



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**“IDENTIFICACIÓN DE MINADORES (DIPTERA:
AGROMIZYDAE) Y SUS PARASITOIDES, ASOCIADOS CON
HORTALIZAS”**

DANIEL GARCÍA PALACIOS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2012

La presente tesis titulada: **IDENTIFICACIÓN DE MINADORES (DIPTERA: AGROMYZIDAE) Y SUS PARASITOIDES, ASOCIADOS CON HORTALIZAS**, realizada por el alumno **DANIEL GARCÍA PALACIOS**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

Consejero: _____

Dr. Néstor Bautista Martínez

Asesor: _____

M.C. Jorge Manuel Valdez Carrasco

Asesor: _____

Dr. Jesús Romero Nápoles

Asesor: _____

Dr. Fernando Urzúa Soria

Montecillo, Texcoco, Edo. de México, febrero de 2012

IDENTIFICACIÓN DE MINADORES (DIPTERA: AGROMYZIDAE) Y SUS PARASITOIDES, ASOCIADOS CON HORTALIZAS

Daniel García Palacios, M.C.
Colegio de postgraduados, 2012.

La familia Agromyzidae presenta un gran número de especies reportadas como plagas de cultivos agrícolas. Las especies más dañinas generalmente son polífagas, tiene distribución prácticamente cosmopolita y muestran una alta capacidad de adaptación a nuevas áreas geográficas, lo que representa un grave problema sanitario en los cultivos hortícolas. En este estudio se identificó a los minadores presentes en las hortalizas de mayor importancia para las zonas productoras de los estados de Morelos, Puebla y Veracruz. El estudio se realizó de noviembre de 2009 a marzo de 2011 en los municipios de Tepeaca y Los Reyes de Juárez en el estado de Puebla, en los municipios de Tlayacapan y Yecapixtla en el estado de Morelos y el municipio de Cotaxtla, Veracruz. Se colectó material vegetal con presencia de larvas del minador de la hoja y mediante técnicas de confinamiento de folíolos infestados se colectaron adultos de minadores así como parasitoides que emergieron de los puparios. Se obtuvieron 360 ejemplares de minadores de la hoja, 158 machos y 202 hembras, así como 390 especímenes de parasitoides. Con análisis de genitalias se identificó a *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) en los cultivos de jitomate (*L. esculentum*), chile (*C. annuum*) (*C. annuum* var *accuminatum*) (*C. chinense*), tomate de cáscara (*P. ixocarpa*), cebolla (*A. cepa*), y a *Liriomyza sativae* Blanchard 1938 en jitomate (*L. esculentum*) y pepino (*C. sativus*). Como especies parasitoides se identificó 339 individuos de *Neochrysocharis* sp., 48 ejemplares de *Opius dissitus* Muesebeck, y tres de *Closterocerus cinctipennis* Ashmead.

Palabras clave: Identificación, *Liriomyza trifolii*, *L. sativae*, genitalia, hortalizas.

IDENTIFICATION OF LEAF-MINERS (DIPTERA: AGOMYZIDAE) AND THEIR PARASITIDS, ASSOCIATED WITH VEGETABLE CROPS

Daniel García Palacios, M.C.
Colegio de postgraduados, 2012.

The Agromyzidae family presents a large number of species reported as crop pests. The most damaging species are generally polyphagous, with a practically cosmopolite distribution. They also show a high capacity of adaptation to new geographical areas, which represents a serious sanitary problem for vegetable crops. In this study were identified leaf-miners present in the most important vegetable crops of the production zones of the states of Morelos, Puebla, and Veracruz. The study was done from November 2009 to March 2011 in the municipalities of Tepeaca and Los Reyes de Juarez in the State of Puebla, in the municipalities of Tlayacapan and Yecapixtla in the State of Morelos, and the municipality of Cotaxtla in the State of Veracruz. Plant material with presence of leaf-miner larvae was collected, and through confinement techniques of infested leaflets, leaf-miner adults were collected as well as parasitoids that emerged from pupae. There were 360 leaf-miners collected, 158 males and 202 females, as well as 390 parasitoids. Through analysis of the genitalia were identified: *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) in tomato (*L. esculentum*), chilli pepper (*C. annuum*) (*C. annuum var acumminatum*) (*C. chinense*), green tomato (*P. ixocarpa*), and onion (*A. cepa*) crops, and *Liriomyza sativae* Blanchard 1938 in tomato (*L. esculentum*) and cucumber (*C. sativus*). With regard to the parasitoid species, 339 individuals of *Neochrysocharis sp.*, 48 *Opius dissitus* Muesebeck, and three *Closterocerus cinctipennis* Ashmead were identified.

Key words: Identification, *Lirimyza trifolii*, *L. sativae*, genitalia, vegetable crops.

DEDICATORIA

A mis padres Ubaldo García Palacios y Esther Palacios Martínez, por el enorme esfuerzo que han hecho para que sea una persona profesional, por sus valiosos consejos y sobre todo por el amor que siempre me han demostrado, los amo.

A mis hermanos de quienes siempre he recibido cariño, consejos y apoyo incondicional para cumplir mis metas.

A mi hermana que me ha tenido que soportar mis desvelos, así como buenos y malos ratos, sabes que te quiero mucho.

A mis cuñadas por el aprecio que me tienen y que han dado cuatro (casi cinco) enormes alegrías a la familia: mis sobrinitos.

A esa personita súper especial que me impulsó durante la etapa final de este trabajo, ya que sin tu insistencia y apoyo no hubiese culminado, sabes que eres muy importante para mí.

A las personas que aportaron un granito de arena durante mis estudios y durante la realización de este trabajo, amigos y compañeros.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme brindado el apoyo económico para realizar mis estudios.

Al Colegio de Postgraduados por haberme permitido formarme en tan prestigiada institución.

Al Dr. Néstor Bautista Martínez, por compartirme sus conocimientos, brindarme su apoyo en la realización de este trabajo de investigación y por la confianza así como la amistad que me ha brindado.

Al M.C. Jorge Manuel Valdez Carrasco, por su invaluable amistad, por compartir conmigo sus vastos conocimientos, por su paciencia y valiosa asesoría en la realización del presente trabajo.

A mis asesores Dr. Fernando Urzúa Soria y Dr. Jesús Romero Nápoles, por sus acertadas observaciones las cuales ayudaron a enriquecer la presente investigación.

A Don Alfredo por su apoyo en las colectas y Lauro por sus observaciones en la redacción de los resultados, a las compañeras de oficina Isa y Martita.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Familia Agromyzidae	3
2.2. Género <i>Liriomyza</i>	5
2.3. <i>Liriomyza trifolii</i> (Burgess, 1880).....	7
2.4. <i>Liriomyza sativae</i> (Blanchard, 1938).....	8
2.5. <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard, 1926).....	8
2.6. Enemigos naturales.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1. Sitos de colecta.....	11
3.2. Metodología para la colecta y procesamiento de las muestras de <i>Liriomyza</i>	13
3.3. Metodología para la colecta y procesamiento de las muestras de parasitoides.....	15
IV. RESULTADOS.....	17
4.1. Morfología de la genitalia del macho.....	17
4.2. Identificación de minadores <i>Liriomyza</i>	20

4.3. Importancia de minadores en las hortalizas de Puebla, Morelos y Veracruz.....	23
4.4. Identificación de parasitoides.....	25
V.DISCUSIÓN.....	29
VI.CONCLUSIONES.....	32
VII. LITERATURA CITADA.....	33

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Sitios de colecta de las muestras vegetales.....	11
Cuadro 2. Sitios de colecta de ejemplares de minadores, con el número de machos (♂), hembras (♀) y la especie.....	24
Cuadro 3. Sitios de colecta de ejemplares de parasitoides, con el número por separado de cada una de las especies identificadas.....	26
Figura 1. Morfología de la genitalia del macho. A) vista lateral; B) vista ventral.....	20
Figura 2. <i>Liriomyza trifolii</i> . A) Edeago en vista lateral; B) Edeago en vista ventral; C) Bomba eyaculatoria. Escala: 100 µm.....	21
Figura 3. <i>Liriomyza sativae</i> . A) Edeago en vista lateral; B) Edeago en vista ventral; C) Bomba eyaculatoria.....	22
Figura 4. Adultos de <i>L. trifolii</i> . A) Hembra, B) Macho.....	22
Figura 5. Especies de parasitoides. A) <i>Opius dissitus</i> ; B) <i>Neochrysocharis</i> sp.; C) <i>Closterocerus cinctipennis</i>	28

INTRODUCCIÓN

Los agromícidos son considerados insectos difíciles de ubicar taxonómicamente debido a su tamaño pequeño y uniformidad morfológica externa, pero además son especies estrechamente relacionadas y difíciles de separar, ya que puede encontrarse más de una especie en la misma planta (Spenser, 1973). Se han reportado más de 20 especies de importancia del género *Liriomyza* y de estas, seis son polífagas (Liu *et al.*, 2009). En México están reportadas 30 especies y destacan por su presencia y diversidad los géneros *Melanagromyza* y *Liriomyza* (Martínez y Étienne, 2002; Palacios *et al.*, 2008).

El género *Liriomyza* (Blanchard, 1926) es un grupo cosmopolita que contiene más de 300 especies extensamente distribuidas, aunque mejor adaptadas a regiones templadas (Spenser, 1973; Parrella, 1987; Petcharat *et al.*, 2002; Asadi *et al.*, 2006). Las larvas de este género atacan plantas ornamentales y cultivos agrícolas de las familias Cucurbitaceae, Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae, Asteraceae y muchas otras especies de plantas (Musgrave *et al.*, 1975; Petcharat *et al.*, 2002).

