

**Universidad Autónoma de Sinaloa**  
Colegio de Ciencias Agropecuarias  
Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte  
**Doctorado en Ciencias Agropecuarias**



**TESIS:**

**IDENTIFICACIÓN, PLANTAS HOSPEDERAS Y PARASITISMO NATURAL DE AGROMYZIDAE (INSECTA: DIPTERA) DE INTERÉS AGRONÓMICO EN SINALOA**

**Que para obtener el grado de  
Doctor en Ciencias Agropecuarias**

**PRESENTA:**

**Fernando Alberto Valenzuela Escoboza**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Álvaro Reyes Olivas**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:**

**Rogelio Enrique Palacios Torres**

**ASESORES:**

**Néstor Bautista Martínez**

**Edgardo Cortez Mondaca**

**Juan José Ríos, Sinaloa; a 30 de septiembre de 2016**

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **FERNANDO ALBERTO VALENZUELA ESCOBOZA**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR



---

DR. ÁLVARO REYES OLIVAS

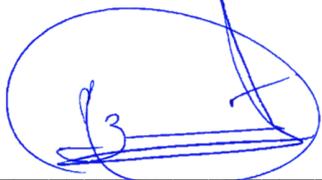
CO-DIRECTOR



---

DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES

ASESOR



---

DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

ASESOR



---

DR. EDGARDO CORTEZ MONDACA

JUAN JOSÉ RÍOS, SINALOA, A 30 SEPTIEMBRE DE 2016



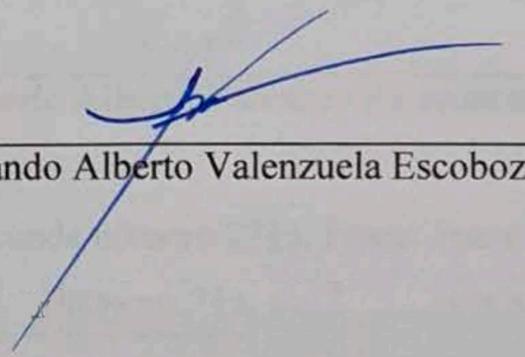
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA**  
**COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN  
FACULTAD DE AGRICULTURA DEL VALLE DEL FUERTE  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
FACULTAD DE AGRICULTURA DEL VALLE DEL  
CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de septiembre del año 2016, el que suscribe Fernando Alberto Valenzuela Escoboza, alumno del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 1209391-2, de la Unidad Académica Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dr. Álvaro Reyes Olivas, cede los derechos del trabajo titulado "Identificación, plantas hospederas y parasitismo natural de Agromyzidae (Insecta: Diptera) de interés agronómico en Sinaloa", a la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

  
\_\_\_\_\_  
Fernando Alberto Valenzuela Escoboza

CORREO ELECTRÓNICO: fernando.vzla@favf.mx  
CURP: VAEF690331HSLLSR02



## UAS- Dirección General de Bibliotecas

### Repositorio Institucional

#### Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual, 4.0 Internacional.

## DEDICATORIA

**A la memoria de mi Señor Padre Alejo Valenzuela Valenzuela (†)**, viejo, a pesar de tu ausencia, tus ejemplos fueron determinantes para este logro.

**A mi Señora Madre Rosario Escoboza Gaxiola**, por todo su tiempo y amor, madre te quiero.

**A mi esposa Gladys Cuadras Espinoza**, por el apoyo incondicional y permanente a mi formación académica y por estar siempre conmigo. Te quiero.

**A mis hijos Edgar Valenzuela Cuadras y Gladys Rubí Valenzuela Cuadras**, por motivarme a ser cada día mejor, todo esfuerzo y sacrificio vale la pena hijos, los quiero y siempre están en mi mente. Espero este nuestro logro los marque positivamente en sus vidas.

**A mis hermanos Reyna, Mirna, Migdalia (†) y Marco**, por estar conmigo siempre, que Dios los bendiga.

**A mis sobrinos Cesar Arturo, Christian Fernando, Alex, Tania Lizeth, Eduardo Armando, Ricardo Armando, Grace Fernanda, Reyna Cecilia y Cesar Yamil**, por dar nueva luz a nuestras vidas, los quiero a todos.

**A mis cuñados Cesar Arturo, Fernando, Quintín Armando y Gabriela**, por su amistad, apoyo y por ser parte de mi familia.

**A mi segunda madre Micaela Valenzuela Valenzuela**, por todo su amor y dedicación, que Dios la tenga donde le corresponde, en el cielo.

**A la memoria de mi primer amigo Alfonso Ruíz García**, por compartir conmigo los primeros años de nuestras vidas, “tortolito” descansa en paz.

**A mis suegros Arnulfo Cuadras Ruíz y Amada Espinoza Apodaca, así como a toda mi segunda familia**, gracias por sus palabras de aliento en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**, por el apoyo económico otorgado para realizar mis estudios.

**A la Universidad Autónoma de Sinaloa y Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte**, por haberme formado en tan honorable institución y por hacer de mi lo que hoy soy, un hombre con ganas de servir a la sociedad.

**Al Dr. Álvaro Reyes Olivas**, por la confianza depositada en mi como profesionista y estudiante, también por su amistad, aspectos determinantes en mi formación académica, gracias también por sus muchos momentos de asesorías.

**Al Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres**, por su apoyo en las identificaciones de los organismos en este estudio, así mismo por su paciencia y amistad.

**Al Dr. Néstor Bautista Martínez**, por el apoyo y por motivarme a ser mejor en este apasionante quehacer de la entomología agrícola, así como por su amistad y ejemplos.

**Al Dr. Edgardo Cortez Mondaca**, por su amistad, asesoría y apoyo permanente en el trabajo de campo, parte esencial de la presente investigación.

**Al Profesor Anselmo Zavala Quintero**, por ser parte importante de mi formación académica y esencial en mis primeros conocimientos básicos.

# CONTENIDO

	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LITERATURA .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
1.2.1. Familia Agromyzidae .....	3
1.2.2. Subfamilias y géneros de Agromyzidae .....	3
1.2.3. Importancia económica y daño de Agromyzidae.....	3
1.2.4. Plantas hospederas de Agromyzidae.....	5
1.2.5. Control biológico de especies de Agromyzidae.....	5
1.2.5.1. Nemátodos entomopatógenos.....	5
1.2.5.2. Hongos entomopatógenos.....	6
1.2.5.3. Depredadores.....	6
1.2.5.4. Parasitoides.....	6
CAPÍTULO 2. IDENTIFICACIÓN DEL MINADOR DE LA HOJA Y SUS PARASITOIDES EN EL CULTIVO DE TOMATE EN EL NORTE DE SINALOA.....	8
2.1. INTRODUCCIÓN.....	8
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
2.3.1. Especie de minador de la hoja identificada.....	10
2.3.2. Parasitoides obtenidos.....	10
CAPÍTULO 3. <i>Agromyza parvicornis</i> y <i>Liriomyza marginalis</i> (DIPTERA: AGROMYZIDAE) NUEVOS REGISTROS EN MÉXICO ASOCIADAS AL CULTIVO DE MAÍZ.....	14
3.1. INTRODUCCIÓN.....	14

<b>3.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
3.2.1. Sitios de colecta.....	15
3.2.2. Metodología para la colecta y procesamiento de las muestras de Agromyzidae.....	16
3.2.3. Identificación de Agromyzidae.....	16
3.2.4. Extracción y estudio de genitales.....	16
3.2.5. Depósito de material.....	17
<b>3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>17</b>
3.3.1. <i>Agromyza parvicornis</i> Loew, 1869.....	17
3.3.1.1. Material examinado.....	17
3.3.1.2. Diagnósis.....	17
3.3.1.3. Plantas hospederas.....	19
3.3.1.4. Distribución.....	19
3.3.1.5. Biología y hábitos.....	19
3.3.1.6. Discusión.....	20
3.3.2. <i>Liriomyza marginalis</i> (Malloch, 1913).....	21
3.3.2.1. Material examinado.....	21
3.3.2.2. Diagnósis.....	21
3.3.2.3. Plantas hospederas.....	23
3.3.2.4. Distribución.....	24
3.3.2.5. Biología y hábitos.....	24
3.3.2.6. Discusión.....	24
<b>CAPÍTULO 4. <i>Calycomyza mystica</i> Martínez MINADOR DE LA HOJA DE ALBAHACA Y SUS PARASITOIDES EN MÉXICO .....</b>	<b>26</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.....	26
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.3.1. Morfología de <i>C. mystica</i> .....	29
4.3.2. Parasitoides registrados.....	33
4.3.3. Frecuencias de encuentro de minadores y parasitoides..	34
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>36</b>

<b>CAPÍTULO 6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1</b> Promedio de porcentaje de parasitismo sobre minador de la hoja por fecha de muestreo, especie parasitoide y municipio de muestreo.....	<b>12</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
<b>Figura 1</b>	Edeago de <i>Liriomyza sativae</i> vista lateral.....	10
<b>Figura 2</b>	Edeago en vista ventral.....	10
<b>Figura 3</b>	Bomba eyaculadora.....	10
<b>Figura 4</b>	<i>Neochrysocharis</i> sp.....	11
<b>Figura 5</b>	<i>Opius</i> sp.....	11
<b>Figura 6</b>	<i>Closterocerus</i> sp.....	11
<b>Figura 7</b>	Adulto de <i>Agromyza parvicornis</i> Loew.....	18
<b>Figura 8</b>	Edeago vista lateral, distifalo redondeado.....	18
<b>Figura 9</b>	Edeago vista ventral, basifalo en forma de “V”.....	18
<b>Figura 10</b>	Bomba eyaculadora.....	18
<b>Figura 11</b>	Larva con segmentos poco definidos.....	19
<b>Figura 12</b>	Espiraculos anteriores de la larva.....	19
<b>Figura 13</b>	Espiraculos posteriores de la larva.....	19
<b>Figura 14</b>	Pupario con segmentos bien diferenciados.....	19
<b>Figura 15</b>	Tunel provocado por <i>A. parvicornis</i> en maíz.....	20
<b>Figura 16</b>	Daño amplio de larva en lamina foliar de maíz.....	20
<b>Figura 17</b>	Acercamiento de daño con emergencia de pupario.....	20
<b>Figura 18</b>	Adulto de <i>Liriomyza marginalis</i> Malloch.....	22
<b>Figura 19</b>	Mesonoto con patrón oscuro y 2 + 1 cerdas DC.....	22
<b>Figura 20</b>	Edeago vista lateral.....	22
<b>Figura 21</b>	Edeago vista ventral.....	22
<b>Figura 22</b>	Surstylus con área quitinizada oscura.....	22
<b>Figura 23</b>	Bomba eyaculadora.....	22
<b>Figura 24</b>	Larva de <i>L. marginalis</i> con segmentos imperceptibles.....	23
<b>Figura 25</b>	Espiraculos anteriores bifurcados.....	23
<b>Figura 26</b>	Pupario con segmentos bien diferenciados.....	23
<b>Figura 27</b>	Pupario en hoja de maíz.....	23
<b>Figura 28</b>	Mina individual de <i>L. marginalis</i> en maíz.....	24

<b>Figura 29</b>	Minas paralelas a nervaduras en hoja de maíz.....	<b>24</b>
<b>Figura 30</b>	Pupario al final de la mina.....	<b>24</b>
<b>Figura 31A</b>	Adulto macho de <i>Calycomyza mystica</i> Martínez.....	<b>31</b>
<b>Figura 31B</b>	Mesonoto con cerdas (dc) y acrosticales.....	<b>31</b>
<b>Figura 31C</b>	Región notopleural.....	<b>31</b>
<b>Figura 31D</b>	Edeago en vista ventral.....	<b>31</b>
<b>Figura 31E</b>	Edeago en vista lateral.....	<b>31</b>
<b>Figura 31F</b>	Bomba eyaculadora.....	<b>31</b>
<b>Figura 31G</b>	Pupario con segmentos bien definidos.....	<b>31</b>
<b>Figura 31H</b>	Larva de <i>C. mystica</i> .....	<b>31</b>
<b>Figura 32</b>	Galerías de <i>C. mystica</i> en hoja de albahaca.....	<b>32</b>
<b>Figura 32A</b>	Galería con patrón estrellado.....	<b>32</b>
<b>Figura 32B</b>	Daño de 70 a 80 % en lámina foliar de albahaca.....	<b>32</b>
<b>Figura 33</b>	Parasitoides de <i>C. mystica</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 33A</b>	<i>Gronotoma</i> sp. (Figitidae: Eucoilinae).....	<b>33</b>
<b>Figura 33B</b>	<i>Zagrammosoma multilineatum</i> (Eulophidae).....	<b>33</b>
<b>Figura 34</b>	Frecuencias de encuentros de minadores y parasitoides.....	<b>35</b>
<b>Figura 34A</b>	Registro de hojas de albahaca infestadas con <i>C. mystica</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 34B</b>	Individuos de <i>C. mystica</i> parasitados.....	<b>35</b>

## RESUMEN

### Identificación, plantas hospederas y parasitismo natural de Agromyzidae (Insecta: Diptera) de interés agronómico en Sinaloa

