALDEZ, L.A. 1994. Producción de hortalizas. 4 ed. México, D.F., Limusa. p. 45-55
38. VILLELA, J.D. 1993. El cultivo del brócoli; cosecha. Guatemala, Talleres de Cediguat. p. 40-45

U. Co.  
*J. D. Villela*



# 11. A P E N D I C E

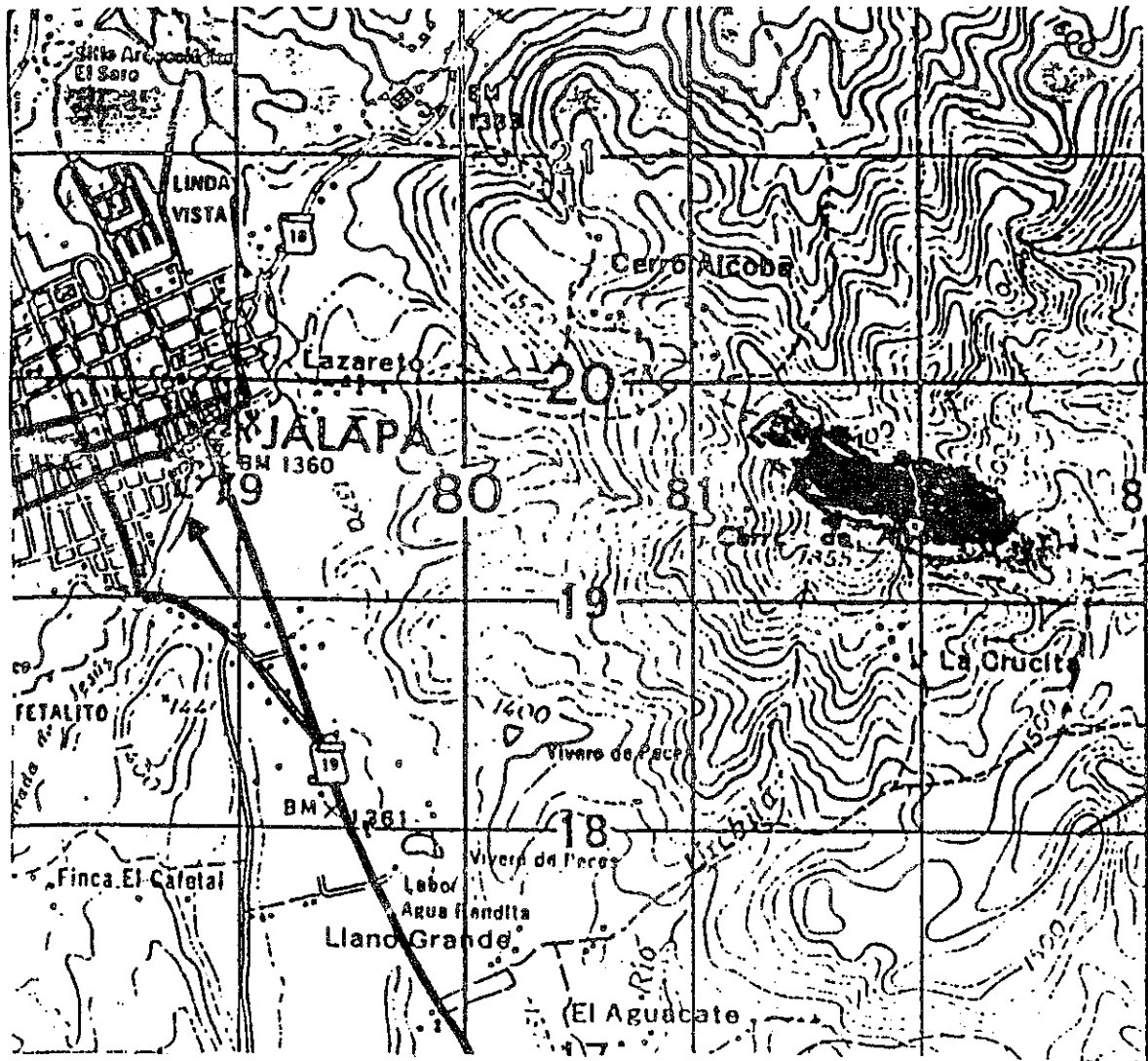
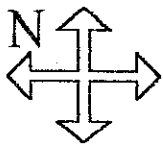
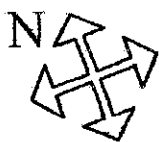