Los minadores *Liriomyza trifolii* (Burgess) y *Liriomyza sativae* Blanchard son especies multivoltinas y altamente polífagas, son consideradas en muchos cultivos hortícolas como especies plaga de gran importancia y están estrechamente relacionadas; la morfología de sus genitales son similares, así como sus ciclos de vida y rango de plantas hospederas (Iwasaki

et al., 2000, 2004). Ambas especies tienen un alto potencial reproductivo (Ozawa *et al.* 1999; Tokumaru y Abe, 2003) y han desarrollado resistencia a insecticidas (Spencer, 1990).

Para el centro de México, Palacios *et al.* (2008) reportan a *Liriomyza brassicae* (Riley), *Liriomyza sabaziae* Spencer y *Liriomyza trifolii* (Burgess) en cinco negritos *Lantana camara* L. (Verbenaceae), cártamo *Carthamus tinctorius* L. (Asteraceae) y Chile *Capsicum annuum* L. (Solanaceae), respectivamente. Hernández *et al.*, (2009b) reportan además la presencia de *Liriomyza huidobrensis* y *L. sativae* en la región productora de crisantemo en Texcoco, Estado de México.

En años recientes ha crecido la necesidad de conocer con exactitud las especies de minadores que se encuentran presentes en los cultivos hortícolas de México, debido a que su estatus de plaga secundaria ha cambiado a un papel protagonista en los sistemas de producción de hortalizas. Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer las especies de minadores de la hoja presentes en las hortalizas de mayor importancia de las zonas productoras de los estados de Morelos, Puebla y Veracruz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Familia Agromyzidae

La familia Agromyzidae del orden Diptera, está compuesta por 2,750 especies (Von Tschirnhaus, 2000), de las cuales se reportan 110 especies como plagas importantes en cultivos agrícolas. Todas las especies conocidas de esta familia se alimentan internamente de las plantas, con distintos hábitos de alimentación como minadores de hojas, minadores de tallos, barrenadores de tallo y de cambium (Dempewolf, 2004). Con base en las especies estudiadas a nivel mundial, aproximadamente el 75% se alimenta formando minas en las hojas (Spenser, 1973).

Moody (2009) menciona que los integrantes de esta familia son pequeñas moscas de 3.2 mm de tamaño, de color negro o gris con tonalidades amarillas, antenas aristadas y aparato bucal chupador en estado adulto, alas transparentes y patas ambulatorias. Spencer y Steyskal (1986) mencionan como características morfológicas de importancia para la identificación de la familia Agromyzidae: la coloración del mesonoto y de la mesopleura, la dirección e inclinación de las setas orbitales y el tarso dividido en cinco segmentos.

Entre las características del ala, se encuentran: una primera vena longitudinal que forma el margen superior del ala, normalmente con un engrosamiento claramente visible, ya sea para la terminación de la vena R_{4+5} o M_{1+2} ; la segunda sección costal se extiende entre las venas R_1 y R_{2+3} , y la cuarta sección costal que se extiende entre el ápice de las venas R_{4+5} y M_{1+2} (Spencer y Steyskal, 1986).

Spencer y Steyskal (1986) citan la terminología de Nowakowski (1962) y Griffiths (1972) para la descripción de la terminalia masculina de los agromícididos. Indican que se trata de un verdadero órgano copulador, dividido básicamente en cuatro secciones: basifalo, mesofalo, hipofalo y distifalo; tiene un apodema edeagal largo en forma de barra que se extiende dentro del abdomen y que articula al edeago flexible; los escleritos basales del edeago están en la sección basal del apodema edeagal, entero o dividido en dos brazos asimétricos.

Los agromícididos, según Spencer y Steyskal (1986), se alimentan de un amplio rango de hospederos; incluyen helechos y dos grupos de angiospermas, las monocotiledóneas y dicotiledóneas. Hasta hace poco no había evidencia de que alguna especie podía alimentarse en coníferas, pero Süß (1979), citado por Spencer y Steyskal (1986), identificó pistas de alimentación en fósiles de madera de *Juniperoxylon silesiacum* (Prill) Krausel en los países bajos, que pertenecen a un agromícidido ancestral del actual género *Phytobia*, nombrado *Protophytobia cupressorum*.

Sólo en Estados Unidos el número de especies hospederas de agromícididos supera las 15,000. Además, más de 150 especies de plantas cultivadas en el mundo son atacadas por un número similar de especies de agromícididos. Tales especies de plagas se encuentran en una amplia variedad de cultivos, pero los daños más serios son provocados por minadores de la hoja del género *Liriomyza* en áreas con temperaturas cálidas en norte y sudamérica (Spencer y Steyskal 1986).

Los mismos autores indican que los agromícidos están distribuidos en el mundo desde el norte de Groenlandia hasta la Patagonia y las islas subantárticas al sur de Nueva Zelanda. Un gran número de especies se encuentra en zonas templadas del hemisferio norte, donde los géneros dominantes son *Liriomyza* y *Phytomyza*. Sin embargo, muchas especies también se encuentran en los trópicos, distribuidas desde áreas montañosas hasta los bosques tropicales a nivel del mar, aunque los bosques tropicales han sido escasamente colonizados.

2.2. Género *Liriomyza*

El género *Liriomyza* contiene más de 330 especies que están ampliamente distribuidas en el nuevo y viejo mundo, aunque más comúnmente se encuentran en regiones templadas. Se han catalogado 23 especies de *Liriomyza* como de importancia agrícola y cinco de ellas son polífagas. Los minadores de la hoja causan daño directo e indirecto a una amplia variedad de cultivos, lo cual se manifiesta en las picaduras producidas por las hembras adultas con fines de alimentación u oviposición, y por la actividad alimentaria de las larvas en las hojas, que destruyen parte de la masa foliar y disminuyen en algunos casos la actividad fotosintética (Valenzuela *et al.*,2010a).

Son cuatro las especies más dañinas en los cultivos hortícolas: los minadores de la hojas *Liriomyza sativae* Blanchard; *L. trifolii* (Burgess); *L. bryoniae* (Kaltenbach); y el minador del guisante *L. huidobrenis* (Blanchard). Los adultos son de 2-3 mm de largo, de color negro en la parte dorsal y amarillo en la cabeza, los costados y la parte ventral. Las hembras usan la cubierta del ovipositor para hacer pequeños agujeros donde depositan los huevos debajo de la superficie de la hoja. Las hembras también utilizan el ovipositor para desgarrar los agujeros

más grandes, y ahí se alimentan del contenido celular. Las lesiones que provocan las hembras se necrosan y a menudo se les llama punteado. *L. sativae*, *L. trifolii* y *L. bryoniae* depositan sus huevos principalmente en la superficie de las hojas, mientras que *L. hudobrensis* deposita sus huevos bajo la superficie de la hoja. Las larvas son muscidiformes, amarillentas de 2-5 mm, con ganchos negros en la boca en forma de hoz que se usan para raspar el tejido foliar. Las larvas de las tres primeras especies proceden de minas serpentinadas sin ningún patrón particular; mientras que las larvas de la cuarta especie presentan una forma de las minas que está generalmente asociada con la nervadura central o lateral de las venas de las hojas. Las larvas algunas veces hacen un agujero en el extremo de la mina y caen al suelo, donde pupan bajo el material vegetal ahí depositado y más frecuentemente pupan sobre el tejido foliar (Heuvelink, 2005).

A nivel mundial se han reportado varias especies de minadores de hojas pertenecientes al género *Liriomyza*, las cuales atacan a plantas silvestres y cultivadas. Un ejemplo es en la región de "Rio Grande", Valle de Texas, y otras regiones de Estados Unidos y México, donde se reporta a *L. sativae* como una seria plaga en chile Bell (Chandler, 1984a; Hernández *et al.*, 2009a). *L. trifolii* es considerada la plaga de mayor importancia económica en apio (*Apium graveolens* L) (Apiaceae) y tomate (*Lycopersicon esculentum* L) en Florida, EEUU y representa una seria amenaza como plaga a sembradíos de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) (Asteraceae) (Parrella, 1984).

Palacios *et al.* (2008) señalan que en el centro de México se encuentran presentes tres especies identificadas: *Liriomyza brassicae* (Riley) encontrada sobre la planta ornamental

alfombrillo (*Lantana camara* L) (Verbenaceae); *Liriomyza sabaziaae* Spenser que ataca al cártamo (*Carthamus tinctorius* L) (Asteraceae); y *Liriomyza trifolii* que ataca al chile (*Capsicum annuum* L) (Solanaceae). Hernández *et al.* (2009b) indican la presencia, en la región productora de crisantemo en Texcoco, Estado de México, de *L. huidobrensis* y *L. sativae*; esta última la más común y dominante.

2.3. *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880)

El Integrated Taxonomic Information System (ITIS) (2011), contiene como sinónimos de la especie *Liriomyza trifolii* a *Agromyza phaseolunata* Frost 1943, *Liriomyza alliovora* Frick 1955, y *Oscinis trifolli* Burgess 1880.

L. trifolii es una especie nativa de Estados Unidos de América, pero está ampliamente distribuida a nivel mundial. Hasta hoy se ha reportado en países europeos como Francia, España, Inglaterra, Polonia, Italia, entre otros. En Asia se ha reportado y registrado en Japón, mientras que en África se cita en países como Nigeria, Senegal, Sudáfrica, Etiopía y Tanzania. En el continente Americano está reportada en Canadá, México, Bahamas, Costa Rica, República Dominicana, Guadalupe, Guatemala, Colombia, Perú, Venezuela y Estados Unidos (Étienne y Martínez, 1996). En florida, E.U.A. se asocia con 55 especies de 10 familias botánicas.