Fernando Alberto Valenzuela Escoboza

La familia Agromyzidae está conformada por alrededor de 2900 especies, cuyas larvas de hábitos fitófagos viven y se alimentan completamente dentro de los tejidos vegetales de la planta hospedera. En los últimos ciclos agrícolas, los agromíctidos se han convertido en una de las principales plagas de diversos cultivos en Sinaloa, ya que comúnmente se presentan en poblaciones elevadas y provocan defoliación en las plantas. Para conocer las especies de Agromyzidae y sus parasitoides en cultivos, plantas de ornato y maleza del norte de Sinaloa, se realizaron muestreos cada quince días, de septiembre de 2012 a abril de 2014, recolectando hojas o foliolos, tallos e inflorescencias con presencia de larvas o puparios de agromíctidos. Las muestras vegetales se confinaron en vasos de plástico desechables, hasta la emergencia de los adultos de minadores y parasitoides, los cuales se mantuvieron vivos por 24 horas para completar su desarrollo y luego se sacrificaron por inmersión en alcohol al 70% en tubos Eppendorf de 1.5 mL. Las determinaciones de los agromíctidos se apoyaron en claves y esquemas de literatura especializada, luego se corroboraron con el taxónomo especialista del grupo; los parasitoides se enviaron también con taxónomos especialistas. Se identificaron cuatro géneros y siete especies de agromíctidos: *Agromyza parvicornis* Loew, *Calycomyza mystica* Martínez, *Liriomyza marginalis* Malloch, *Liriomyza sativae* Blanchard, *Liriomyza trifolii* (Burgess), *Melanagromyza minima* (Malloch) y *Melanagromyza splendida* Frick. En *L. sativae* se determinaron los parasitoides *Neochrysocharis* sp. y *Closterocerus* sp. (Eulophidae), *Opius* sp. (Braconidae); en *L. trifolii* se determinó a *Neochrysocharis* sp. y *Closterocerus* sp. (Eulophidae), y *Opius* sp. (Braconidae); en *C. mystica* se determinó a *Zagrammosoma multilineatum* (Eulophidae) y *Gronotoma* sp. (Figitidae); *M. splendida* y *M. minima* fueron parasitadas por varias especies de Eulophidae y Pteromalidae aún sin determinar. La especie de minador de la hoja más común y abundante en diversos cultivos y especies de maleza fue *L. sativae*, la más rara fue *M. splendida*. Se determinó a *Ocimum basilicum* como hospedero de *C. mystica*, el primer registro de huésped vegetal para esta especie, y se presentan los hallazgos inéditos de *A. parvicornis* y *L. marginalis* asociadas a maíz en Sinaloa y México. Los porcentajes de parasitismo encontrado por fecha de muestreo en tomate, fluctuaron entre el 10 y 80%, y el parasitismo total por área de muestreo fue del 21 al 28%.

**Palabras Clave:** Agromíctidos, minadores de la hoja, hospederos, control biológico, parasitismo.

## ABSTRACT

### Identification, host plants and natural parasitism of Agromyzidae (Insecta: Diptera) of agronomic interest in Sinaloa

Fernando Alberto Valenzuela Escoboza

The Agromyzidae family consists of about 2900 species whose larvae with phytophagous habits live and feed completely inside plant tissues of the host plant. In recent agricultural cycles, Agromyzidae have become a major pest of many crops in Sinaloa often present in high populations and causing defoliation of plants. In order to identify species of Agromyzidae and their parasitoids in crops, ornamental plants and brush in northern Sinaloa, samples were taken every two weeks from September 2012 to April 2014 by collecting leaves or leaflets, stems and inflorescences with presence of larvae or pupae of Agromyzidae. Plant samples were confined in disposable plastic cups until the emergence of adults of leaf miners and parasitoids, which were kept alive for 24 hours to complete their development and then sacrificed by immersion in 70% alcohol in 1.5 mL Eppendorf tubes. Determinations of Agromyzidae were made with the help of keys and schemes in specialized literature and of specialist taxonomists. The following four genera and seven species were identified: *Agromyza parvicornis* Loew, *Calycomyza mystica* Martinez, *Liriomyza marginalis* Malloch, *Liriomyza sativae* Blanchard, *Liriomyza trifolii* (Burgess), *Melanagromyza minima* (Malloch) and *Melanagromyza splendida* Frick. In *L. sativae* were determined the parasitoids *Neochrysocharis* sp. and *Closterocerus* sp. (Eulophidae), and *Opius* sp. (Braconidae); in *L. trifolii* were determined *Neochrysocharis* sp. and *Closterocerus* sp. (Eulophidae), and *Opius* sp. (Braconidae); in *C. mystica* were determined *Zagrammosoma multilineatum* (Eulophidae) and *Gronotoma* sp. (Figitidae); *M. splendida* and *M. minima* were parasitized by several species of Eulophidae and Pteromalidae yet to be determined. The species of leafminer most common and abundant in various crops and types of brush was *L. sativae*, the most rare was *M. splendida*. *Ocimum basilicum* was determined as a host for *C. mystica*, the first record of plant host for this species, and the unpublished findings for *A. parvicornis* and *L. marginalis* associated with maize in Sinaloa and the entire country of Mexico. The percentages of parasitism found per sampling date for tomato fluctuated between 10 and 80%, and total parasitism per sampling area was 21 to 28%.

**Keywords:** Agromyzidae, leafminers, hosts, biological control, parasitism.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1. INTRODUCCIÓN

En México, en los ciclos agrícolas P-V 2014 y O-I 2014 se establecieron 4,183,080.94 ha de diversos cultivos bajo sistema de riego, con un valor comercial de \$ 152,310,412.36 (SIAP-SAGARPA, 2015). En el estado de Sinaloa, uno de los más importantes del país en producción agrícola, se establecieron 817,547.27 ha bajo riego en el mismo periodo, con un valor de producción de \$30,747,499.66, de diversos cultivos como maíz *Zea mays* L., chile *Capsicum annuum* L., sorgo *Sorghum vulgare* L., tomate *Solanum lycopersicum* L., papa *Solanum tuberosum* L., tomatillo *Physalis ixocarpa* Brot., cártamo *Carthamus tinctorius* L., garbanzo *Cicer arietinum* L., frijol *Phaseolus vulgaris* L., entre otros (SIAP-SAGARPA, 2015). Estos cultivos son atacados por diversas plagas insectiles que figuran entre las principales causas de pérdidas de la producción agrícola (MacGregor y Gutiérrez, 1983). En diversas partes del mundo, los insectos de la familia Agromyzidae se han constituido en factor fitosanitario limitante para la producción de diversos cultivos, por su facilidad de dispersión y el daño homogéneo que causan en el lote (Pacheco, 1985). El hábito minador de los insectos, fue reportado por vez primera en la literatura desde finales del siglo XVII, en Frankfurt, Alemania. Dichos insectos resultaron ser especies de minadores del orden Lepidoptera (Spencer, 1973). Cincuenta años después, Réaumur en 1737, hizo el primer reporte de minadores agromícidos sobre plantas de Lechuguilla *Sonchus oleraceus* L., Trébol *Trifolium* sp., Chilillo *Ranunculus* sp. y Madreselva *Lonicera* sp., a estas especies de minadores no se les dio nombre, pero eran fácilmente reconocidas por su hospedero (Spencer, 1973).

En la actualidad, la familia Agromyzidae está conformada por alrededor de 2,860 especies (Scheffer *et al.*, 2007). Está compuesta por especies fitófagas, ya que las larvas viven y se alimentan completamente dentro de los tejidos vegetales de la planta hospedera. Aproximadamente el 75% de las especies en estado larval, poseen el hábito de alimentarse del tejido en empalizada de las hojas sin dañar la epidermis foliar, razón por la cual son conocidos comúnmente como “minadores”, “submarinos” o “pasahojas” (Salvo y Valladares, 2007). El resto se alimenta de igual manera como endófagos en diversos órganos vegetales, como tallos, ramas e inflorescencias, causando daño al barrenar estos órganos, reduciendo los rendimientos y matando a los hospederos cuando se reproducen y alcanzan altas densidades (GenÇer, 2009).

La mayoría de los autores coincide en que una especie de minador de hojas se convierte en plaga como resultado de una serie de condiciones, entre ellas la reproducción multivoltina (de varias generaciones al año), el hábito polífago, la capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas y la eliminación de sus enemigos naturales (Reitz y Trumble, 2002; Salvo y Valladares, 2007). El conocimiento de agromícidos en México es escaso, solo se tienen registros de 33 especies, pertenecientes en mayor número a los géneros *Melanagromyza* Hendel y *Liriomyza* Mik., aunque el número de especies debe ser mucho mayor (Palacios *et al.*, 2008; Valenzuela *et al.*, 2015). Los estudios de monitoreo para la detección e identificación correcta de insectos nocivos en diversos cultivos, son fundamentales para diseñar estrategias de manejo y control adecuados.

Los objetivos de este trabajo fueron identificar las especies de Agromyzidae presentes en cultivos agrícolas, maleza y plantas ornamentales en jardines urbanos,

así como identificar las especies de parasitoides que regulan naturalmente sus poblaciones en Sinaloa.

## **1.2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1.2.1. Familia Agromyzidae.**

La familia Agromyzidae incluye las especies de dípteros minadores más importantes para la agricultura. De las 2,860 especies en el mundo, cerca del 7% se consideran de interés agronómico. A pesar de la alta especificidad de los agromícidos por sus plantas hospederas, en las últimas décadas se ha observado un incremento significativo de la oligofagia y polifagia de muchas especies, asociado al cambio constante producido en los ecosistemas y al incremento de los cultivos intensivos (Gil, 2009).

Los adultos de Agromyzidae, son moscas pequeñas a medianas, de 2-6 mm de longitud (Spencer, 1973; Lambkin *et al.*, 2008), la coloración que predomina en el insecto es el negro, gris, verde y amarillo, pero es frecuente que en muchas especies se observen las tonalidades metálicas verde o cobrizas; sus alas son hialinas (Spencer, 1973; GenÇer, 2009). En estado larval las especies son fitófagas, viven y se alimentan de los tejidos vegetales de su planta hospedera (Salvo y Valladares, 2007).

**1.2.2. Subfamilias y Géneros de Agromyzidae.** La familia, se divide en dos subfamilias, Agromyzinae y Phytomyzinae, que a la vez se subdividen en 28 géneros reconocidos y alrededor de 2,900 especies descritas (Scheffer *et al.*, 2007). La subfamilia Agromyzinae incluye los géneros *Melanagromyza*, *Hexomyza*, *Ophiomyia*, *Japanagromyza* y *Agromyza*; la subfamilia Phytomyzinae comprende, entre otros, a los géneros *Phytobia*, *Amauromyza*, *Nemorimyza*, *Cerodontha*, *Liriomyza*, *Galiomyza*, *Haplopeodes*, *Calycomyza*, *Phytoliriomyza*, *Metopomyza*, *Paraphytomyza*, *Pseudonapomyza*, *Napomyza*, *Phytomyza* y *Chromatomyia*. Ambas subfamilias son fácilmente diferenciadas en estado adulto por la característica de la vena subcosta y en estado larval por la estructura del esqueleto cefalofaríngeal (Spencer y Steyskal, 1986).

**1.2.3. Importancia económica y daño de Agromyzidae.** Esta familia, incluye numerosas especies de interés económico. En su mayoría, las larvas se desarrollan

en el parénquima de las hojas de plantas herbáceas causando galerías conocidas como “minas”, de ahí que sean conocidas como “moscas minadoras”. Otras especies barrenan peciolos, botones florales, frutos y otros órganos (Korytkowski, 2014).

Los primeros daños de insectos de esta familia en cultivos agrícolas fueron señalados por Rondani en 1875, que citó a la especie *Liriomyza cicerina* (Rond.) sobre garbanzo *Cicer arietinum* L., durante la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del siglo XX se han multiplicado las citas de daños de agromícidos en cultivos (Spencer, 1973).

El daño que pueden causar los agromícidos en las plantas, depende en primer lugar del tamaño de la población, del modo de alimentación de la larva, del órgano atacado y de su estado de crecimiento vegetativo. Las especies que aparecen en altas poblaciones en estado de larva y coinciden con la etapa de plántula del cultivo, pueden convertirse en una fuerte limitante para el desarrollo del mismo (Barranco, 2003). En condiciones normales, la mayoría de las especies están bien controladas por sus propios parasitoides, de modo que aparecen en los cultivos pero a niveles bajos que no revisten interés económico. Esta situación se interrumpe periódicamente por causas naturales, como la desincronización entre la aparición de la plaga y sus parasitoides, o bien que estos se vean diezmados por causas climáticas, lo que produce un incremento de la población del huésped (Barranco, 2003).