Figura 9A Ubicación del lugar del experimento. Jalapa – Jalapa





2 65	24 66	23 67	14 68	2 69	23 70	12 71	10* 72**
16 64	18 63	17 62	6 61	15 60	7 59	4 58	9 57
5 49	8 50	14 51	19 52	5 53	8 54	21 55	8 56
15 48	1 47	9 46	10 45	15 44	2 43	5 42	16 41
4 33	19 34	3 35	4 36	1 37	12 38	24 39	3 40
1 32	3 31	17 30	11 29	14 28	13 27	11 26	20 25
6 17	21 18	19 19	23 20	13 21	7 22	22 23	18 24
11 16	21 15	20 14	10 13	20 12	16 11	24 10	22 9
17 1	18 2	2 3	12 4	7 5	13 6	6 7	9 8

Figura 10A Distribución de los tratamientos.

\* Número de Tratamiento

\*\* Orden de Unidades Experimentales

Cuadro 8A. Resumen de resultados para tratamientos y variables evaluadas en la determinación del efecto de mosca minadora *L. huidobrensis* (Blanchard), sobre el rendimiento del cultivo del brócoli, Jalapa 1,998

VARIABLES										
* Tratamientos	No. de hojas secas/planta	No. de punciones/planta	No. de minas/planta	Area foliar dañada por minas/planta	No. de minas/hoja en el estrato inferior	No. de minas/hojas en el estrato medio	No. de minas/hojas en el estrato superior	Diámetro de la inflorescencia (cm)	Peso de la Inflorescencia (gr)	
** 0mm	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		16	514	
** 0mm	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		17	593	
** 0mm	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		15	424	
** 0mm	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		16	538	
** 2mm	2.33	19214	43	27	9	2		14	393	
** 2mm	2.67	13974	64	29	10	2		15	462	
** 2mm	2.33	11719	33	28	9	2		14	403	
** 2mm	2.67	9672	14	7	7	2		15	393	
** 4mm	2.33	9899	34	21	9	1		14	416	
** 4mm	2.67	14485	50	26	10	1		13	348	
** 4mm	3.00	22055	47	32	10	1		12	308	
** 4mm	2.67	12883	37	16	8	2		15	467	
** 8mm	2.67	17105	54	33	13	3		14	412	
** 8mm	3.33	11428	49	30	12	1		12	315	
** 8mm	4.00	16231	60	52	12	2		15	430	
** 8mm	3.67	14594	59	32	16	1		14	341	
** 16mm	3.00	21837	48	32	8	2		16	453	
** 16mm	4.67	26679	68	41	16	2		14	410	
** 16mm	3.67	17032	47	28	8	2		15	397	
** 16mm	3.33	12083	57	41	13	1		13	350	
** 32mm	4.00	22236	70	34	15	2		10	272	
** 32mm	4.33	32026	100	74	15	5		14	431	
** 32mm	3.67	29442	88	65	13	2		13	345	
** 32mm	3.00	19362	102	54	25	1		14	462	

NO HUBO DAÑO

**CUADRO 9A**

Análisis de varianza para número de hojas secas por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	7.865	1.573	20.7367	0.00 *
FACTOR B	3	0.188	0.063	0.8271	---- NS
AxB	15	0.620	0.041	0.5445	---- NS
ERROR	48	3.641	0.076		
TOTAL	71	12.313			

C.V = 14.56 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 10A**

Análisis de varianza para número de punciones por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	176798.428	35359.686	47.4563	0.00 *
FACTOR B	3	4017.225	1339.075	1.7972	0.16 NS
AxB	15	11906.081	793.739	1.0653	0.41 NS
ERROR	48	35764.815	745.100		
TOTAL	71	228486.548			

C.V = 25.38 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 11A**

Análisis de varianza para número de minas por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	477.399	95.480	47.0946	0.00 *
FACTOR B	3	9.472	3.157	1.5573	0.21 NS
AxB	15	32.738	2.183	1.0765	0.40 NS
ERROR	48	97.315	2.027		
TOTAL	71	616.924			