Algunas de sus características distintivas son el margen posterior del ojo de color amarillo y el mesonoto de color gris mate o negro, con constricciones irregulares en cuatro filas en la parte delantera, pero escasa en el segundo segmento dorsocentral (Spencer y Steyskal, 1986).

2.4. *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938)

El ITIS (2011) contiene los siguientes sinónimos: *Agromyza subpusilla* Frost 1943, *Liriomyza quytana* Freeman 1958, *Liriomyza munda* Frick 1957, *Liriomyza propepusilla* Frost, 1954 y *Liriomyza verbenicola* Hering, 1951.

L. sativae se reporta como originaria de América, se encuentra dispersa en Norte, Sur y Centroamérica, también presente en Haití y Hawái. Se ha registrado en especies vegetales cultivadas de diferentes familias como tomate, chile, papa, berenjena, melón y pepino, entre otros (Spenser, 1973).

Es altamente polífaga y de amplia distribución, desde el Sur de Estados Unidos hasta el sur de Argentina y Chile (Spencer y Steyskal, 1986). Se caracteriza por presentar la cabeza con la frente amarillo brillante, casi 1.5 veces lo ancho del ojo, gena casi 0.33 veces la longitud del ojo; tercer segmento antenal pequeño, redondo y amarillo; órbita ligeramente oscura, por lo menos en la parte inferior; margen posterior del ojo oscuro.

2.5. *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926)

El ITIS (2011) contiene los siguientes sinónimos: *Agromyza huidobrensis* Blanchard, 1926; *Liriomyza dianthi* Frik, 1958; *Liriomyza langei* Frink, 1951.

Esta especie es nativa de América del Sur. Está en Perú, Chile y Argentina, pero con dispersión prácticamente cosmopolita, pues se adapta a nuevas regiones geográficas y afecta

a numerosas hortalizas, ornamentales y cultivos anuales. En Norteamérica se localiza en México, California y Hawái y ocasionalmente en Florida, E.U.A. Recientemente invadió cultivos de países europeos, asiáticos y africanos (Larraín, 2004).

Liriomyza huidobrensis es una especie altamente polífaga, su presencia está confirmada en 10 familias de plantas: Apiaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Liliaceae, Linaceae, Solanaceae, Tropaeolaceae y Violaceae. Ataca a las plantas cultivadas *Allium cepa*, *Apium graveolens*, *Beta vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Cucumis melo*, *Lactuca sativa*, *Linum usitatissimum*, *Lycopersicon esculentum*, *Pisum sativum*, *Solanum tuberosum*, *Spinacia oleracea* y *Vicia faba* (Spencer y Steyskal, 1986).

Esta especie se caracteriza por presentar la frente de color amarillo naranja, órbitas superiores un poco oscuras, por lo menos en la parte superior, tercer segmento antenal normalmente amarillo-marrón, mesonoto oscuro de aspecto mate en vista frontal, mesopleura variable pero generalmente negra en la parte inferior (en algunos especímenes la mesopleura tiene una banda oscura estrecha a lo largo del color amarillo del margen superior). Patas con las coxas negro amarillento, fémur básicamente amarillo pero puede presentar estriaciones negras, a veces aparentan ser completamente negras pero siempre se aprecia un color amarillo por debajo; tibia y tarso grisáceos a negros, escamas amarillas, margen y franjas negras, alas de 1.7 - 2.25 mm de longitud, celda discal relativamente larga, última sección de M_{3+4} sólo 2-2.5 veces la longitud de la penúltima (Spencer y Steyskal, 1986).

2.6. Enemigos naturales

Según la OIRSA (2005) el número de parasitoides naturales de las moscas minadoras es alto. Los géneros que presentan múltiples especies de parasitoides de moscas minadoras son los braconidos *Dacnusa* y *Opius*, los eulófidos *Diglyphus*, *Chrysocharis* y *Chrysonotomyia*, y el pteromárido *Halticoptera*. Mujica y Kroschel (2011) reportan además a parasitoides de las familias Figitidae y Mymaridae, presentes en moscas minadoras, mientras que Burgio *et al.* (2007) mencionan parasitoides de las familias Tetracampidae y Eucoilidae.

Aunque existen varias especies reportadas de depredadores de *Liriomyza* sp., éstos no se consideran importantes agentes de control biológico (Chow y Heinz, 2006; Liu *et al.*, 2009). Como depredadores más comunes se citan a individuos de los géneros *Cyrtopeltis*, *Dicyphus* y *Macrolophus* (Hemiptera: Miridae). Además se señala a la hormiga ponerine (Hymenoptera: Formicidae) y a *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) como depredadores de especies de *Liriomyza* en invernadero (Liu *et al.*, 2009).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Sitos de colecta

El estudio se realizó en el periodo comprendido de noviembre de 2009 a marzo de 2011, en los municipios de Tepeaca y Los Reyes de Juárez en el estado de Puebla; en los municipios de Tlayacapan y Yecapixtla en el estado de Morelos; también en el municipio de Cotaxtla, Veracruz. El Cuadro 1 muestra los sitios de colecta; los datos georreferenciados se obtuvieron con un GPS marca *etrex* Legend Garmin®.

Cuadro 1. Sitios de colecta de las muestras vegetales.

Municipio	Localidad	Fecha	Coordenadas	Cultivo
1. Axochiapan, Morelos	Axochiapan	07 / nov / 2009	N 18° 29' 00.86" W 98° 44' 59.04" A 1038 msnm	cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)
2. Axochiapan, Morelos	Axochiapan	14 / nov / 2009	N 18° 30' 28.76" W 98° 42' 52.30" A 1027 msnm	cebolla (<i>A. cepa</i> L.)
3. Axochiapan, Morelos	Axochiapan	14 / nov / 2009	N 18°29' 56.87" W 98° 45' 53.56" A 1039 msnm	chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.)
4. Cotaxtla, Veracruz	La Cuesta	15 / nov /2009	N 18° 49' 45.04" W 96° 23' 41.22" A 80 msnm	chile habanero (<i>C. chinense</i>)
5. Tlayacapan, Morelos	Ejido Cacahuatlán	11 / may / 2010	N 18° 55' 19.97" W 99° 00' 42.98" A 1286 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
6. Tlayacapan, Morelos	Ejido Cacahuatlán	16 /may / 2010	N 18° 55' 19.97" W 99° 00' 14.41" A 1286 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
7. Los Reyes de Juárez, Puebla	Los Reyes de Juárez	29 / may / 2010	N 19° 00' 11.19" W 97° 50' 49.45" A 2259 msnm	tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)
8. Los Reyes	San Juan	29 / may / 2010	N 19° 57' 18.17"	tomate saladette

de Juárez, Puebla	Acozac		W 97° 49' 36.68" A 2165 msnm	(<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
9. Tlayacapan, Morelos	Tlayacapan	30 / may / 2010	N 18° 55' 48.30" W 99° 00' 33.05" A 1280 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
10. Tlayacapan, Morelos	Tlayacapan	30 / may / 2010	N 18° 55' 22.90" W 99° 00' 49.22" A 1269 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
11. Los Reyes de Juárez, Puebla	San Juan Acozac	19 / jun / 2010	N18° 58' 39.22" W 97° 48' 46.75" A 2207 msnm	tomate de cascara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
12. Los Reyes de Juárez, Puebla	Los Reyes de Juárez	19 / jun / 2010	N 18° 59' 48.94" W97° 30' 17.75" A 2245 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
13. Tepeaca, Puebla	San Cristóbal Los Nava	19 / jun / 2010	N18° 59' 00.78" W 97° 49' 52.74" A 2243 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
14. Los Reyes de Juárez, Puebla	San Juan Acozac	19 / jun / 2010	N 18° 59' 23.50" W 97° 51' 02.13" A 2241 msnm	chile de tiempo (<i>C. annuum</i> L.)
15. Los Reyes de Juárez, Puebla	San Juan Acozac	19 / jun / 2010	N 18° 59' 18.06" W 97° 50' 51.01" A 2242 msnm	chile miahuatleco (<i>C. annuum</i> L.)
16. Tepeaca, Puebla	San Mateo Parra	19 / jun / 2010	N18° 59' 40.33" W97° 51' 53.54" A 2245 msnm	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
17. Tlayacapan, Morelos	Tlayacapan	20 / jun / 2010	N 18° 55' 19' 66" W 99° 00' 56.33" A 1308 msnm	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
18. Tlayacapan, Morelos	Ejido Cacahuatlán	20 / jun / 2010	N 18° 55' 51.83" W 99° 00' 15.19" A 1285 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
19. Los Reyes de Juárez, Puebla	Los Reyes de Juárez	17 / jul / 2010	N 19° 01' 14.90" W 97° 51' 01.05" A 2138 msnm	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
20. Los Reyes de Juárez, Puebla	San Juan Acozac	17 / jul / 2010	N18° 57' 46.26" W 97° 39' 28.41" A 2251 msnm	chile poblano (<i>C. annuum</i> L.)