Aunque el daño principal de este grupo de insectos en sus hospederas lo provocan las larvas, también las hembras suelen provocar daños importantes debido a sus hábitos alimenticios y de oviposición. Con su ovipositor provocan pequeñas heridas en los tejidos vegetales como hojas y pétalos de flores, de modo que si existe una elevada población de hembras en el cultivo, estas pueden causar la destrucción de las estructuras y tejidos mencionados; aproximadamente el 15 % de las punteaduras producidas por las hembras, son para colocar huevos, mismos que son ubicados bajo la superficie de las hojas, en número que varía de acuerdo a la temperatura y planta hospedera. Los machos son incapaces de provocar ese daño en las plantas, pero se ha observado que se alimentan en las heridas hechas por las hembras (Murphy y LaSalle, 1999).

**1.2.4. Plantas hospederas de Agromyzidae.** Alrededor de la mitad de las 2,900 especies descritas de Agromyzidae tienen plantas hospederas determinadas, las cuales incluyen a más de 100 familias y 800 géneros botánicos (Benavent *et al.*, 2004). En diferentes partes del mundo se han hecho listados sistemáticos de agromícidos y sus plantas hospederas. Spencer y Steyskal (1986) registraron 28 familias y 114 géneros dentro de la clase magnoliópsida o dicotiledónea y 3 familias con 10 géneros de la clase Liliópsida o monocotiledónea, que son hospederas de al menos una de las 37 especies de *Liriomyza* registradas en Estados Unidos de América. En España, se tienen registradas 14 especies de *Liriomyza* asociados con cultivos de importancia económica de los géneros *Brassica*, *Beta*, *Capsicum*, *Cicer*, *Citrullus*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Hibiscus*, *Lactuca*, *Lycopersicon*, *Medicago*, *Nicotiana*, *Phaseolus*, *Physalis*, *Piper*, *Pisum*, *Raphanus*, *Solanum*, *Vicia*, y otros más (Benavent *et al.*, 2004). En una lista de Agromyzidae de Andalucía, Gil *et al.* (2010) incluyeron seis especies de *Liriomyza* asociadas con plantas de las familias Asphodelaceae, Fabaceae, Caryophyllaceae, Asteraceae, Poaceae y Malvaceae. Así mismo se reportan dos especies de *Liriomyza* presentes en Turquía, sin mencionar las plantas hospederas (Çikman y Sasakawa, 2011). Recientemente se publicaron 20 especies de *Liriomyza* en Perú, de las cuales se mencionan sus hábitos y hospederas de cada una de ellas (Korytkowski, 2014).

**1.2.5. Control biológico de especies de Agromyzidae.** El control biológico tiene como fundamento el manejo de las plagas de manera sustentable y no contaminante, y se basa en la regulación poblacional de un fitófago por enemigos naturales, aunado a que además los cultivos toleran en forma natural densidades considerables de diferentes especies de organismos sin disminución apreciable del rendimiento (Metcalf y Luckman, 1991).

**1.2.5.1. Nemátodos entomopatógenos.** Diversas especies de nemátodos entomopatógenos se han registrado infectando especies de agromícidos, tales como *Heterorhabditis heliothidis*, *H. megidis*, *Heterorhabditis* sp. (Heterorhabditidae); *Steinernema carpocapsae* (Weiser) y *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Steinernematidae).

Los organismos disponibles en el mercado, por lo común son criados *in vitro* sobre

un insecto hospedero que usualmente es *Galleria melonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) y las etapas infectivas del nemátodo son asperjadas sobre las plantas infestadas con larvas del minador de la hoja (LeBeck *et al.*, 1993).

**1.2.5.2. Hongos entomopatógenos.** Se conocen diversas especies de hongos que infectan insectos plaga, entre ellos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize), *Purpureocillium lilacinum* (THOM) LUANGSARD *et al.*, *Metarhizium anisopliae* (Metsch) y *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas. Estos hongos están disponibles en el mercado para el control de numerosas plagas agrícolas, como minadores de la hoja, aunque hay diversos estudios que han determinado que estos organismos no poseen una efectividad constante sobre las plagas (Yano, 2004; Liu *et al.*, 2009).

**1.2.5.3. Depredadores.** Las diversas especies de depredadores que se han asociado con agromíctidos, no se consideran importantes agentes de control biológico (Chow y Heinz, 2006; Liu *et al.*, 2009). Los depredadores más comunes son: *Cyrtopeltis modestus* (Dist), *Dicyphus cerastii* Wagner, *Dicyphus tamaninii* Wagner y *Macrolophus caliginosus* Wagner (Hemiptera: Miridae). Tanto ninfas como adultos se alimentan de larvas y pupas de minadores de la hoja. También se menciona a la hormiga ponerine (Hymenoptera: Formicidae) atacando larvas de *L. trifolii.*, a *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) se le ha registrado como depredador de especies de Agromyzidae en invernadero (Liu *et al.*, 2009), y al trips depredador *Frankliniella vespiformis* (Crawford) se le ha asociado con agromíctidos en Israel (Freidberg y Gijswijt, 1983).

**1.2.5.4. Parasitoides.** En el orden Hymenoptera se encuentran los parasitoides de agromíctidos y es la superfamilia Chalcidoidea en la cual se encuentran la mayoría de las especies que se han reportado regulando sus poblaciones; así mismo, un número considerable pertenece a la superfamilia Ichneumonoidea y en menor proporción a la superfamilia Cynipoidea (Murphy y La Salle, 1999).

En México se registró a los endoparasitoides *Thinodytes petiolatus* Heydon (Pteromalidae), *Bracon* sp. (Braconidae) y *Gronotoma melanagromyzae* Breadsley, atacando al agromíctido *Melanagromyza tomaterrae* Steyskal, conocido como “arrocillo” del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. (Morales *et al.*, 2002;

Palacios y Bautista, 2004). También, Palacios (2008), reportó a *Opius* sp. (Braconidae) controlando a *L. trifolii* en el cultivo de chile en Altamira, Tamaulipas. García *et al.* (2014) encontraron a *Neochrysocharis* sp., *Closterocerus cinctipennis* Ashmead (Eulophidae) y *Opius dissitus* Muesebleck (Braconidae), asociadas a *L. trifolii* y *L. sativae* en diversas hortaliza de los estados de Morelos, Puebla y Veracruz.

En Sinaloa, Alvarado y Trumble (1999) registraron a *Opius dimidiatus* (Ashmead) (Braconidae), *Chrysocharis parksi* Crawford (Eulophidae), *Ganaspidium utilis* Beardsley y *Disorigma pacifica* (Yoshimoto) (Eucoilidae), atacando minadores de la hoja del tomate. Cortez *et al.* (2004) encontraron a los eulofidos *Chrysocharis* sp., *Neochrysocharis* sp. y *Closterocerus* sp., asociados a agromícidos en el cultivo de canola *Brassica napus* L.; en la zona norte del mismo estado, en los municipios de Ahome, El Fuerte y Guasave, Valenzuela *et al.* (2010) encontraron a los parasitoides *Neochrysocharis* sp., *C. cinctipennis* y *O. dissitus* regulando poblaciones de *L. trifolii* en chile jalapeño. Así también, en la misma zona se registraron *Neochrysocharis* sp., *Closterocerus* sp. y *Opius* sp., asociadas a *L. sativae* en el cultivo de tomate (Valenzuela *et al.*, 2015).

Cortez y Valenzuela (2013), realizaron una exhaustiva revisión de los enemigos naturales de minador de la hoja, enfocada a la especie *L. trifolii* a escala mundial, indicando además los retos y perspectivas para su control biológico.

## **CAPÍTULO 2. IDENTIFICACIÓN DEL MINADOR DE LA HOJA Y SUS PARASITOIDES EN EL CULTIVO DE TOMATE EN EL NORTE DE SINALOA**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

El estado de Sinaloa es el principal productor de tomate *Solanum lycopersicum* L., a escala nacional, con una superficie promedio anual sembrada de 15,362.14 ha y una producción de 983,288.14 t (SIAP-SAGARPA, 2014). Es afectado por diferentes plagas insectiles, entre las que sobresale el gusano alfiler *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae), gusano del fruto *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae), mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae), trips *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae), entre otros (Pacheco, 1985; Bautista, 2006). En los últimos ciclos agrícolas, los minadores de la hoja (Agromyzidae), se han convertido en una de las principales plagas del cultivo en el norte de Sinaloa, ya que comúnmente se presentan en poblaciones elevadas provocando defoliación en las plantas. La población de minador de la hoja, se incrementa desde inicio de floración y fructificación del cultivo, lo cual se atribuye a la aplicación de insecticidas de amplio espectro dirigidos al control de plagas como mosca blanca y otras comunes de inicio de temporada (Valenzuela *et al.*, 2010). El objetivo del estudio, fue identificar las especies de minador de la hoja y los parasitoides que de manera natural regulan sus poblaciones en el cultivo de tomate en el norte de Sinaloa.

### **2.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en los municipios de Guasave, Ahome y El Fuerte en el norte de Sinaloa, durante cinco meses, de octubre de 2013 a febrero de 2014, durante 10 fechas de muestreos realizados a intervalos quincenales. Se seleccionaron cinco lotes de tomate estacado con manejo tradicional, todos con aplicación de insecticidas y otros agroquímicos; en cada fecha de muestreo se inspeccionó un lote por municipio. Las ubicaciones de las parcelas fueron: Municipio de Guasave, Ejido Adolfo Ruíz Cortines N25°42'37.0" W108°43'03.2", 30 msnm; Municipio de Ahome, Ejido Las Vacas N25°46'53.9" W108°52'19.4", 22 msnm y Ejido Jiquilpan N25°49'24.3" W108°57'54.7", 25 msnm; y Municipio de El Fuerte, Ejido Mochicahui

N25°56'38.2" W108°55'47.4", 14 msnm y Ejido Sufragio N26°03'23" W108°47'19.9", 36 msnm.

En el muestreo se utilizó la técnica del cinco de oros, eligiendo en cada punto una planta para colectar al azar foliolos completamente desarrollados del estrato inferior, medio y superior, en ambos lados de la planta, de acuerdo a Jones y Parrella (1986), obteniendo así 10 foliolos por planta (50 por lote/muestreo). De dicha muestra se eligieron 10 foliolos (30 foliolos por fecha de muestreo en los tres municipios y 300 foliolos durante las 10 fechas de muestreo) y se introdujeron a bolsas de plástico (Ziploc®), enseguida se llevaron al laboratorio de Entomología Agrícola y Manejo Integrado de Plagas de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para colocarlos en vasos de plástico N°4A (4.5 cm de altura) con tapa, a la cual se le hizo una perforación y se le colocó polipropileno (Agribon®17) con el fin de favorecer la ventilación y evitar que entrara, o escapara algún organismo; en el fondo del vaso se colocó papel sanitario húmedo para evitar que las muestras se deshidrataran. Después de la emergencia de los adultos se esperó 24 horas para que desarrollaran las características morfológicas. Los adultos de minadores y de parasitoides se separaron y se colocaron en tubos Eppendorf de 1.5 mL con alcohol al 70%, debidamente etiquetados.

La identificación de las especies de *Liriomyza* se realizó revisando las estructuras de los genitales de los machos y la quetotaxia de la cabeza. Para la preparación de los genitales se siguió la metodología propuesta por Palacios *et al.* (2008), la cual consistió en macerar los abdómenes de los especímenes machos en hidróxido de potasio al 10% a 80°C durante diez minutos, posteriormente se lavaron y se conservaron en alcohol al 70%. Las preparaciones del edeago y la bomba eyaculadora se montaron temporalmente sobre una gota de gel transparente mezclada con una gota de glicerina. La identificación se realizó utilizando las claves y esquemas de los genitales del macho publicados por Spencer y Stegmaier (1973), Spencer y Steyskal (1986), Spencer *et al.*, (1992). Los especímenes adultos de parasitoides del minador de la hoja se identificaron usando las claves de Wharton (1997), La Salle y Parella (1991) y Hansson (1994). Las determinaciones y las fotografías se hicieron con un microscopio Tessonvar y con un Fotomicroscopio III,

(Carl Zeiss®), con una cámara digital para microscopía PaxCam3®. Los ejemplares estudiados se depositaron en la colección entomológica de la FAVF.

## 2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**2.3.1. Especie de minador de la hoja identificada.** Los 116 especímenes recolectados fueron identificados como *Liriomyza sativae* Blanchard. Las características taxonómicas de ésta especie son: el distifalo del edeago, en vista lateral y ventral, presenta constricciones poco notorias y sus bordes presentan una ligera ondulación (Figura 1 y 2), mientras que el apodema de la bomba eyaculatoria posee una base delgada que en su extremo distal es más ancha que el diámetro del bulbo (Figura 3). Esta especie fue reportada por Medina *et al.*, (2014) asociada a garbanzo en el Valle de Culiacán, mientras que en el estado de Morelos, García *et al.*, (2014) la encontraron atacando tomate. CABI (2014) señala que *L. sativae* es una de las seis especies polífagas del género *Liriomyza* que se han convertido en plagas agrícolas graves en varias partes del mundo junto con *L. huidobrensis* Blanchard, *L. trifolii* (Burgess), *L. brassicae* (Riley), *L. bryoniae* (Kaltenbach) y *L. strigata* (Meigen), además está enlistada como una plaga cuarentenaria de riesgo A1 en el Continente Americano, en el Reino Unido (EPPO, 1984) y en los Países Bajos (OEPP/EPPO, 1984).