C.V = 22.72 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 12A** Análisis de varianza para área foliar dañada por minas en la planta ( $\text{cm}^2$ ), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	21205.567	4241.113	14.5583	0.00 *
FACTOR B	3	1439.553	479.851	1.6472	0.19 NS
AxB	15	3831.505	255.434	0.8768	----- NS
ERROR	48	13983.306	291.319		
TOTAL	71	40459.931			

C.V = 56.61 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 13A** Análisis de varianza para número de minas por hoja en el estrato inferior de la planta, en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	73.026	14.605	53.4578	0.00 *
FACTOR B	3	1.253	0.418	1.5281	0.22 NS
AxB	15	5.766	0.384	1.4069	0.18 NS
ERROR	48	13.114	0.273		
TOTAL	71	93.158			

C.V = 16.87 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 14A** Análisis de varianza para número de minas por hoja en el estrato medio de la planta, en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	4.575	0.915	5.0791	0.00 *
FACTOR B	3	0.253	0.084	0.4672	----- NS
AxB	15	3.107	0.207	1.1498	0.34 NS
ERROR	48	8.648	0.180		
TOTAL	71	16.583			

C.V = 28.35 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 15A** Análisis de varianza para diámetro de la inflorescencia (cm), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	78.775	15.755	5.4239	0.00 *
FACTOR B	3	4.618	1.539	0.5299	----- NS
AxB	15	73.867	4.924	1.6953	0.08 NS
ERROR	48	139.428	2.905		
TOTAL	71	296.687			

C.V = 12.06 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$

**CUADRO 16A** Análisis de varianza para peso de la inflorescencia (gr), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998

F.V	G.L	S.C	C.M	F	Prob.
FACTOR A	5	174042.458	34808.492	4.9814	0.00 *
FACTOR B	3	20263.153	6754.384	0.9666	----- NS
AxB	15	189448.264	12629.884	1.8075	0.06 NS
ERROR	48	335408.000	6987.667		
TOTAL	71	719161.875			

C.V = 20.31 %

\* = Significativo si  $P < 0.05$

NS = No significativo si  $P > 0.05$



**CUADRO 17A** Prueba de Tukey del Factor A para el número de hojas secas por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (No. De hojas)		GRUPO TUKEY
	SIN TRANSFORMAR	TRANSFORMADA	
0	0.50	1.20	B
2	2.50	1.86	A
4	2.67	1.90	A
8	3.42	2.08	A
16	3.67	2.15	A
32	3.75	2.16	A

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 18A** Prueba de Tukey del Factor A para el número de punciones por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (No. de punciones)		GRUPO TUKEY
	SIN TRANSFORMAR	TRANSFORMADA	
0	0.00	1.00	C
2	13619.92	115.30	B
4	14830.58	117.70	B
8	14839.58	120.60	B
16	19408.00	136.00	AB
32	25766.58	154.90	A

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 19A** Prueba de Tukey del Factor A para el número de minas por planta en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (No. de minas)		GRUPO TUKEY
	SIN TRANSFORMAR	TRANSFORMADA	
0	0.00	1.00	C
2	38.58	6.02	B
4	42.00	6.45	B
8	55.50	7.45	B
16	55.00	7.36	B
32	90.00	9.32	A

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 20A** Prueba de Tukey del Factor A para área foliar dañada por minas en la planta (cm<sup>2</sup>) en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (cm <sup>2</sup> )	GRUPO TUKEY
0	0.00	C
2	22.62	B
4	23.73	B
8	36.74	AB
16	35.27	B
32	56.54	A

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 21A** Prueba de Tukey del Factor A para el número de minas por hoja en el estrato inferior de la planta, en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (No. de minas)		GRUPO TUKEY
	SIN TRANSFORMAR	TRANSFORMADA	
0	0.00	1.00	D
2	8.75	3.08	C
4	9.08	3.16	BC
8	13.08	3.74	AB
16	11.25	3.43	BC
32	17.17	4.18	A

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 22A** Prueba de Tukey del Factor A para el número de minas por hoja en el estrato medio de la planta, en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (No. de minas)		GRUPO TUKEY
	SIN TRANSFORMAR	TRANSFORMADA	
0	0.00	1.00	B
2	1.75	1.61	A
4	1.33	1.50	AB
8	1.50	1.44	AB
16	1.75	1.61	A
32	2.50	1.82	A

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 23A** Prueba de Tukey del Factor A para diámetro de la inflorescencia (cm), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (cm)	GRUPO TUKEY
0	16.11	A
2	14.61	AB
4	13.44	B
8	13.72	B
16	14.28	AB
32	12.81	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**CUADRO 24A** Prueba de Tukey del Factor A para peso de la inflorescencia (gr), en la determinación del efecto del daño de mosca minadora sobre el rendimiento del brócoli. Jalapa, 1,998.