21. Tlayacapan Morelos	Ejido Cacahuatlán	17 / jul / 2010	N 18° 55' 49.47" W 99° 00' 15.19" A 1320 msnm	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
22. Yecapixtla, Morelos	Achichipico	17 / jul / 2010	N 18° 53' 39.59" W 98° 51' 47.45" A 1609 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
23. Tlayacapan, Morelos	Cerro Quinatzin	25 / ene / 2011	N 18° 58' 11.91" W 98° 58' 59.17" A 1721 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
24. Tlayacapan, Morelos	Ejido Cacahuatlán	13 / feb / 2011	N 18° 58' 32.54" W 98° 59' 08.73" A 1724 msnm	pepino (<i>Cucumis sativus</i> L)
25. Tlayacapan, Morelos	Ejido Cacahuatlán	13 / feb / 2011	N 18° 59' 03.37" W 98° 59' 24.56" A 1750 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
26. Tlayacapan, Morelos	Ejido Cacahuatlán	13 / feb / 2011	N 18° 58' 32.54" W 98° 59' 08.73" A 1697 msnm	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
27. Cotaxtla Veracruz	La Cuesta	24 / feb / 2011	N 18° 50' 17.38" W 96° 25' 35.11" A 100 msnm	pepino (<i>C. sativus</i> L)
28. Cotaxtla Veracruz	La Cuesta	24 / feb / 2011	N 18° 50' 42.66" W 96° 26' 31.55" A 101 msnm	chile habanero (<i>C. chinense</i>)
29. Cotaxtla Veracruz	La Cuesta	24 / feb / 2011	N 18° 50' 34.51" W 96° 25' 35.11" A 100 msnm	tomate saladette (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill)
30. Cotaxtla Veracruz	La Cuesta	24 / feb / 2011	N 18° 50' 57.51" W 96° 24' 29.88" A 99 msnm	chile serrano (<i>C. annuum</i> var <i>accuminatum</i>)

3.2. Metodología para la colecta y procesamiento de las muestras de *Liriomyza*

Los muestreos correspondieron a la presencia de los cultivos en las zonas de estudio. Se colectó en parcelas comerciales sujetas a las labores típicas del cultivo. Se utilizó la técnica conocida como “zig zag”. En cada sitio de muestreo se seleccionaron las hojas de plantas con

presencia evidente de larvas de minador. Se colectaron 100 hojas por sitio con el fin de asegurar la obtención de suficientes minadores.

Las muestras se trasladaron en bolsas de papel del No. 8, previamente humedecidas para evitar la deshidratación, al laboratorio de Entomología Agrícola del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Las muestras se transfirieron a contenedores de plástico de 10 cm de diámetro por 15 cm de alto con tapa. Las tapas fueron perforadas y se les colocó tela organza, para permitir la ventilación y evitar la entrada o salida de organismos. Las hojas se colocaron al fondo del recipiente, en grupos de 10 hojas unidas por el pedúnculo, con un algodón húmedo para prevenir la deshidratación. Las muestras se mantuvieron en esas condiciones hasta la emergencia de los adultos, los cuales después de la emergencia se colocaron en frascos de vidrio de 10 mL de capacidad, con alcohol al 70%, se etiquetaron y se conservaron para su posterior identificación.

En la identificación de los ejemplares del género *Lirimyza* usualmente se utilizan como estructuras determinantes los genitales masculinos, así como la quetotaxia de la cabeza; por ello se procedió a realizar montajes de dichas estructuras con la metodología propuesta por Palacios *et al.*, (2008). Los ejemplares machos se maceraron en hidróxido de potasio (KOH) al 10%, a 80°C, durante 10 minutos. Después de un doble lavado con agua acidulada al 1% (1% de ácido acético) se colocaron en alcohol al 70%. Se hicieron dos tipos de preparaciones: la primera consistió en montar los ejemplares en cuerpo completo, así como el edeago y bomba eyaculatoria en una preparación temporal sobre una gota de sustancia gelificante mezclada con una gota de glicerina; la segunda consistió en deshidratar paulatinamente el

edeago y la bomba eyaculatoria con alcoholes al 80%, 90% y 100% para luego aclararlos en xilol y montarlos en bálsamo de Canadá. Complementariamente, se realizaron preparaciones con ejemplares no macerados, esto es, que no se colocaron en KOH, únicamente se deshidrataron con alcohol a concentraciones ascendentes hasta 100%, se aclararon con xilol y por último se montaron en bálsamo de Canadá. Las preparaciones se realizaron utilizando un microscopio estereoscopio American Optical Mod. 570, mientras que las observaciones y fotografías se hicieron con un Fotomicroscopio III de Carl Zeiss® con una cámara digital para microscopía PaxCam 3®.

La identificación de los ejemplares se realizó utilizando las ilustraciones de Spencer y Steyskal (1986), Palacios *et al.*, (2008) y Valenzuela *et. al.* (2010a). Los resultados de las identificaciones fueron corroboradas por el Dr. Michael Von Tschirnhaus, especialista en la familia Agromycidae e investigador de la Facultad de Biología de la Universidad de Bielefeld, Alemania. El resto de los ejemplares se depositaron en la colección entomológica del Área de Entomología Agrícola del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

3.3. Metodología para la colecta y procesamiento de las muestras de parasitoides

En la obtención de los parasitoides se utilizó el material biológico colectado para la obtención de los adultos de minadores y se esperó a la emergencia de las avispas, ya que en condiciones naturales se presenta un alto porcentaje de parasitismo sobre los individuos de *Liriomyza*. El material vegetal se conservó bajo las condiciones que se indican en el apartado anterior hasta la emergencia de los parasitoides, los cuales, posterior a la emergencia se

colocaron en frascos de cristal de 10 mL de capacidad, con alcohol al 70%, se etiquetaron y se conservaron para su posterior identificación.

La identificación de los ejemplares de parasitoides emergidos de los puparios de los minadores, se determinó con base en las ilustraciones y claves propuestas por Wharton (1997), La Salle y Parrella (1991) y Valenzuela *et al.* (2010b).

IV. RESULTADOS

4.1. Morfología de la genitalia del macho

En el extremo posterior del abdomen se encuentra la unidad morfológica de estructuras denominada postabdomen, en la que están las partes usadas tradicionalmente para la taxonomía de especies. De los segmentos postabdominales, anteriores al segmento genital (protandrio), sólo se distingue en este caso una placa dorsal débilmente esclerosada que corresponde al tergo VI; los tergos VII y VIII, así como los esternones VI y VII, que formarían al protandrio completo, aquí son membranosos.

El segmento IX y estructuras posteriores de la genitalia se denominan proctígero, formado entonces por todas las partes derivadas del andrio o segmento genital masculino y por una papila posterior o proctígero que representa a los vestigios del segmento X.

La cubierta externa del segmento IX está formada por dos placas convexas que casi se unen en la línea dorsal media por un puente de cutícula casi transparente, pero soldadas en su borde anterior por una barra cuticular que refuerza el margen delantero del conjunto. En las áreas laterales hay grupos de setas cortas dirigidas hacia atrás. Esta estructura redondeada que forma la parte más visible del postabdomen es la que los principales taxónomos de Agromyzidae llaman epandrio. Los ángulos ventrales laterales del epandrio terminan en una espina robusta y oscura casi cónica, que corresponde a los surstyli (surstylus). Desde las áreas dorsales posteriores de las placas convexas del epandrio crecen hacia atrás y hacia abajo dos lóbulos de cutícula muy clara con proyecciones cortas que llevan setas sensoriales

y que se denominan cerci o cercos. El proctígero y la papila anal salen hacia atrás desde la cutícula membranosa situada entre los cerci, para formar el fin de la terminalia. En las esquinas ventrales anteriores de las placas del epandrio hay a cada lado un lóbulo de cutícula fuerte y extremos redondeados que se curva hacia adentro para formar una punta en forma de espina oscura; su cutícula mesal se prolonga hacia atrás en forma de una banda curva esclerosada que se encuentra con la del otro lado para formar una arco cuticular completo. Estos lóbulos de punta aguda son denominados por Spenser (1986) como gonópodos. Junto a la base de los gonópodos hay a cada lado placas esclerosadas que forman una punta hacia adelante y un lóbulo de extremo redondeado hacia atrás. A estas estructuras Spenser (1986) les da el nombre de parámetros, y su base coincide con los extremos laterales de los brazos del hipandrio.

El hipandrio, derivado del esternón X, está formado por dos barras esclerosadas que convergen hacia adelante desde las áreas laterales del epandrio y forman adelante un arco cuticular simétrico.

La estructura más llamativa del hipopigio es el gran apodema edeagal que va desde el centro del andrio hasta el interior del preabdomen donde su extremo anterior llega hasta el segmento IV. El apodema es una barra esclerosada casi recta en su vista dorsal y con dos curvas muy ligeras en la vista lateral; su longitud es de casi 400 μm y su anchura de 20 μm . En su extremo posterior el apodema edeagal tiene a los lados dos arcos cuticulares que se unen a la base del edeago o basifalo, el cual forma una placa cuticular ancha y redondeada en su mitad

anterior y más estrecha en su extremo posterior, donde se articula con el arco proveniente de los gonópodos.

Desde el basifalo articulado a la base del apodema ya descrito, se prolonga hacia adelante el cuerpo tubular y hialino del edeago, en una trayectoria curva hacia abajo, que llega hasta la parte media del órgano que marca la unión con el distifalo y forma en este lugar dos espinas curvas inferiores denominadas filamentos o apéndices. El distifalo es la continuación del edeago, desde los apéndices hasta la altura del arco anterior del hipandrio. La longitud total del edeago alcanza unos 200 μm . El distifalo está formado por cutícula clara pero notoriamente más fuerte que la del cuerpo tubular del basifalo; tiene un esclerosamiento ventral un poco más largo que el dorsal. La imagen que el distifalo muestra en la vista ventral es la que suele usarse para la diferenciación de las especies. En *L. trifolii* el abultamiento terminal del edeago tiene una constricción muy marcada que divide a una zona bulbosa proximal de los lóbulos membranosos terminales. En *L. sativae* esta constricción es apenas notoria, de manera que los bordes laterales del extremo edeagal forman en este caso una ligera ondulación.