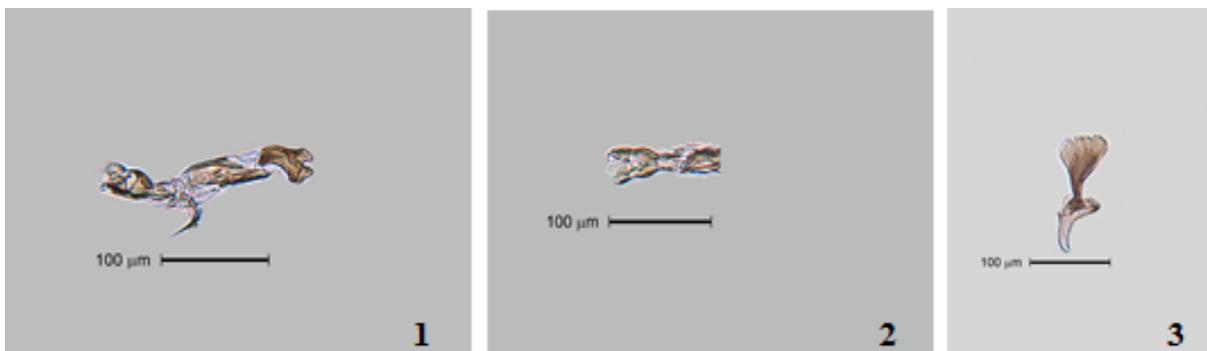


Figura 1. Edeago Vista lateral, Figura 2. Edeago Vista ventral, Figura 3. Bomba eyaculadora

**2.3.2. Parasitoides obtenidos.** Se obtuvieron 77 ejemplares de parasitoides asociados a *L. sativae*, en los tres municipios muestreados, estos pertenecen a tres familias de Hymenoptera. La especie *Neochrysocharis* sp. (Eulophidae) fue la más

abundante con 46 especímenes (59.7 %) (Figura 4), seguida por el género *Opius* sp. (Braconidae) con 16 especímenes (20.8 %) (Figura 5), en tercer lugar *Closterocerus* sp. (Eulophidae) con 14 ejemplares (18.2 %) (Figura 6) y un espécimen de la familia Figitidae (1.3 %) no determinado todavía a género (Cuadro 1). Dado que el número total de hojas confinadas por municipio, fueron 100, el porcentaje total de parasitismo por área de muestreo fue igual al número de estos obtenidos: 21, 28 y 27 % para Guasave, Ahome y el Fuerte. Sin embargo, por fecha de muestreo se registraron porcentajes de parasitismo en un rango de 10 a 70 % y sólo en una fecha de muestreo, en el municipio de Guasave, el porcentaje de parasitismo fue cero (Cuadro 1).

En los lotes muestreados en Guasave no se obtuvieron adultos fitófagos o entomófagos en 37 folíolos colectados, así como 42 en Ahome y en 32 folíolos en El Fuerte. Se desconoce la causa ello, podría deberse al efecto de los insecticidas aplicados en el cultivo durante las fechas de muestreo, por mortalidad ocasionada por las hembras parasitoides de Eulophidae (Amalin *et al.*, 2002; Bernardo *et al.*, 2006) o por otra causa de mortalidad natural; también pudo suceder que al momento de confinar el folíolo ya había ocurrido la emergencia del minador de la hoja o el parasitoide.



Figura 4. *Neochrysocharis* sp.    Figura 5. *Opius* sp.    Figura 6. *Closterocerus* sp.

**Cuadro 1.** Promedio de porcentaje de parasitismo sobre minador de la hoja por fecha de muestreo, especie parasitoide y municipio de muestreo.

Fecha de muestreo	Guasave					Ahome					El Fuerte				
	N.	C.	O.	F.	% Par	N.	C.	O.	F.	% Par	N.	C.	O.	F.	% Par
15/oct/2013	1	2	-	-	30	2	-	-	-	20	4	-	1	-	50
31/oct/2013	-	-	1	-	10	-	1	-	-	10	2	-	-	-	20
15/nov/2013	2	-	-	-	20	1	1	-	-	20	-	-	1	-	10
30/nov/2013	2	-	-	-	20	2	-	1	-	30	1	-	2	-	30
15/dic/2013	1	-	2	-	30	1	-	1	-	20	2	1	-	-	30
31/dic/2013	2	-	-	-	20	3	-	-	-	30	2	-	-	-	20
15/ene/2014	3	-	-	-	30	1	-	1	-	20	3	1	1	-	40
31/ene/2014	2	-	-	-	20	5	-	1	1	70	3	-	-	-	30
15/feb/2014	-	2	1	-	30	1	2	2	-	50	-	2	1	-	30
28/feb/2014	-	-	-	-	0	-	1	-	-	10	-	1	-	-	10
Suma	13	4	4	0	21.0*	16	5	6	1	28.0*	17	5	6	0	27.0*

N.= *Neochrysocharis*. C.= *Closterocerus*. O.= *Opius*. F.= Figitidae. %Par= porcentaje de parasitismo. \*= media de porcentaje de parasitismo.

Se corroboró al género *Opius* sp., reportado por Alvarado y Trumble (1999), parasitando minador de la hoja en tomate; *Neochrysocharis* y *Closterocerus* se habían reportado previamente por Cortez *et al.*, (2004) en el cultivo de canola *Brassica napus* L. var. *napus*. En el 2010 Valenzuela *et al.*, reportaron a *Closterocerus cinctipennis* Ashmead y *Opius dissitus* Muesebeck asociados a *Liriomyza trifolii* (Burgess) en chile jalapeño, en el norte de Sinaloa; en la misma región, González *et al.*, (2010) registraron al parasitoide *O. dissitus* asociado al minador de la hoja *Liriomyza* sp., en siete especies de cultivos hortícolas: tomate, papa *Solanum tuberosum* L., sandía *Citrullus lanatus* Schrad., calabacita *Cucurbita pepo* L., pepino *Cucumis sativus* L., chile (jalapeño y pimiento) y tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. La frecuencia de obtención del parasitoide fue de 116, 66, 32, 20, 10, ocho, y cuatro especímenes en los cultivos señalados en el orden anotado. Por su parte CABI (2014) reporta dos especies de *Neochrysocharis* como

parasitoides de *L. sativae*: *N. formosa* (Westwood) y *N. punctiventris* (Crawford); tres especies de *Closterocerus*: *C. cinctipennis*, *C. purpureus* (Howard) y *C. utahensis* Crawford; y dos especies de *Opius*: *O. dissitus* y *O. dimidiatus* Ashmead.

El presente documento representa el primer reporte formal de *L. sativae* y sus parasitoides asociados en tomate, en el norte de Sinaloa, lo cual eventualmente permitirá realizar un manejo más apropiado de éste insecto plaga. La única especie de minador de la hoja previamente determinada en el norte de Sinaloa es *L. trifolii*, atacando cultivo de chile jalapeño (Valenzuela *et al.*, 2010).

Se requiere identificar hasta especie los parasitoides obtenidos en el presente estudio y a la vez definir su ecología, entre otros propósitos, para determinar sus capacidades como agentes de control biológico, así como para detectar oportunamente si se presenta algún parasitoide secundario como *N. formosa*. Es necesario evaluar la actividad depredadora del adulto hembra de los parasitoides eulófidos determinados para conocer el impacto que representan (Cortez y Valenzuela, 2013).

### **CAPÍTULO 3. *Agromyza parvicornis* Y *Liriomyza marginalis* (DIPTERA: AGROMYZIDAE) NUEVOS REGISTROS EN MÉXICO ASOCIADAS AL CULTIVO DE MAÍZ**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de maíz *Zea mays* L. forma parte de la alimentación humana y es ampliamente usado como materia prima en procesos industriales; junto con el trigo y el arroz, es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial (Barros *et al.*, 2011). El maíz se cultiva desde las costas de casi todo el continente Americano, hasta las tierras altas de alrededor de 4000 msnm en los Andes; es un pasto gigante domesticado de origen tropical mexicano, de ciclo biológico anual. La elaboración de sus diversos productos alimenticios están indisolublemente ligados con el surgimiento y evolución de las civilizaciones mesoamericanas precolombinas (Salvador, 2001).

En México, en el ciclo agrícola otoño invierno 2012-2013 y primavera-verano 2013, se establecieron 7,487,399.02 ha, con un rendimiento promedio de 3.9 t · ha<sup>-1</sup> y un valor comercial de \$ 76,281,605.08. En el estado de Sinaloa, en los mismos periodos, se establecieron 497,994.58 ha, con un rendimiento promedio de 8.5 t · ha<sup>-1</sup> y un valor comercial de \$ 12,026,665.11 (SIAP-SAGARPA, 2014).

La producción de maíz está seriamente amenazada por diversos factores, siendo las plagas uno de los factores más importantes que limitan la producción a nivel mundial. En México, MacGregor y Gutiérrez (1983) señalan que existen 53 especies de plagas insectiles asociadas a maíz, mientras que Pacheco (1985), menciona a 25 especies atacando al maíz en Sonora y Baja California. Destacan por su importancia el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), gusano trozador *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), trips *Caliothrips* (=Hercothrips) *phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) y gusano elotero *Helicoverpa* (=Heliiothis) *zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). Recientemente también se menciona al gusano soldado *Mythimna* (=Pseudaletia) *unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera: Noctuidae), picudo chico del maíz *Nicentrites testaceipes* (Champ.) (Coleoptera: Curculionidae), gallina ciega *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae), y al frailecillo *Macrodactylus* spp. (Coleoptera: Melolonthidae)

(Bautista, 2006). También en años recientes, se ha reportado al complejo de moscas de los estigmas *Euxesta stigmatias* (Loew.), *Chaetopsys massyla* (Walker) y *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann) (Diptera: Ulidiidae), que causa daños en elote en Sinaloa (Camacho *et al.*, 2012). Además, en los últimos ciclos agrícolas de maíz en el estado de Sinaloa, los minadores de la hoja (Agromyzidae) se han encontrado en los municipios de Guasave, Ahome y El Fuerte. Esta familia tiene más de 2,500 especies, incluidas en 28 géneros, aunque probablemente el número de especies sea mayor a 3,500 a nivel mundial (Spencer, 1963). Se han reportado más de 20 especies de *Liriomyza* Mik de importancia económica y de éstas, seis son polípagas (Liu *et al.*, 2009). En México, han sido reportadas 32 especies de Agromyzidae y sobresalen por su presencia y diversidad los géneros *Melanagromyza* y *Liriomyza* (Martínez y Étienne; 2002, Palacios *et al.*, 2008; Servín *et al.*, 2013; Palacios *et al.*, 2015). En Sinaloa, sólo se tienen reportes de agromícidos asociados con los cultivos de tomate, canola, chile, garbanzo y cucurbitáceas (Alvarado y Trumble 1999; Cortez *et al.*, 2004; Valenzuela *et al.*, 2010; Medina *et al.*, 2014), y se desconoce la identidad de las especies asociadas al cultivo de maíz, tanto en el estado como a nivel nacional, por lo que se considera necesario identificarlas y generar información al respecto. Con esta motivación, el objetivo del presente trabajo fue identificar las especies de minador de la hoja asociados al cultivo de maíz en el norte de Sinaloa.

### 3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

**3.2.1. Sitios de colecta.** El estudio se realizó de noviembre 2012 a abril 2013 en los municipios de Guasave en el ejido El Burrión N25°32'36.03" O108°54'94" 15 msnm, Ahome en el ejido Heriberto Valdez Romero (El Guayabo) N25°56'42.18" O109°08'20.53" 11 msnm y en El Fuerte en el lote ubicado en el ejido Campo Esperanza N26°02'47.70" O108°48'20.50" 28 msnm, del estado de Sinaloa. En cada municipio se muestreó un lote de maíz comercial Dekalb 2038, con manejo tradicional. Se realizaron diez muestreos, el primero fue el 30 de noviembre de 2012 y el último el 15 de abril de 2013.

**3.2.2. Metodología para la colecta y procesamiento de las muestras de Agromyzidae.** Para obtener los especímenes de Agromyzidae se realizaron muestreos a intervalos quincenales, en parcelas comerciales sujetas a labores típicas de cultivo. En cada esquina y en el centro del lote se eligieron diez plantas al azar, se revisaron las hojas, se contabilizaron y retiraron las minas. El material vegetal se introdujo en bolsas de plástico de auto sellado (Ziploc<sup>®</sup>) con algodón húmedo para evitar la deshidratación y se llevó al laboratorio de Entomología Agrícola de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF), de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Las muestras se transfirieron a vasos de plástico desechables de 4.5 cm de altura con tapa, misma que se perforó y se les colocó tela de polipropileno (Agribon<sup>®</sup>17), con el fin de proporcionarle ventilación al material biológico y evitar que escapara o se introdujera algún organismo. En el fondo del recipiente se colocó algodón húmedo para evitar la deshidratación de los organismos. Los puparios se mantuvieron a temperatura ambiente hasta la emergencia de los adultos, a los cuales se les permitió extender las alas y presentar su coloración natural antes de colocarlos en tubos Eppendorf de 1.5 mL con alcohol 70%; se etiquetaron y conservaron para su posterior preparación e identificación.