No. DE MOSCAS MINADORAS	MEDIA (gr)	GRUPO TUKEY
0	517.25	A
2	412.67	B
4	384.75	B
8	374.67	B
16	402.58	B
32	377.33	B

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.



## UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

18. Avenida 11-95, Zona 15, V.H. III  
Apartado Postal No. 82, 01901  
Guatemala, Guatemala, C. A.

PBX 369 07-91 al 95  
Teléfonos: 364 03-36 al 40  
364-04 92 al 97  
FAX 502-864-02-12

22 de enero, 1999

Sr. Francisco Javier Barrientos Godoy  
Calle Tránsito Rojas 1-22 zona 6,  
Jalapa, Jalapa

Estimado Sr. Barrientos,

He analizado las muestras de adultos de mosca minadora en brócoli que ud. trajo a mi laboratorio para identificación (colectadas por ud. en aldeas de Miramundo, Soledad Grande, El Refugio y Pino Dulce de Mataquesuintla, Jalapa, del 15 al 30 de noviembre, 1997). Todos los especímenes (aproximadamente 50 individuos) corresponden al minador *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), especie de Agromyzidae que es común en hortalizas de Guatemala. Esta especie es particularmente abundante en regiones altas (arriba de los 1500 m), tales como las áreas de Jalapa de donde provienen estos especímenes.

La determinación taxonómica se basa en varias claves publicadas por K. Spencer (p. ej. **Leaf mining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica**. Revista de Biología Tropical 31 (1): 41-67). 1983), en especímenes de referencia identificados por expertos del Systematic Entomology Laboratory del USDA en Beltsville, Maryland, así como en familiaridad y experiencia adquirida en mi laboratorio sobre las moscas minadoras de Guatemala.

Sinceramente,

Charles MacVean, Ph.D.  
Laboratorio de Entomología Aplicada  
Instituto de Investigaciones





FACULTAD DE AGRONOMIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12  
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

Guatemala, enero 17 de 1999

Señor  
Francisco Javier Barrientos Godoy  
Jalapa, Jalapa


Señor Barrientos:

Por este medio informo a usted que se procedió a determinar las muestras de insectos de la Mosca Minadora en brócoli que usted envió el laboratorio de Protección de Plantas, los especímenes determinados de las muestras de los diferentes lugares listados: Soledad Grande, El Refugio y Pino Dulce de Mataquescuintla, Jalapa, corresponden a: Liriomyza huidobrensis (Blanchard).

La determinación taxonómica se realizó con base en la clave de K. Spencer (p. ej. Leaf mining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica.

Sin otro particular suscribo la presente,

Atentamente,

  
Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández  
Catedrático Subárea de  
Protección de Plantas



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

Ref. Sem. 037-99

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION TAXONOMICA DE LA MOSCA MINADORA (DIPTERA: Agromyzidae), CARACTERIZACION DEL DAÑO Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL BROCOLI (Brassica oleracea var. Italica plen) EN JALAPA".

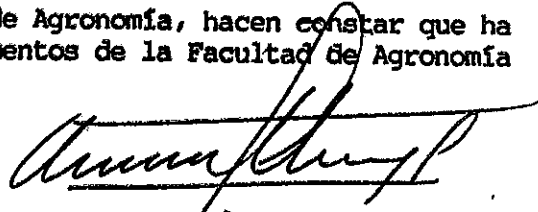
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: FRANCISCO JAVIER BARRIENTOS GODOY

CARNET No: 49004

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo A. Alvarez Valenzuela  
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez  
Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte

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


  
Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Alvaro Orellana Polanco  
A S E S O R

  
Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila  
DIRECTOR DEL ITA.



IMPRIMASE

  
Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
D E C A N O



cc: Control Académico  
Archivo  
AH/prn.

APARTADO POSTAL 1545 | 01091 GUATEMALA, C.A.  
TELEFONO 476-9794 | FAX (502) 476-9770  
E-mail: [ita@usac.edu.gt](mailto:ita@usac.edu.gt) | <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>