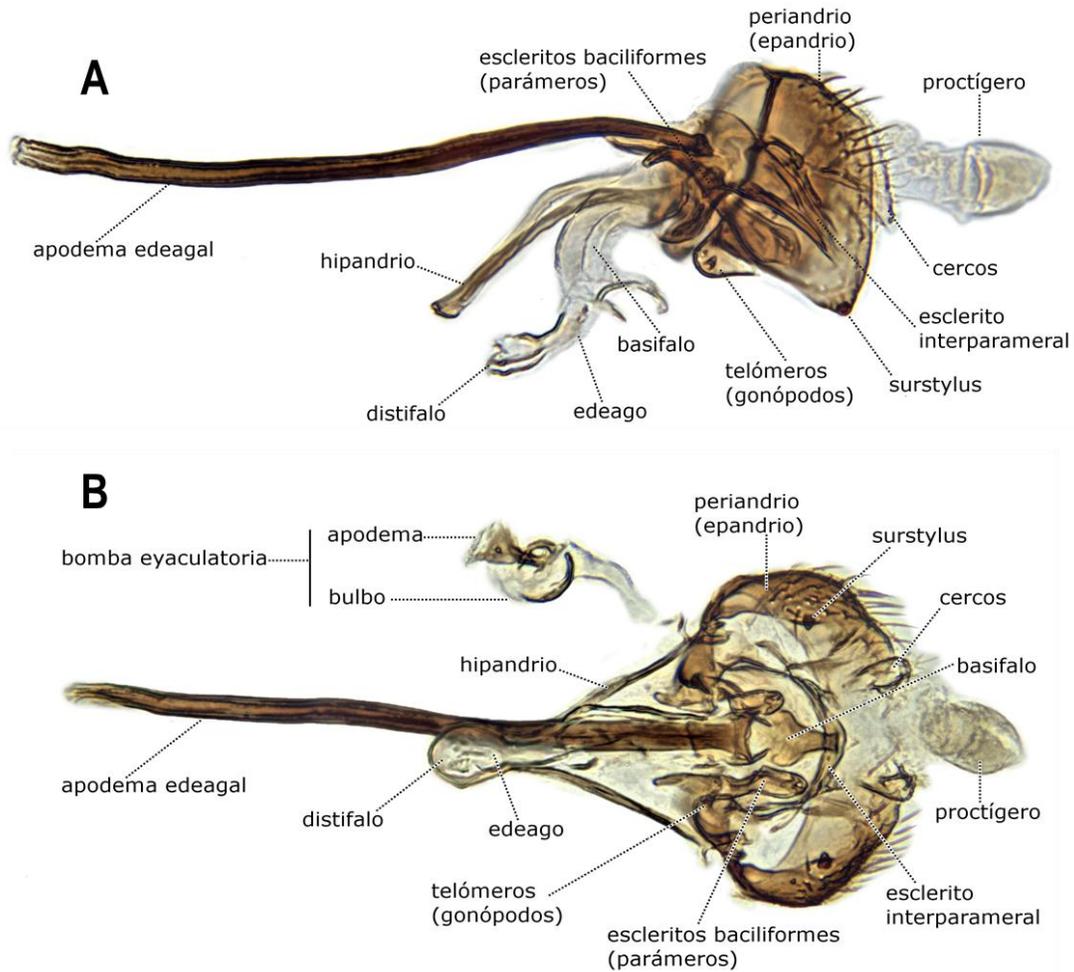


Figura 1. Morfología de la genitalia del macho. A) vista lateral; B) vista ventral.

4.2. Identificación de minadores *Liriomyza*

El distifalo, en vista lateral, presenta una abertura amplia en su extremo, y bandas esclerosadas muy evidentes tanto en su borde superior como inferior, que contrastan con la cutícula clara que lo rodea (Figura 2A y 3A). Como diferencias entre ambas especies, *L. trifolii* tiene, en la vista ventral del distifalo, una constricción muy marcada en la región media, así como una hendidura longitudinal (Figura 2B). El apodema de la bomba eyaculatoria muestra, en su vista lateral, una base delgada que se ensancha hacia su extremo sin llegar a superar el

diámetro del bulbo (Figura 2C). En contraste, en *L. sativae* el distifalo del edeago, en vista ventral, presenta una constricción apenas notoria; los bordes del distifalo tienen sólo una ligera ondulación (Figura 3B). El apodema de la bomba eyaculatoria presenta una base delgada que en su extremo distal es más ancha que el diámetro del bulbo (Figura 3C).

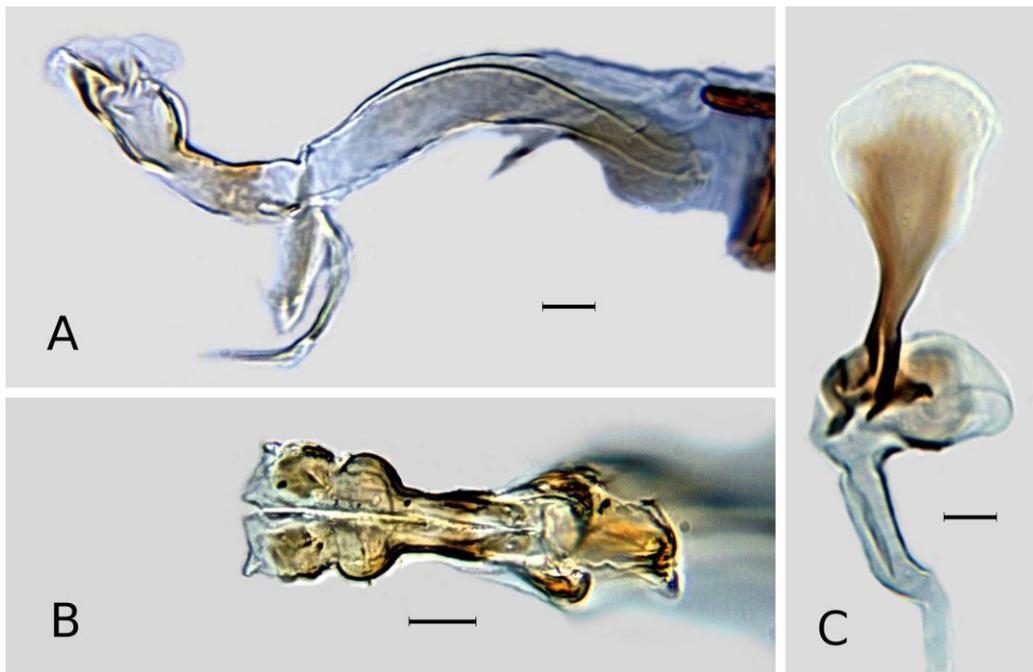


Figura 2. *Liriomyza trifolii*. A) Edeago en vista lateral; B) Edeago en vista ventral; C) Bomba eyaculatoria. Escala: 100 μ m.

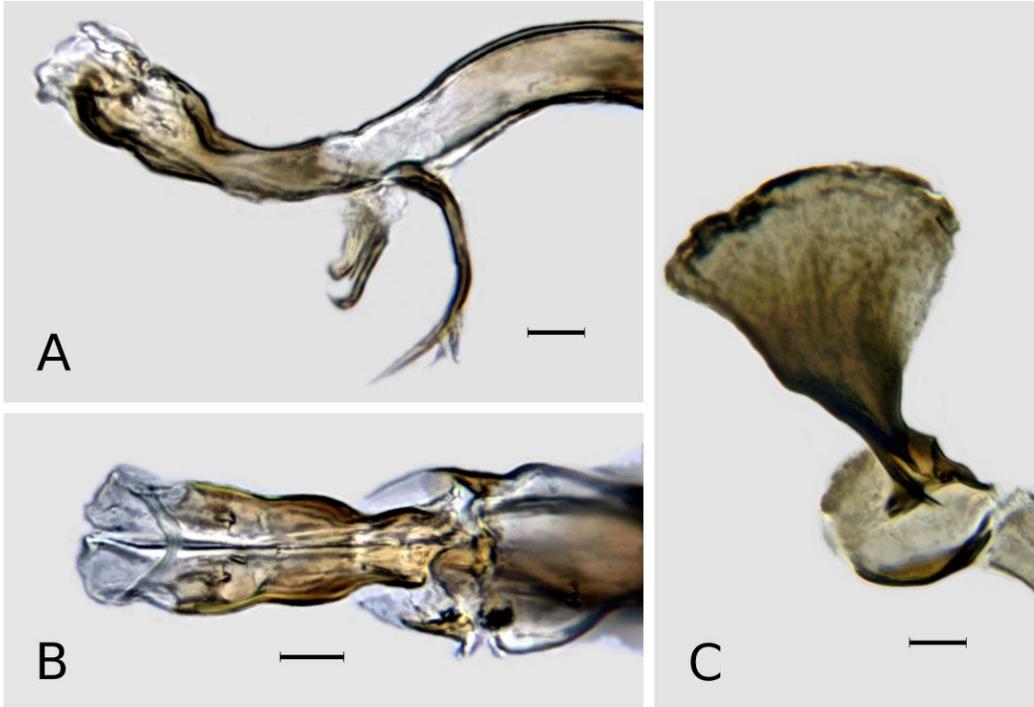


Figura 3. *Liriomyza sativae*. A) Edeago en vista lateral; B) Edeago en vista ventral; C) Bomba eyaculatoria.