**3.2.3. Identificación de Agromyzidae.** Para la determinación de género y especie se usaron las claves e ilustraciones de Spencer y Stegmaier (1973), Spencer y Steyskal (1986).

**3.2.4. Extracción y estudio de genitales.** Para la preparación de los genitales se siguió la metodología propuesta por Palacios *et al.*, (2008). El abdomen de los especímenes machos se separó del cuerpo y se maceraron en hidróxido de potasio al 10% a 80°C por un periodo de diez minutos. Sobre un portaobjetos se colocó una gota de glicerina, en la cual se introdujo un abdomen macerado a la vez, del cual con pinzas de relojero núm. 5 y pincel núm. 2, se separó y retiró la cutícula, hasta dejar al descubierto el edeago y la bomba eyaculadora. Estas estructuras se colocaron inmersas de manera temporal en una gota de gel transparente para cabello mezclada con una gota de glicerina y se les colocó en el ángulo y posiciones señaladas en la literatura (Spencer y Steyskal, 1986), enseguida se colocó un cubreobjeto. Las muestras se observaron y compararon con los esquemas de las

claves. Se hicieron fotografías con un microscopio Tessoar y con un Fotomicroscopio III, ambos de Carl Zeiss® (Oberkochen, Alemania), con una cámara digital para microscopía PAXcam 3®. Estas actividades fueron desarrolladas en el laboratorio de morfología de insectos y área de microscopía del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Estado de México.

**3.2.5. Depósito del material.** Parte del material está depositado en la colección de insectos del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Estado de México.

### 3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.3.1. *Agromyza parvicornis* Loew, 1869

*Agromyza parvicornis* Loew, 1869

**3.3.1.1. Material examinado.** México: Sinaloa: 5♂, 6♀, Guasave, 15-XI-2012, F. A. Valenzuela E.

**3.3.1.2. Diagnosis.** Adulto. Individuos de color negro opaco (Figura 7). Tercer segmento antenal redondeado y desnudo, color marrón pálido, Mesonoto. De color negro, con cuatro o cinco pares de cerdas dorsocentrales (dc), halterios amarillos. Edeago en vista lateral el distifalo presenta su parte distal en forma redonda y de mayor contraste en su parte media (Figura 8), en vista ventral, el basifalo en forma de "V" que se extiende hasta la parte basal del distifalo, el distifalo más ancho en su parte media que en su parte basal y apical (Figura 9). Bomba eyaculadora con tallo delgado que se ensancha en la región distal al menos dos veces el ancho del bulbo (Figura 10). Ala. Con una longitud de 0.8 mm.

Algunas características de la larva y pupario fueron tomadas de Phillips (1914).

Larva. Es de color blanco verdoso pálido, al acercarse a la madurez se convierte en blanco amarillenta. En su máximo desarrollo mide alrededor de 4 mm de longitud. Los segmentos están poco definidos (Figura 11). El par de espiráculos anteriores son pequeños y ligeramente más oscuros que el color de la larva (Figura 12), mientras que los posteriores están más o menos incrustados en el cuerpo (Figura 13).

Pupario. Presenta un color marrón rojizo, con alrededor de 3 mm de largo y 1.25 mm de ancho en su parte media, con segmentos bien diferenciados, sin ningún tipo de ornamentación. Presenta un par de espiráculos anteriores conspicuos, el par posterior son menos visibles (Figura 14).

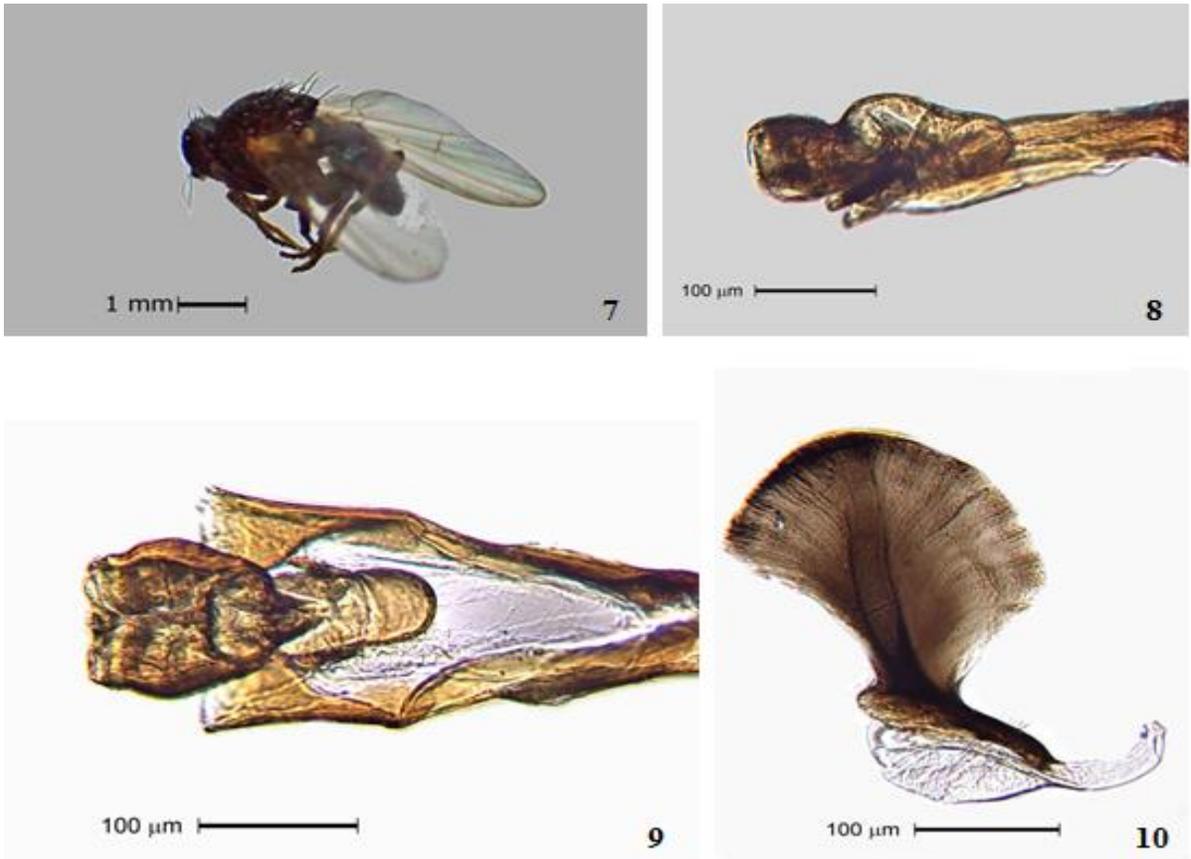


Figura 7. Adulto de *Agromyza parvicornis* Loew, Figura 8. Edeago vista lateral, distifalo redondeado, Figura 9. Edeago vista ventral, basifalo en forma de “V”, Figura 10. Bomba eyaculadora.

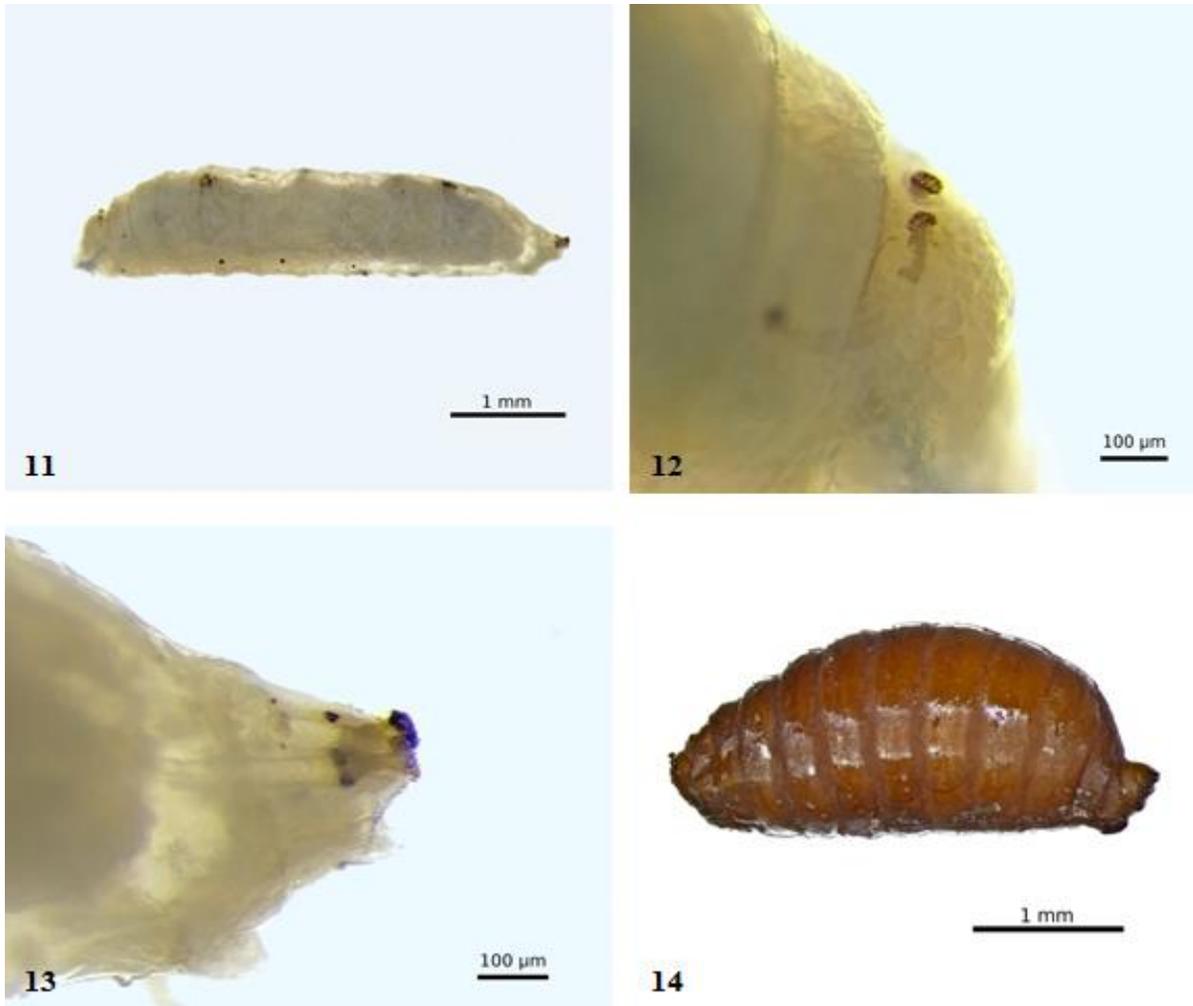


Figura 11. Larva con segmentos poco definidos, Figura 12. Espiráculos anteriores de la larva, Figura 13. Espiráculos posteriores de la larva, Figura 14. Pupario con segmentos bien diferenciados.

**3.3.1.3. Plantas hospederas.** *Zea mays* L., *Sorghum vulgare* L., *Panicum miliaceum* L., *Panicum sanguinale* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Echinochloa walteri* (Purch.) Heller. y *Panicum dichotomiflorum* Michx. (Phillips, 1914; Spencer, 1966; Stegmaier y Dekle, 1972; Sariol y Aguilera, 2007).

**3.3.1.4. Distribución.** En Estados Unidos de América, se encuentra presente en Alabama, Florida, Texas, Washington D.C., Uta, Wisconsin y Nueva Inglaterra; Columbia Británica y Ontario en Canadá, así como en Sudamérica. (Phillips, 1914; Stegmaier y Dekle, 1972). México; Sinaloa (nuevo reporte).

**3.3.1.5. Biología y hábitos.** El inicio de las infestaciones de este minador ocurrió aproximadamente a mediados del mes de diciembre. La hembra ocasiona pequeñas

heridas de alimentación en las hojas del estrato inferior y medio, también oviposita dentro de los tejidos de las hojas. Las larvas al emerger se alimentan entre ambas superficies de la hoja, generan un túnel con sus partes bucales, los cuales son más fáciles de observar por el envés de las hojas; conforme las larvas crecen, los túneles se ensanchan hasta formar una especie de ámpula o mancha de tejido muerto (Figuras. 15,16 y 17), en altas infestaciones toda la hoja es minada por varias larvas, el follaje se seca y da a las plantas la apariencia de estar quemadas por helada. Cuando las larvas maduran, perforan la superficie de la hoja y se dejan caer al suelo para pupar.