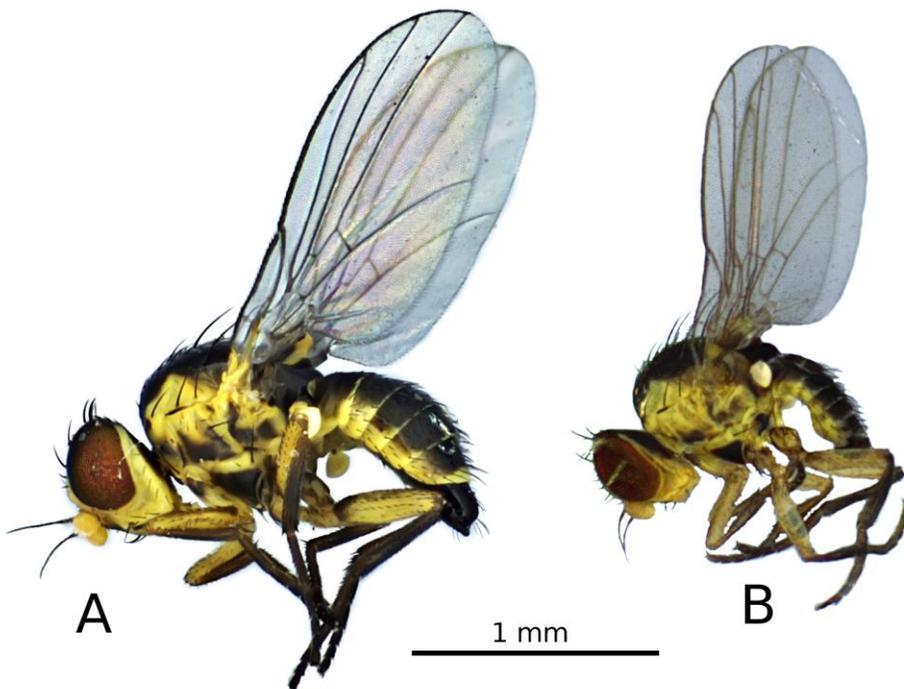


Figura 4. Adultos de *L. trifolii*. A) Hembra, B) Macho.

4.3. Importancia de minadores en las hortalizas de Puebla, Morelos y Veracruz

Como resultado del proceso de colecta, se obtuvo un total de 360 ejemplares de minadores de la hoja, provenientes de los distintos sitios de colecta, lo cual representó el 12% del total de 3000 hojas minadas colectadas, considerando el total de los sitios de colecta (Cuadro 2).

Se colectó un total de 186 ejemplares de minador de las muestras del estado de Morelos equivalente al 6.2% del total de minas colectadas en dicho estado; 37 ejemplares de las muestras de Puebla que representan el 3.7% de las minas colectadas; y 137 ejemplares del estado de Veracruz, que equivalen al 37.2% del total de minas colectadas en dicha entidad. El bajo porcentaje de emergencia está relacionado con distintos factores, principalmente el elevado uso de plaguicidas utilizados en los sistemas de producción de hortalizas de alto valor comercial.

Se colectaron 158 machos lo que equivale al 43.9% de total de especímenes colectados y 202 hembras, las cuales representan al 56.1% del total de los minadores. Como resultado del proceso de identificación se determinó la presencia de la especie *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) en los cultivos de tomate (*L. esculentum*), chile (*C. annuum*) (*C. annuum* var *accuminatum*) (*C. chinense* Jacq.), tomate de cáscara (*P. ixocarpa*), cebolla (*A. cepa*) en los tres estados donde se realizó la colecta. Mientras que la especie *Liriomyza sativae* Blanchard 1938 (Diptera: Agromyzidae) se encontró en el cultivo de pepino (*C. sativus*) de la muestra del estado de Veracruz y tomate (*L. esculentum*) del estado de Morelos.

Cuadro 2. Sitios de colecta de ejemplares de minadores, con el número de machos (♂), hembras (♀) y la especie.

Localidad	Fecha	Ejemplares colectados (machos y hembras)	cultivo
Axochiapan	07 / nov/ 2009	<i>L. trifolii</i> : ♂ 3, ♀ 1	cebolla (<i>A. cepa</i> L.)
Axochiapan	14 / nov/ 2009	<i>L. trifolii</i> : ♂ 16, ♀ 25	cebolla (<i>A. cepa</i> L.)
Axochiapan	14 / nov / 2009	<i>L. trifolii</i> : ♂ 15, ♀ 19	chile jalapeño (<i>C. annuum</i> L.)
La Cuesta	15 / nov / 2009	<i>L. trifolii</i> : ♂ 15, ♀ 22	chile habanero (<i>C. chinense</i> Jacq.)
Ejido Cacahuatlán	11 / may /2010	<i>L. sativae</i> : ♂ 9, ♀ 17	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
Ejido Cacahuatlán	16 / may /2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 2, ♀ 6	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
Los Reyes de Juárez	29 / may / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂2, ♀ 3	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
San Juan Acozac	29 / may / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 1, ♀ 3	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
San Cristobal Los Nava	19 / jun / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 1, ♀ 3	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
San Juan Acozac	19 / jun / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂2, ♀ 1	chile de tiempo (<i>C. annuum</i> L.)
San Juan Acozac	19 / jun / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂5, ♀ 4	chile miahuatleco (<i>C. annuum</i> L.)
San Mateo Parra	19 / jun / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 5, ♀ 7	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
Tlayacapan	20 / jun / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 3, ♀ 5	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
Ejido Cacahuatlán	20 / jun / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 4, ♀ 4	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
Ejido Cacahuatlán	17 / jul / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 3, ♀ 4	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
Achichipico	17 / jul / 2010	<i>L. trifolii</i> : ♂ 2, ♀ 1	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
Tlayacapan	13 / feb / 2011	<i>L. trifolii</i> : ♂ 4, ♀ 7	Pepino (<i>C. sativus</i> L)

Tlayacapan	13 / feb / 2011	<i>L. trifolii</i> : ♂ 7, ♀ 11	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
Tlayacapan	13 / feb / 2011	<i>L. trifolii</i> : ♂ 9, ♀ 9	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
La Cuesta	24 / feb / 2011	<i>L. sativae</i> : ♂ 17, ♀ 19	Pepino (<i>C. sativus</i> L)
La Cuesta	24 / feb / 2011	<i>L. trifolii</i> : ♂ 13, ♀ 9	chile habanero (<i>C. chinense</i> Jacq.)
La Cuesta	24 / feb / 2011	<i>L. trifolii</i> : ♂ 12, ♀ 9	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill)
La Cuesta	24 / feb / 2011	<i>L. trifolii</i> : ♂ 8, ♀ 13	chile serrano (<i>C. annuum</i> var <i>accuminatum</i>)

4.4. Identificación de parasitoides

En cada muestra de material vegetal, se colectaron además de los minadores, los ejemplares de especies parasitoides emergidas de los puparios, dichos especímenes se colocaron en alcohol y posteriormente se realizó la identificación. La identificación evidenció la presencia de las especies *Neochrysocharis* sp., *Opius dissitus* Muesebeck (1988) y *Closterocerus cinctipennis* Ashmead 1888. A continuación se muestra un listado de las localidades en las que se obtuvieron ejemplares de los parasitoides, así como el número de individuos de cada especie.

Cuadro 3. Sitios de colecta de ejemplares de parasitoides, con el número por separado de cada una de las especies identificadas.

Localidad	Fecha	Ejemplares colectados (machos y hembras)	cultivo
Axochiapan	14 / nov / 2009	<i>O. dissitus</i> = 11 <i>Neochysocharis</i> = 1	Cebolla (<i>A. cepa</i> L.)
Axochiapan	14 / nov / 2009	<i>O. dissitus</i> = 4	chile jalapeño (<i>C. annuum</i> L.)
La Cuesta	15 / nov / 2009	<i>O. dissitus</i> = 3	chile habanero (<i>C. chinense</i> Jacq.)
Ejido Cacahuatlán	11 / may / 2010	<i>O. dissitus</i> = 6 <i>Neochysocharis</i> = 58	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Ejido Cacahuatlán	16 / may / 2010	<i>O. dissitus</i> = 2 <i>Neochysocharis</i> = 2	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
San Juan Acozac	29 / may / 2010	<i>O. dissitus</i> = 2 <i>Neochysocharis</i> = 1	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Tlayacapan	30 / may / 2010	<i>Neochysocharis</i> = 3	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Tlayacapan	30 / may / 2010	<i>Neochysocharis</i> = 5	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Los Reyes de Juárez	18 / jun / 2010	<i>O. dissitus</i> = 1 <i>Neochysocharis</i> = 5	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
San Juan Acozac	18 / jun / 2010	<i>C. cinctipennis</i> = 1 <i>Neochysocharis</i> = 14	chile de tiempo (<i>C. annuum</i> L.)
San Juan Acozac	18 / jun / 2010	<i>Neochysocharis</i> = 25	chile miahuatleco
San Mateo Parra	18 / jun / 2010	<i>O. dissitus</i> = 2 <i>C. cinctipennis</i> = 2 <i>Neochysocharis</i> = 29	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
Tlayacapan	19 / jun / 2010	<i>Neochysocharis</i> = 16	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
Ejido Cacahuatlán	19 / jun / 2010	<i>O. dissitus</i> = 20 <i>Neochysocharis</i> = 47	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Los Reyes De Juárez	17 / jul / 2010	<i>Neochysocharis</i> = 1	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
San Juan Acozac	17 / jul / 2010	<i>Neochysocharis</i> = 42	chile de tiempo (<i>C. annuum</i> L.)
Ejido Cacahuatlán	18 / jul / 2010	<i>O. dissitus</i> = 2 <i>Neochysocharis</i> = 40	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)

Achichipico	18 / jul /2010	<i>O. dissitus</i> = 2 <i>Neochysocharis</i> = 8	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Tlayacapan	13 / feb / 2011	<i>Neochysocharis</i> = 13	tomate saladette (<i>L. esculentum</i> Mill.)
Tlayacapan	13 / feb / 2011	<i>O. dissitus</i> = 1 <i>Neochysocharis</i> = 15	tomate de cáscara (<i>P. ixocarpa</i> Brot.)
La Cuesta	24 / feb / 2011	<i>O. dissitus</i> = 2 <i>Neochysocharis</i> = 14	chile habanero (<i>C. chinense</i> Jacq.)

En total se colectaron 390 ejemplares, correspondientes a las tres especies de parasitoides, dicho número de parasitoides representa el 13% del total de minas colectadas. Las especies *O. dissitus* y *Neochrysocharis* se encontraron presentes en 21 sitios de colecta; fue la segunda la especie con mayor parasitismo con 339 individuos, equivalente al 87.0 %; mientras que de *O. dissitus* se colectaron 48 ejemplares que representan el 12.3% del total de los individuos colectados. De la especie *C. cinctipennis* únicamente se colectaron 3 ejemplares, dos en el sitio de San Mateo Parra y uno en San Juan Acozac; éstos representan el 0.7% de total de parasitoides colectados.

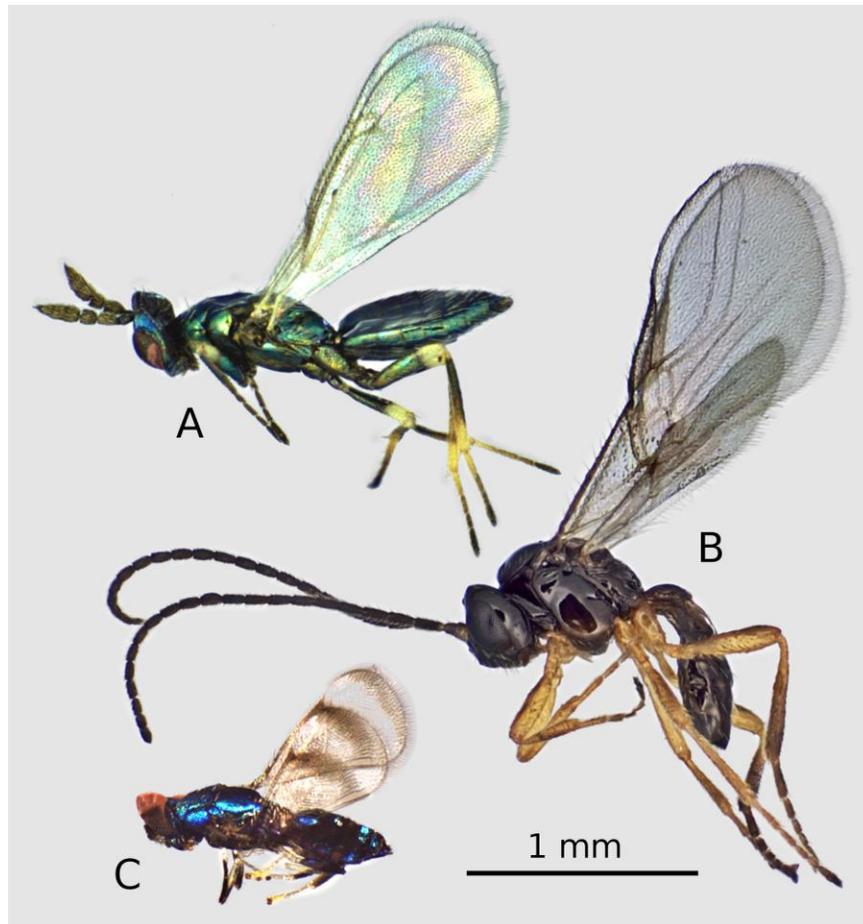


Figura 5. Especies de parasitoides. A) *Opius dissitus*; B) *Neochrysocharis* sp.; C) *Closterocerus cinctipennis*.

V. DISCUSIÓN

El tratamiento de la genitalia masculina de Agromyzidae se ha enfocado en el uso de la anatomía para encontrar diferencias útiles en la identificación de especies. Con esto se ha dejado aparte la interpretación morfológica de las estructuras involucradas, lo cual ha resultado en esquemas puramente descriptivos que, por una parte, pueden contener errores en la identificación de los órganos, y por otra en el uso de nomenclaturas confusas que cambian en las publicaciones de los diversos autores. En la descripción de la genitalia de *L. trifolii* y *L. sativae* presentada antes, se usa la terminología de Spencer (1987) debido a que es el autor principal en este tema. Su nomenclatura, derivada a su vez de autores anteriores, está basada en la antigua interpretación de los órganos genitales masculinos externos de los dípteros como derivados de gonópodos del segmento IX. Este concepto cambió radicalmente desde la publicación de Snodgrass (1957) donde se establece que la genitalia masculina de los insectos proviene de los lóbulos fállicos primarios que se desarrollan en el fondo de la cámara genital masculina en el segmento abdominal IX. Desde entonces, la interpretación de estos órganos ha ido adaptándose paulatinamente por los especialistas de los diversos grupos taxonómicos, quienes han cambiado la nomenclatura de acuerdo con la mencionada interpretación morfológica. El autor más importante en la creación de un esquema morfológico moderno de la genitalia de Diptera es Griffiths (1972), y en este trabajo proponemos que la terminología de la genitalia de Agromyzidae basada en Griffiths (1972) es en la actualidad más adecuada, primero porque se deriva de una interpretación morfológica considerada correcta, pero también porque con ello se podría establecer un esquema fijo, aplicable a todos los casos, para minadores y para todo el orden Diptera. De esta manera, el cuerpo principal

del segmento genital masculino (andrio) está cubierto por un esclerosamiento conocido como epandrio porque se consideraba derivado del tergo IX, pero que debería llamarse periandrio, formado por el crecimiento lateral y dorsal de los basímeros, o partes basales de los parámetros. En consecuencia, los lóbulos ventrolaterales llamados gonópodos serían en realidad los telómeros, o cuerpos distales de dichos parámetros, y los parámetros del esquema tradicional son los escleritos basiliformes que asocian a los telómeros con la base del apodema edeagal. El arco cuticular que une en sus extremos a los telómeros corresponde al esclerito interparameral. El esternón IX modificado como una varilla en forma de lazo es denominado correctamente hipandrio en ambos esquemas. El apodema edeagal tampoco cambia su nombre y es un ejemplo de la inclusión unificada de un término procedente de la interpretación moderna en el esquema tradicional. El falo o pene y sus partes deberían llamarse edeago, como corresponde a la derivación de esta estructura tubular de la fusión de los dos mesómeros, procedentes del hendimiento de los lóbulos fálicos primarios. Los escleritos que forman a basifalo y distifalo, así como a otras divisiones como epifalo, hipofalo, apéndices, etc., son sólo formas variables del edeago.

Se identificó a *Liriomyza trifolii* como una de las especies colectadas en campo. Previamente dicha especie se ha reportado en distintas familias botánicas como Alliaceae, Apiaceae, Asteraceae, Capparaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae, Solanaceae y Zygophyllaceae (Spenser, 1973; Parrella, 1984; Spenser y Steyskal, 1986; Étienne y Martínez, 2003; Palacios *et al.*, 2008). Étienne y Martínez (1996) reportaron a México como uno de los países en los que se encuentra presente *L. trifolii*. Por su parte Palacios *et al.*, (2008) reportan la presencia de dicha especie en el sur de Tamaulipas y

Valenzuela *et al.* (2010) reportan a *L. trifolii* en el estado de Sinaloa, en los municipios de El Fuerte, Guasave y Ahome, ambos en cultivo de chile (*C. annuum*). Con base en los resultados del presente estudio, *L. trifolii* también se encuentra en los estados de Morelos, Puebla y Veracruz, en los cultivos de tomate, pepino, tomate de cáscara, chile y cebolla.

Liriomyza sativae se presenta en el cultivo de chile (*C. annuum* L) en el Valle del Río Grande, Texas (Hernández *et al.*, 2009), previamente fue reportada por Chandler (1984b) presente en pimienta. Fue identificada en el presente estudio en colectas provenientes de los cultivos de pepino del estado de Veracruz y en tomate en el estado de Morelos. No se detectó su presencia en los otros cultivos muestreados; tampoco en muestras provenientes del estado de Puebla, lo que nos indica que su distribución es más limitada que la de *L. trifolii* y sus hospederas aún son escasas en México.