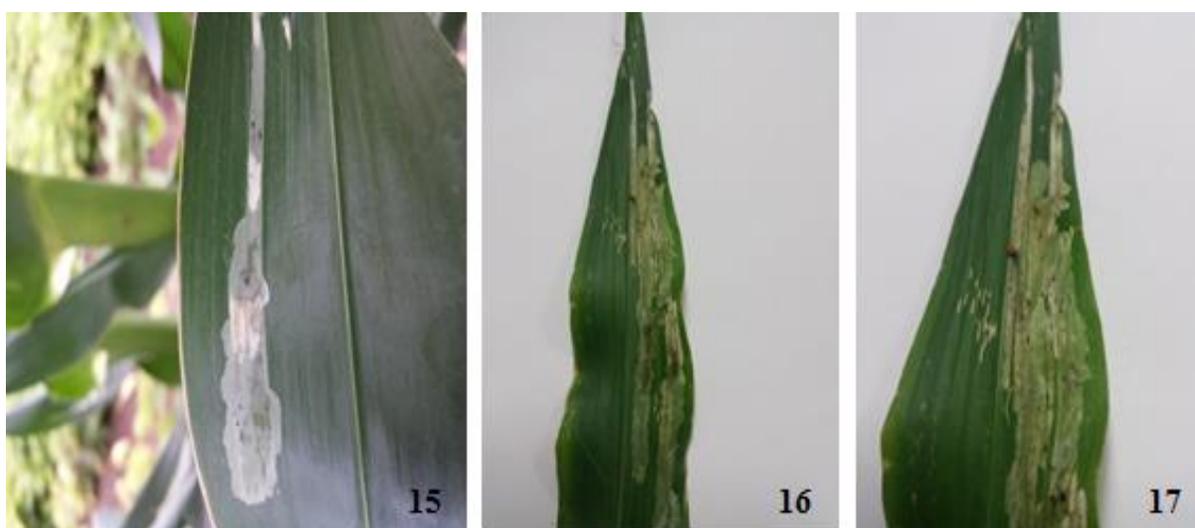


Figura 15. Tunel provocado por *A. parvicornis* en maíz, Figura 16. Daño amplio de larva en lámina foliar de maíz, Figura 17. Acercamiento de daño con emergencia de pupario.

**3.3.1.6. Discusión.** Esta especie fue descrita por Loew en 1869, de individuos colectados en Washington D.C., mientras que Phillips (1914) hizo una descripción completa de esta especie, así como de sus enemigos naturales. Spencer (1966) la reporta en Florida, Estados Unidos de América, asociada a *Echinochloa walteri* (Purch.) Heller. Steigmaier y Deckle (1972) señalan que el primer reporte de esta especie sobre maíz fue hecho en 1881. Sariol y Aguilera (2007) reportan por vez primera a *A. parvicornis* en la provincia de Granma, Cuba y mencionan sus minas paralelas al nervio central en maíz y sorgo. En México no se había reportado la presencia de este género, por lo que éste es el primer reporte formal de esta especie.

### **3.3.2. *Liriomyza marginalis* (Malloch, 1913)**

*Agromyza melampyga var marginalis* Malloch, 1913.

*Liriomyza marginalis*, Frick, 1952.

**3.3.2.1. Material examinado.** México: Sinaloa: 12♂, 13 ♀, Ahome, 02-XII-2012, F. A. Valenzuela E; 9 ♂, 15 ♀, El Fuerte, 08-IX-2013, F. A. Valenzuela E.

**3.3.2.2. Diagnosis.** Adulto. Individuos con el cuerpo en gran parte amarillo (Figura 18), Mesonoto. Con áreas oscuras con 2+1 pares de cerdas dorsocentrales (dc), las primeras dos muy cortas (Figura 19). Edeago. Vista lateral. Distifalo de similar anchura en toda su extensión (Figura 20). En vista ventral el distifalo presenta abertura en su parte media (Figura 21), el surstylus posee una fuerte área quitinizada en la parte interna (Figura 22), mientras que la bomba eyaculadora con el tallo delgado y la mayor parte del apodema similar en anchura (Figura 23). Ala, Con una longitud de 1,6 a 2 mm.

Larva. Es de color blanco amarillenta pálida, en su máximo desarrollo mide cerca de 3.5 mm de longitud, con los segmentos imperceptibles (Figura 24). El par de espiráculos anteriores están bien diferenciados del cuerpo, son bifurcados y de color café oscuro (Figura 25), mientras que los espiráculos posteriores, son más pequeños aunque fáciles de apreciar y también presentan color café oscuro.

Pupario. Pálido de color marrón amarillento con 1.5 mm de longitud con sus segmentos bien diferenciados, espiráculos anteriores largos, negros y divididos en sentido distal (Figura 26). Los espiráculos posteriores se originan de una proyección redondeada, cada uno con tres poros.

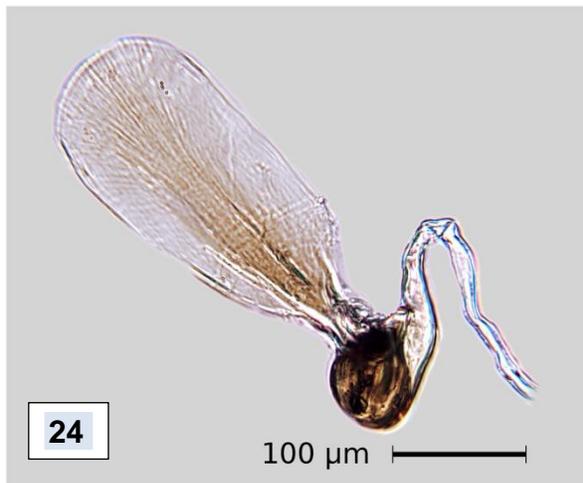
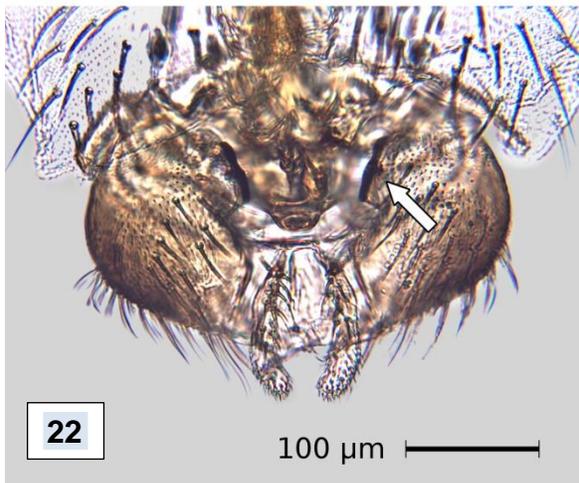
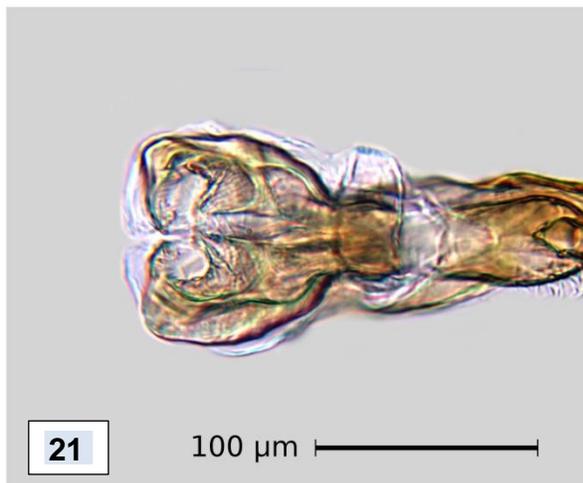
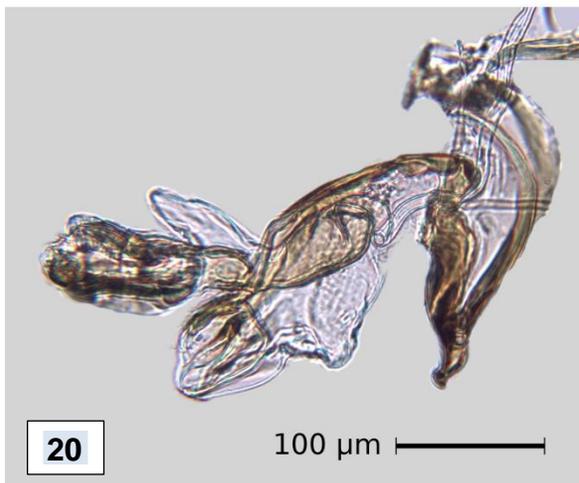
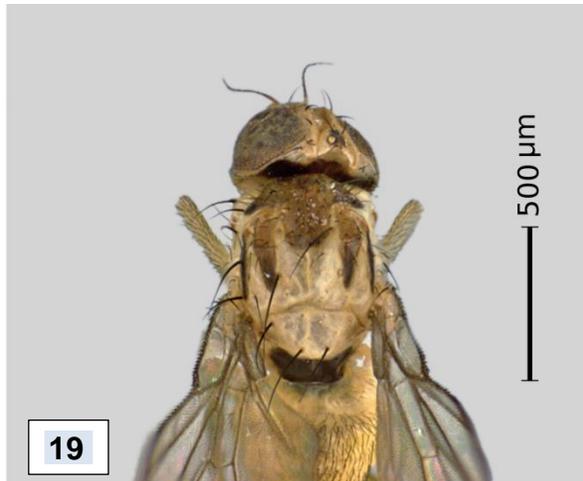


Figura 18 adulto (♂) de *Liriomyza marginalis* Malloch, Figura 19. Mesonoto con patrón oscuro y 2+1 cerdas DC, Figura 20. Edeago vista lateral, Figura 21 Edeago vista lateral, Figura 22. Surstylus con área quitinizada oscura, Figura 23. Bomba eyaculadora.

**3.3.2.3. Plantas hospederas.** Poaceae: *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Paspalum dilatatum* Poir., *Paspalum setaceum* Michx. var. *ciliatifolium* (Michx.) Vasey., *Panicum miliaceum* L., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Zea mexicana* (Schard.) Reeves and Mangelsd y *Zea mays* L. (Spencer, 1973; Spencer y Steyskal, 1986; Spencer, 1990; Stegmaier, 1967).

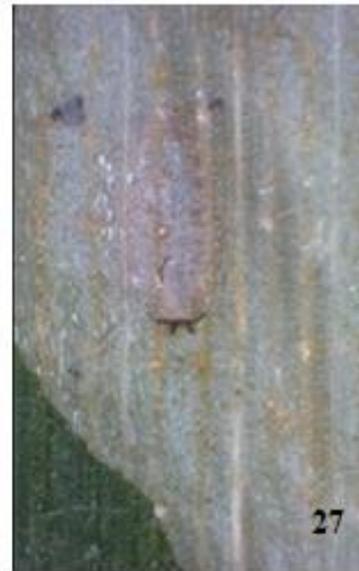
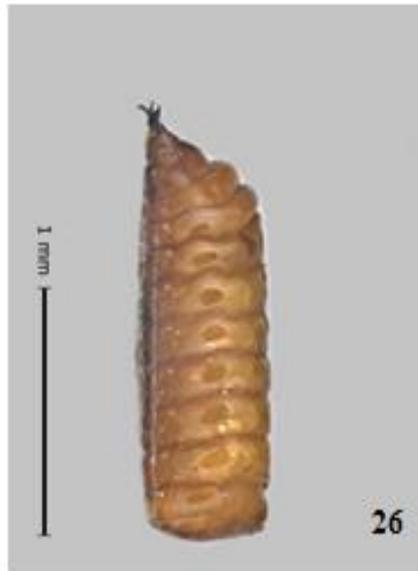
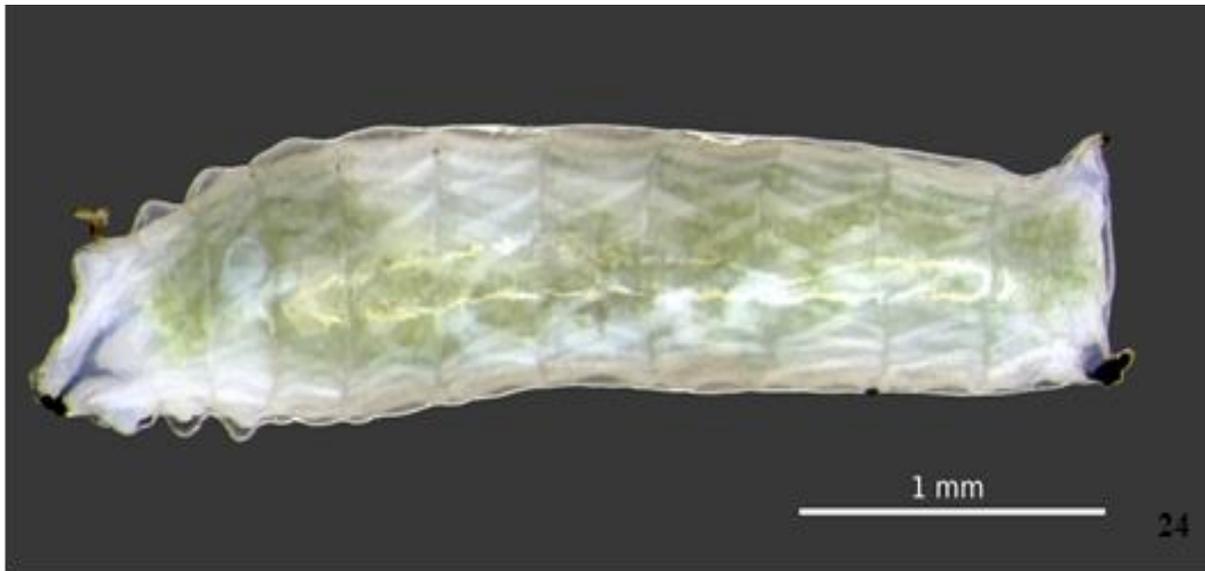


Figura 24. Larva de *L. marginalis* con segmentos imperceptibles, Figura 25. Espiráculos anteriores bifurcados, Figura 26. Pupario con segmentos bien diferenciados, Figura 27. Pupario en hoja de maíz.

**3.3.2.4. Distribución.** Estados Unidos (Dakota del Sur, Illinois, Indiana, Michigan, Pennsylvania, Maryland, Virginia, Florida y Texas), El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Bahamas, Cuba, Jamaica, República Dominicana, St. Martin, Guadeloupe, Dominica, Colombia, Venezuela, Galápagos, Brasil, Perú, Chile. (Sasakawa, 2007; Stegmaier, 1967). México; Sinaloa (nuevo reporte).

**3.3.2.5. Biología y hábitos.** El inicio de las infestaciones de este minador ocurrió aproximadamente a mediados del mes de enero, las larvas se alimentan de la hoja de *Z. mays* L., construyen minas lineales paralelas a las nervaduras, permaneciendo el pupario al final de las mismas (Figura. 28, 29 y 30) y en ocasiones se encuentran minas irregulares. Es normal encontrar más de una mina en cada hoja. Cuando la larva completa su desarrollo forma el pupario, mismo que permanece en la hoja al final de la mina; es común observar los espiráculos anteriores por la parte externa de la hoja (Figura 27).

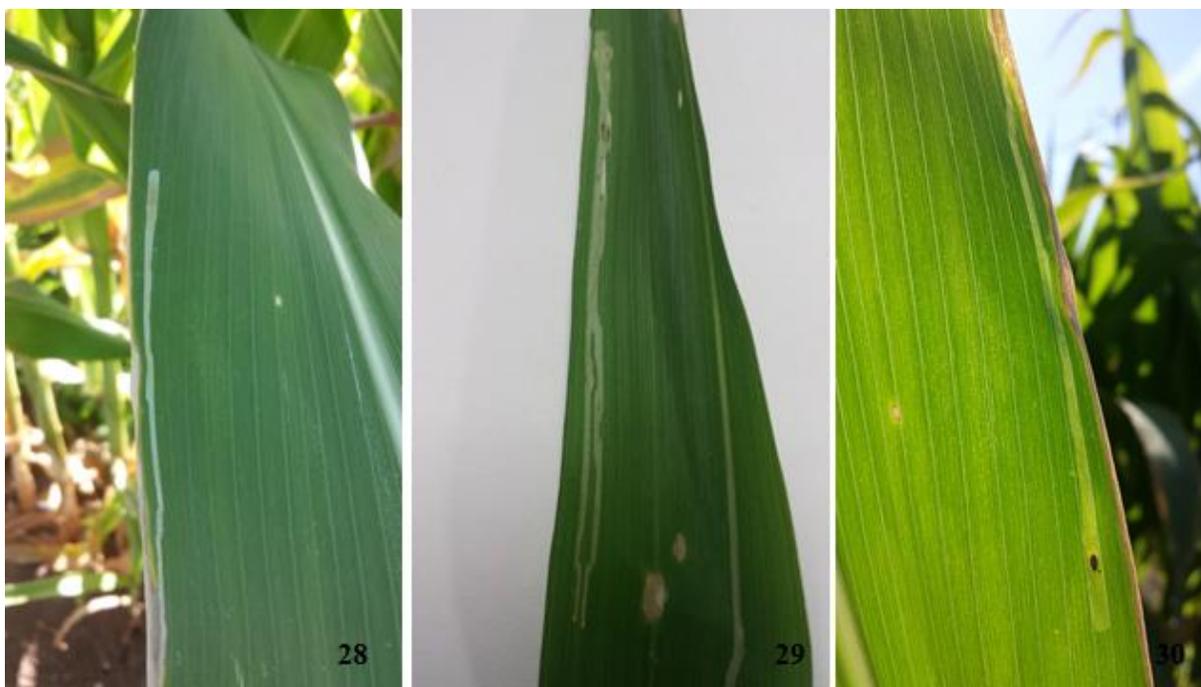


Figura 28. Mina individual de *L. marginalis* en maíz, Figura 29. Minas paralelas a las nervaduras en hojas de maíz, Figura 30. Pupa al final de la en mina.

**3.3.2.6. Discusión.** Stegmaier (1967) reporta a esta especie en diversas áreas de los Estados Unidos sobre Pasto miel *Paspalum dilatatum* Poir. Spencer (1983) reportó esta especie como nuevo registro en Costa Rica donde ataca plantas de Pata de

gallina *Digitaria* sp., Zacate *Panicum* sp., Pasto bahía *Paspalum* sp. y Maíz *Zea mays* L., mientras que Sasakawa (2007) la reporta en las Islas Galápagos asociada a Poaceas, como *Z. mays* L. En México no se ha documentado la presencia de esta especie, por lo que se presenta como nuevo registro.

## CAPÍTULO 4. *Calycomyza mystica*, MINADOR DE LA HOJA DE ALBAHACA Y SUS PARASITOIDES EN MÉXICO

### 4.1. INTRODUCCIÓN

La planta de albahaca *Ocimum basilicum* L. (Lamiales: Lamiaceae), originaria de Asia Meridional, tiene usos como planta aromática y condimento, así como en la perfumería y cosmetología, entre otros (Bernal *et al.*, 2012). Se ha cultivado por más de 5 mil años en muchos países. Se considera que fue una de las primeras plantas introducidas por los colonizadores al Nuevo Mundo, donde se ha cultivado desde entonces.

En México, en los últimos tres ciclos agrícolas, se establecieron 1,295.27 ha con una producción de 10,951.49 t, un rendimiento promedio de 8.5 t · ha<sup>-1</sup> y un valor comercial de \$ 156,241.94. Los estados donde se cultiva son Baja California Sur, Morelos, Nayarit y Baja California (SIAP-SAGARPA, 2015).

El desarrollo del cultivo como todos, se ve limitado por factores bióticos y abióticos, dentro de los primeros, en diversas áreas del mundo se consignan enfermedades como mildiu *Peronospora* sp., tizón *Rhizoctonia* sp., y marchitez *Fusarium oxysporum* Schltdt (Bernal *et al.*, 2012). Entre los artrópodos, el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) provoca deformación de brotes, así mismo, el picudo verde-azul *Pachnaeus litus* Germar y la hormiga *Atta insularis* Guérin-Méneville, provocan defoliación severa en el cultivo (Bernal *et al.*, 2012). En Baja California Sur, México, principal estado productor de albahaca en el país, se reportan como plagas importantes el minador de la hoja *Liriomyza* spp., gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner), trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande), mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) y pulgones *Myzus persicae* (Sulzer). Los agromícidos representan una de las principales limitantes del cultivo (Briseño *et al.*, 2013).

La familia Agromyzidae está representada por 28 géneros reconocidos, que comprenden 2,860 especies descritas (Scheffer *et al.*, 2007), son moscas pequeñas que en su mayoría minan hojas, aunque todas las partes de la planta son afectadas por sus larvas al alimentarse (Spencer y Steyskal, 1986). La familia se divide en dos subfamilias, la Agromyzinae con los géneros *Melanagromyza*, *Hexomyza*, *Ophiomyia*

y *Agromyza*, y la subfamilia Phytomyzinae que comprende entre otros a los géneros *Phytobia*, *Amauromyza*, *Cerodontha*, *Liriomyza*, *Haplopeodes* y *Calycomyza*. Ambas subfamilias son fácilmente diferenciadas en estado adulto por la característica de la vena subcosta y en estado larval por la característica del esqueleto cefalofaríngeal (Spencer y Steyskal, 1986). El género *Calycomyza* Hendel agrupa poco más de 80 especies descritas a nivel mundial, 60 de ellas identificadas en la región Neotropical (Korytkowsky, 2014), cuyas plantas hospederas se encuentran dentro de diversas familias entre las que destacan Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Tiliaceae y Verbenaceae (Étienne y Martínez, 1996).

El conocimiento de agromícidos en México es escaso, solo se tienen registros de 33 especies, pertenecientes en mayor número a los géneros *Melanagromyza* Hendel y *Liriomyza* Mik (Martínez y Étienne, 2002; Palacios *et al.*, 2008; Palacios *et al.*, 2015). Los estudios de monitoreo para la detección e identificación correcta de insectos nocivos en hierbas aromáticas y otros cultivos, son fundamentales para diseñar estrategias de manejo y control adecuados. La mayoría de los autores coinciden en que el desarrollo de resistencia a insecticidas y la eliminación de enemigos naturales son factores clave para que una especie de minador de hojas se convierta en plaga (Salvo y Valladares, 2007). En Agromyzidae se han listado más de 300 especies de parasitoides con potencial para regular sus poblaciones (Noyes, 2015), sin embargo, no se tienen registros de enemigos naturales en *C. mystica*. Por lo tanto, además de identificar a los minadores de la hoja de albahaca *O. basilicum* L., esta investigación tuvo el objetivo de identificar los parasitoides asociados con este díptero.

## 4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó de septiembre de 2013 a junio de 2014, en los municipios de: Ahome 25°48'49.42" N y 108°58'25.91" O, 16 msnm; Guasave 25°34'44.16" N y 108°28'44.60" O, 18 msnm y Sinaloa de Leyva 25°49'17.50" N y 108°13' 20.20" O, 70 msnm. Se ubicaron plantas en jardines domésticos ubicados en las coordenadas señaladas de cada municipio y se recolectaron muestras de 10 hojas a intervalos de dos semanas. El material vegetal se introdujo en bolsas de plástico con papel

húmedo para evitar su deshidratación, se etiquetó y se trasladó al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF) de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Las muestras vegetales con presencia de larvas o puparios se introdujeron en vasos de plástico (Envases Cuevas<sup>®</sup>) No 4 y se cubrieron con tela organza para evitar su escape o la introducción de otro organismo. En el fondo del vaso se colocó papel humedecido con el fin de mantener condiciones apropiadas para el desarrollo de los insectos. Después de emergidos los adultos, tanto de Agromyzidae como de parasitoides, se esperó al menos 24 horas para que desarrollaran sus características y coloración natural, enseguida se sacrificaron, depositándolos en tubos Eppendorf de 1.5 mL con alcohol al 70% para su conservación y posterior preparación e identificación. Los recuentos de hojas infestadas y minadores parasitados se analizaron con pruebas de independencia con  $\chi^2$  respecto a localidades y fechas de muestreo, para explorar tendencias en la dinámica poblacional de los insectos.

La preparación de las muestras de agromícidos se realizó en el Laboratorio de Morfología de Insectos y en el área de microscopía del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Estado de México, siguiendo la metodología propuesta por Palacios *et al.*, (2008). El abdomen de los especímenes machos se separó del cuerpo y se maceró en hidróxido de potasio al 10% a 80°C por un periodo de ocho minutos, enseguida, sobre un portaobjetos se depositó una gota de glicerina y un abdomen macerado a la vez, del cual se separó y retiró la cutícula con pinzas de relojero número 5 y pincel número 2, hasta dejar al descubierto el edeago y la bomba eyaculadora. Una vez separadas éstas estructuras, se colocaron inmersas temporalmente en una gota de gel transparente para cabello, mezclada con una gota de glicerina, con el fin de darles estabilidad, así se les orientó en el ángulo y posición recomendadas en la literatura (Spencer *et al.*, 1992), posteriormente se colocó un cubreobjeto y se tomaron fotografías con una cámara digital para microscopía PAXcam 3<sup>®</sup>, un microscopio Tessorar y un Fotomicroscopio III (Carl Zeiss<sup>®</sup>, Oberkochen, Alemania). Los parasitoides, se deshidrataron extrayéndolos del alcohol 70% y sumergiéndolos en alcohol al 80, 90 y 96%, por un lapso de 30 minutos en cada concentración; ya deshidratados se colocaron en portaobjetos y se acomodaron

las alas y patas, luego se adhirieron a un triángulo de cartulina con barniz para uña y se montaron en alfileres entomológicos número 3, para la adecuada observación de sus estructuras morfológicas al microscopio y proceder a la identificación.

Los dípteros adultos fueron identificados mediante la descripción original y esquemas de los genitales del macho publicados por Spencer *et al.*, (1992). Así mismo, la especie fue corroborada por el Dr. Jean Étienne del Institut National de la Recherche Agronomique, Guadalupe, French West Indies. Para el caso de los parasitoides de la familia Figitidae, se enviaron al PhD. Matthew Buffington del Systematic Entomology Laboratory, USDA. Washington, D.C. y para los especímenes de la familia Eulophidae y Pteromalidae, se remitieron al Dr. José Refugio Lomelí Flores, del Laboratorio de Control Biológico del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

El material biológico recolectado y montado durante el presente estudio se depositó en las colecciones entomológicas de dos instituciones nacionales: 1) Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte ubicada en Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa y, 2) Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México.