En el estudio de parasitoides de minadores, Palacios *et al.* (2008) reportan a *Opius* sp. (Braconidae) que parasita a *L. trifolii* en el cultivo de chile en Altamira, Tamaulipas. Alvarado y Trumble (1999) reportaron para Sinaloa a *O. dimidiatus* (Ashmead), *Chrysocharis parski* Crawford (Eulophidae), y a las especies de la familia Figitidae *Ganaspidium utilis* Beardsley y *Disorygma pacifica* (Yoshimoto) como parasitoides de minadores en tomate. En el presente trabajo se identificó a *Neochrysocharis* sp., *Opius dissitus* Muesebeck, (1988) (Braconidae) y *Closterocerus cinctipennis* Ashmead, 1888 (Eulophidae); la primera especie fue la más común y se presentó en densidades más elevadas, y junto a *O. dissitus* son las dos especies que se encontraron en todos los cultivos muestreados, mientras que *C. cinctipennis* se identificó en muestras de tomate de cascara (*P. ixocarpa*) y chile (*C. annuum*).

VI. CONCLUSIONES

Se identificó la especie *Liriomiza trifolii* como la especie presente en los tres estados donde fueron colectadas las muestras; en el estado de Morelos se registra su presencia en los cultivos de tomate, tomate de cáscara, chile jalapeño, cebolla y pepino. En el estado de Puebla, se encontró en los cultivos de tomate, tomate de cáscara y en los chiles de tiempo, poblano y miahuatleco. En el estado de Veracruz, *L. trifolii* se halló presente en chile habanero, tomate y chile serrano. Por su parte la especie de minador *L. sativae* se encontró únicamente en los estados de Morelos y Veracruz, presente en los cultivo de tomate y pepino, respectivamente. En ninguna de las muestras examinadas se encontró mezcladas a ambas especies.

Con base en el análisis de identificación de los parasitoides obtenidos de las muestras, se determinó que las especies nativas presentes en las poblaciones de los minadores son *Neochrysocharis*, *Opius dissitus* y *Closterocerus cinctipennis*. *O. dissitus* es la especie más común y se presenta en densidades más elevadas con respecto a las otras dos especies.

VII. LITERATURA CITADA

Alvarado, R. B. & J. Trumble. 1999. El manejo integrado de las plagas: un ejemplo en el cultivo del tomate en Sinaloa. *In*: S. Anaya, R. y R. Nápoles *et al.* Hortalizas, plagas y enfermedades. Edit. Trillas. ISBN 968-24-1283-8. México, D.F. 435-449 pp.

Asadi, R., A. A. Talebi., Y. Fathipour, S. Moharramipour and E. Rakhshani. 2006. Identification of parasitoids and seasonal parasitism of the Agromyzid Leafminers Genus *Liriomyza* (Dip.: Agromyzidae) in Varamin, Iran. *J. Agric. Sci. Technol.* 8: 293-303.

Burgio, G., Lanzoni, A., Navone, P., Van Achterberg, K. and Masetti, A. 2007. Parasitic Hymenoptera Fauna on Agromyzidae (Diptera) Colonizing Weeds in Ecological Compensation Areas in Northern Italian Agroecosystems. *Journal of Economic Entomology* 100(2) 298-306.

Chandler, L. D. 1984a. Parasites of *Liriomyza sativae* Blanchard on bell peppers in South Texas. *J. Georgia Entomol. Soc.* 19(2): 199-203.

Chandler, L. D. 1984b. Seasonal population fluctuations of *Liriomyza sativae* (Blanchard) in bell pepper. *Southwest. Entomol.* 9: 334-336.

Chow, A. and K. M. Heinz. 2006. Control of *Liriomyza langei* on Chrysanthemum by *Diglyphus isaea* produced with a standard or modified parasitoid rearing technique. J. Appl. Entomol. 130:113-121.

Dempewolf M (2004) Arthropods of economic importance. Agromyzidae of the world (CD-ROM) ETI. University of Amsterdam, Amsterdam. Disponible en:
<http://nlbif.eti.uva.nl/bis/agromyzidae.php>.

Étienne, J. et M. Martínez. 1996. Les Agromyzidae de L'île de Saint-Martin, Antilles (Diptera). Revue française d'Entomologie. (N.S.). 18(4):121-128.

Hernández, R., M. Harris, K. Crosby, and Liu Tong-Xian. 2009a. *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) and Parasitoid Species on Pepper in the Lower Rio Grande Valley of Texas. Southwestern Entomologist 35(1): 33-43.

Hernández, R. E., J. Vera, G. Ramírez, S. Pérez, J. López, N. Bautista y V. M. Pinto. 2009b. Pronóstico de la fluctuación poblacional del minador de la hoja del crisantemo *Liriomyza hudobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) mediante modelos de series de tiempo. Acta Zoologica Mexicana (n.s.). 25(1): 21-32.

Heuvelink, E. 2005. Tomatoes. CABI publishing. Wallingford, Oxfordshire, GBR. 352 pp.

ITIS (2011) Integrated Taxonomic Information System online database. <http://www.itis.gov>.

Date Generated: Tue Sep 20 2011 06:00:36 MDT

Iwasaki, A., K. Kasugai, R. Iwaizumi, and M. Sasakawa. 2000. A newly recorded pest, *Liriomyza sativae* Blanchard, in Japan. *Shokubutsu Boeki* 54: 142-147.

Iwasaki, A., R. Iwaizumi, and S. Takano. 2004. A newly recorded pest, *Liriomyza huidorensis* (Blanchard) in Japan. *Shokubutsu Boeki* 58: 13-19.

Larraín, S. P. 2004. Situación de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en cultivos de papa del cono sur de America y sus perspectivas de manejo integrado. Suplemento Revista Latinoamericana de la papa. 5-10 pp.

La Salle, J. and M. P. Parrella. 1991. The chalcidoid parasites (Hymenoptera, Chalcidoidea) of economically important *Lirimyza* species (Diptera: Agromyzidae) in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washinton* 93: 571-591.

Liu, T. X., L. Kang., K. M. Heinz and J. Trumble. 2009. Biological control of *Liriomyza* leafminers: progress and perspective. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 4(4): 1-16.

Martínez, M. et J. Étienne. 2002. Liste systématique et biogéographique des Agromyzidae (Diptera) de la région néotropicale. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*, Serie II, 34(1): 25–52.

Moody Jr., W. L. 2009. Natural History : Insects of Texas : A Practical Guide. Texas A&M University Press. College Station, TX, USA. 225 pp.

Mujica, N. y Kroschel, J. 2011. Leafminer Fly (Diptera: Agromyzidae) Occurrence, Distribution, and Parasitoid Associations in Field and Vegetable Crops Along the Peruvian Coast. *Environmental Entomology* 40(2): 217-230

Musgrave, C. A., S. L. Poe and D. R. Bennett. 1975. Leaf miner population estimation in polycultured vegetables. *Florida State Horticultutal Society* 7076: 56-60.

OIRSA. 2005. Manual técnico de fitosanidad en plantas ornamentales y follajes. El Salvador. 93 pp.

Ozawa, A., T. Saito, and F. Ikeda. 1999. Effect of host plant and temperature on reproduction of American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 43: 41–48.

Palacios, T. R. E., J. Romero N., J. Étienne., J. L. Carrillo S., J. M. Valdez C., H. Bravo M., S. D. Koch., V. Lopez M. y A. P. Terán V. 2008. Identificación, distribución y plantas hospederas

de diez especies de agromyzidae (Insecto: Diptera) de interés agronómico en México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 24 (3): 7-32.

Parrella, M. P. 1984. Effect of temperature on oviposition, feeding, and longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Can. Ent. 116: 85-92.

Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol. 32: 201-224.

Petcharat, J., Z. Ling., Z. Weiqiu., X. Zaifu and W. Quisong. 2002. Larval *Liriomyza* leafminer species in California. Entomologia Experimentalis et Applicata 102 (2): 101-113.

Spencer K.A. 1973. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomologica 9: Dr W Junk The Hague, 418 pp.

Spencer K. A. 1973. The agromyzidae (Diptera) of Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay) 7(2): 5-108.

Spencer, K. A. 1990. *Host Specialization in the World Agromyzidae (Diptera)*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 444 pp.

Spencer, K. A. and G. C. Steyskal. 1986. Manual of Agromyzidae (Diptera) of the United States. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook Number 638, 478 pp.

Tokumaru, S. and Y. Abe. 2003. Effects of temperature and photoperiod on development and reproductive potential of *Liriomyza sativae*, *L. trifolii*, and *L. bryoniae* (Diptera: Agromyzidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 47: 127– 134.

Valenzuela, E. F. A., N. Bautista M., J. R. Lomeli F., J. M. Valdez C., E. Cortez M. y R. E. Palacios T. 2010a. Identificación y fluctuación poblacional del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa. *Acta zoologica mexicana (nueva serie)*, 26(3): 585-601.

Valenzuela, E. F. A., N. Bautista M., J. R. Lomeli F., E. Cortez M. y J. M. Valdez C. 2010b. Natural Parasitism of Leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Jalapeño Pepper in Northern Sinaloa, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 35(4):569-572.

Von Tschirnhaus, M. 2000. Agromyzidae. *In*: Ziegler J, Menzel F (Eds) Die historische Dipteren-Sammlung Carl Friedrich Ketel. Revision einer zwischen 1884 und 1903 angelegten Sammlung von Zweiflüglern (Diptera) aus Mecklenburg-Vorpommern. *Nova Supplementa entomologica* 14:133–150. Wiley-VCH, Berlin (translated)

Wharton, R. A. 1997. Subfamily Opiinae. *In* Wharton, R. A., P. M. Marsh. and M. J. Sharkey. (Eds) *Manuel of the New world Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)*. Special Publications of the International Society of Hymenopterist. 379-396 pp.