### 4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron 187 especímenes, 106 ♀ y 81 ♂, identificados en su totalidad como *Calycomyza mystica* Martínez. Esta especie aparece descrita originalmente en Spencer *et al.*, (1992) a partir de un espécimen macho. En la síntesis que sigue se cita información de la descripción original y se incorpora nueva información morfológica del insecto y del patrón de daño en las hojas derivada de esta investigación.

**4.3.1. Morfología de *C. mystica*.** El macho adulto (Figura 31 A) mide alrededor de 1.8 mm de largo, mientras que la hembra mide 2.0 mm sin considerar el ovipositor, mismo que mide alrededor de 0.4 mm de largo. En el mesonoto se observan dos pares de cerdas dorso-centrales, con cuatro hileras de cerdas acrosticales, además del escutellum negro (Figura 31B), región notopleural amarilla (Figura 31C) (Spencer *et al.*, 1992).

El edeago de *C. mystica* mide aproximadamente 200  $\mu\text{m}$  de largo; en vista ventral presenta en su parte distal dos estructuras tubulares bien definidas y separadas, una de aspecto curvado externamente, el basifalo es piriforme y se une al mesofalo por sus extremos, dejando en la región media una abertura de forma triangular (Figura 31D), mientras que en vista lateral, las dos estructuras tubulares se dirigen sutilmente hacia arriba (Figura 31E). Es importante indicar que el edeago de esta especie muestra semejanza con el de *C. hyptidis*, sin embargo se observa una clara diferencia en la curvatura del distifalo en posición lateral, por ello se determina que se trata de una especie diferente de minador de la hoja, tal como lo indican Spencer *et al.*, (1992).

La bomba eyaculadora es relativamente corta y ancha, mide alrededor de 90  $\mu\text{m}$  en su base y 140  $\mu\text{m}$  de largo, su región distal es al menos 1.5 veces el ancho del tallo y presenta forma de abanico (Figura 31F).

El pupario mide aproximadamente 1.7 mm sin considerar los espiráculos y 0.8 mm de ancho en su región media, presenta un color café castaño, con diez segmentos transversales bien definidos. Los espiráculos anteriores son cortos y curvados hacia adentro; los posteriores presentan una posición divergente, son más largos que los anteriores, de color café oscuro, y tienen tres estructuras en forma de ganchos o lóbulos en su región distal (Figura 31G).

La larva mide alrededor de 3.0 mm de largo y 0.7 mm de ancho en su parte media, es de color amarillo cremoso, con 10 segmentos fácilmente diferenciados; los espiráculos anteriores son poco visibles, los espiráculos posteriores son al menos cuatro veces más grandes que los anteriores y presentan tres ganchos bien definidos cada uno (Figura 31H).

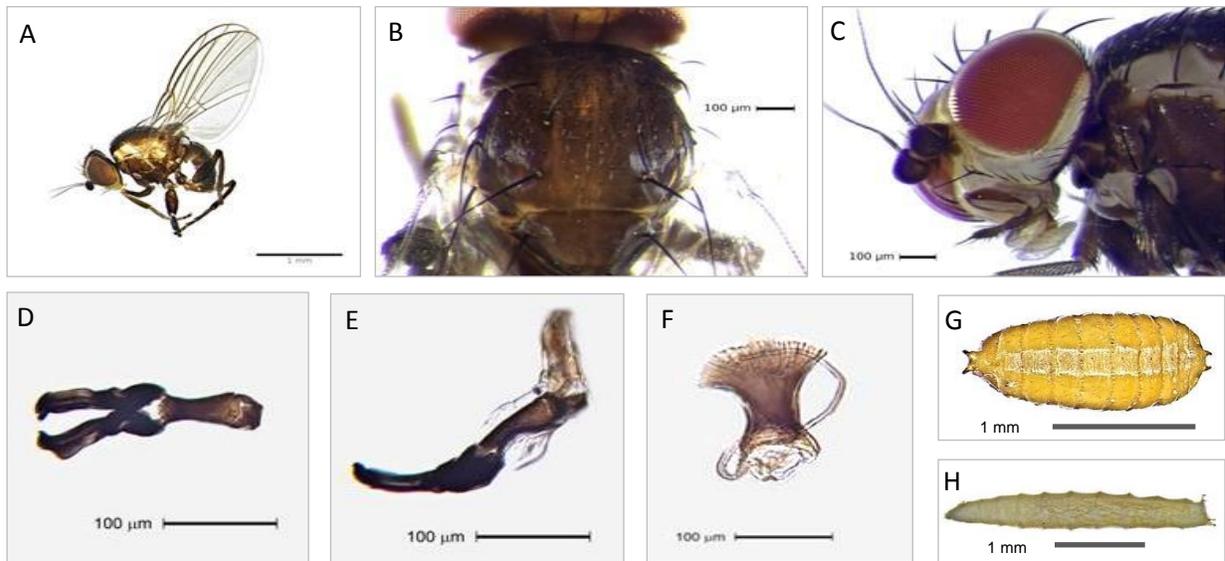


Figura 31. A) Adulto macho de *Calycomyza mystica* Martínez, B) Mesonoto con cerdas (dc) y acrosticales, C) Región notopleural, D) Edeago en vista ventral, E) Edeago en vista lateral, F) Bomba eyaculadora, G) Pupario con segmentos bien definidos, H) Larva de *C. mystica*.

La morfología de las minas que las larvas hacen, es una característica distintiva para diferenciar las especies de Agromyzidae (Spencer y Stegmaier, 1973; Spencer *et al.*, 1992). Étienne y Martínez (1996), coinciden en este aspecto y además señalan que la morfología de las minas es una característica contundente en la separación de algunas especies de minadores de la hoja. Las galerías que hacen las larvas de *C. mystica* sobre las hojas de albahaca (Figura 32), tienen un patrón estrellado irregular (Figura 32A) con excretas acumuladas en el centro del área dañada; en algunos casos el daño puede llegar a cubrir del 70 al 80 % de la lámina foliar (Figura 32B). Las minas son semejantes a las de *C. hyptidis* en sus diversos hospederos (Spencer y Steyskal, 1986), pero son distintas con respecto a las especies registradas en México, por ejemplo *C. malvae*, provoca minas largas, estrechas, sinuosas y lineales (Servín *et al.*, 2013).



Figura 32. Galerías de *C. mystica* en hoja de albahaca, A) Galería con patrón estrellado, B) Daño de 70 a 80% en lámina foliar de albahaca.

El hallazgo de *C. mystica* en esta investigación agrega un nuevo registro al listado de 33 especies de Agromyzidae en México (Martinez y Étienne, 2002; Palacios *et al.*, 2015; Valenzuela *et al.*, 2015), e incrementa a cuatro las especies conocidas del género *Calycomyza*, *C. lantanae*, *C. meridiana* y *C. malvae* (Sasakawa, 2007; Servín *et al.*, 2013). En Sinaloa, el registro de agromícidos se limitaba a *Liriomyza sativae* Blanchard, *L. trifolii* (Burgess) y *Melanagromyza splendida* Frick (Domínguez y Carrillo, 1976; Valenzuela *et al.*, 2010; Medina *et al.*, 2014 y Valenzuela *et al.*, 2015), no se había registrado ninguna especie de *Calycomyza*.

De acuerdo con la descripción publicada en Spencer *et al.*, (1992), el tipo nomenclatural de *C. mystica* es un ejemplar único colectado sobre *Wedelia* sp. (Asteraceae), sin confirmarse como planta hospedera por no ser común el desarrollo de estos agromícidos en éste género botánico. El hallazgo de *C. mystica* en *Ocimum basilicum* L., evidencia a esta especie como el primero y único huésped vegetal conocido a nivel mundial, perteneciente a la familia Lamiaceae, en la cual se han

especializado más de 30 especies de agromícidos (tres de *Calycomyza*) (Spencer, 2012). *Calycomyza hyptidis*, cuya semejanza con *C. mystica* se ha mencionado, está asociada a *O. basilicum* en Brasil (Rodríguez y Couri, 2012), a *Hyptis pectinata* (L.) Poit. en Florida EE. UU. (Spencer, 1966) y a *H. verticillata* Jacq., en Las Antillas (Étienne y Martínez, 2013). También se le ha encontrado alimentándose de *H. mutabilis* y *H. pectinata* (Spencer y Steyskal, 1986).

La distribución geográfica de *C. mystica* en la región Neotropical hasta ahora incluye las islas Guadalupe (Spencer *et al.*, 1992) y Martinica (Étienne y Martínez, 2013) en Las Antillas Francesas. En esta investigación se incluye Sinaloa, México, y no se descarta que su distribución alcance a otros estados del país, principalmente en donde se cultiva albahaca. En Baja California Sur, no se menciona a *Calycomyza* asociada al cultivo, solo se consignan *L. sativae* y *L. trifolii* como las especies de minadores que atacan al cultivo bajo manejo orgánico (Nolasco, 2008).

**4.3.2. Parasitoides registrados.** Se colectaron 74 especímenes de parasitoides asociados a *C. mystica*, pertenecientes a tres familias de Hymenoptera. Estos se identificaron como *Gronotoma* sp. (Figitidae: Eucoilinae, Figura 33A), el más abundante con 33 individuos (45.5 %), seguido por *Zagrammosoma multilineatum* (Ashmead, 1888) (Hymenoptera: Eulophidae, Figura 33B) con 29 individuos (39 %) y 12 especímenes de la familia Pteromalidae (16.2 %), aún en proceso de identificación.



Figura 33. Parasitoides de *C. mystica*, A) *Gronotoma* sp. (Figitidae: Eucoilinae), B) *Zagrammosoma multilineatum* (Eulophidae).

*Gronotoma* es un género muy distintivo, las especies poseen notauli bien desarrollado y una gran placa escutelar, todas son estrictamente parasitoides de Agromyzidae (Buffington, 2002). La mayoría se distribuyen en África tropical y son raras en los neotrópicos, una especie está registrada en México, *G. melanagromyzae* Beardsley, asociada al agromícido *M. tomatarae* Steyskal (Palacios y Bautista, 2004). En lo que concierne al área de estudio de esta investigación hay escasa colecta e identificación de parasitoides en agromícidos, limitada a *L. sativae* (Blanchard) en canola, garbanzo y tomate (Medina *et al.*, 2014; Valenzuela *et al.*, 2015), y *L. trifolii* en chile jalapeño (Valenzuela *et al.*, 2010).

El género *Zagrammosoma* comprende 16 especies y 12 son del Nuevo Mundo, estas se desarrollan principalmente en minadores de los órdenes Lepidoptera y Diptera, ocasionalmente en coleópteros e himenópteros (Noyes, 2015; Cao *et al.*, 2014). *Z. multilineatum* es un parasitoide con más de 30 huéspedes, incluyendo ocho dípteros y 22 especies de lepidópteros, entre ellas el minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stt. (Lepidoptera: Gracillariidae) y el minador de la hoja del cafeto *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae); se distribuye ampliamente en los Estados Unidos (Idaho a Florida), México y Las Antillas hasta Brasil.

Los parasitoides son un factor de mortalidad importante que debe considerarse dentro de las estrategias de manejo de los minadores. Su eficiencia depende de la especie de minador, el estado de desarrollo larval, el ambiente, la presencia de otros organismos, el huésped vegetal y la ubicación del minador en la planta (Salvo y Valladares, 2007). En *C. mystica* los porcentajes de parasitismo natural alcanzaron 35 a 58 % en las localidades de los tres municipios, con niveles álgidos en mayo y junio, los cuales son comparables con el parasitismo natural de *C. hyptidis* (L.) Poit. en el sureste de Brasil (De Queiroz y García, 2009).

**4.3.3. Frecuencias de encuentro de minadores y parasitoides.** El encuentro de individuos de una especie es proporcional a su densidad poblacional (Krebs y Myers, 2014), por lo que se adoptó la frecuencia de encuentro de minadores y parasitoides como indicador de la dinámica poblacional (Figura 34). Las larvas de minadores se registraron desde la primera quincena de noviembre de 2013, hasta finales de junio de 2014. En los meses de mayor encuentro (marzo a junio) se registraron cinco o

más minas/larvas por hoja, demeritando severamente la calidad y valor comercial de la planta, aparte del daño al vigor y desarrollo del cultivo (Figura 32B). Los porcentajes de encuentro de larvas en las hojas fueron semejantes entre municipios (30-34 %,  $P = 0.67$ , test de Chi-cuadrada) y heterogéneos entre fechas ( $P < 0.001$ ). Los primeros registros de *C. mystica* ocurrieron a mediados de noviembre y mostraron tendencia creciente hasta alcanzar un pico máximo en junio (Figura 34A). Los primeros especímenes de parasitoides se colectaron hasta la fecha nueve (15-enero-2014), dos meses después de que aparecieron las primeras larvas de minadores. A pesar de la amplia variación y el pequeño tamaño de muestra en ciertas fechas de muestreo, razón por la cual fueron independientes de localidades y fechas de muestreo, los porcentaje de parasitismo mostraron una tendencia creciente de 17 a 58 % en los tres municipios, con niveles más altos en mayo y junio (Figura 34B).

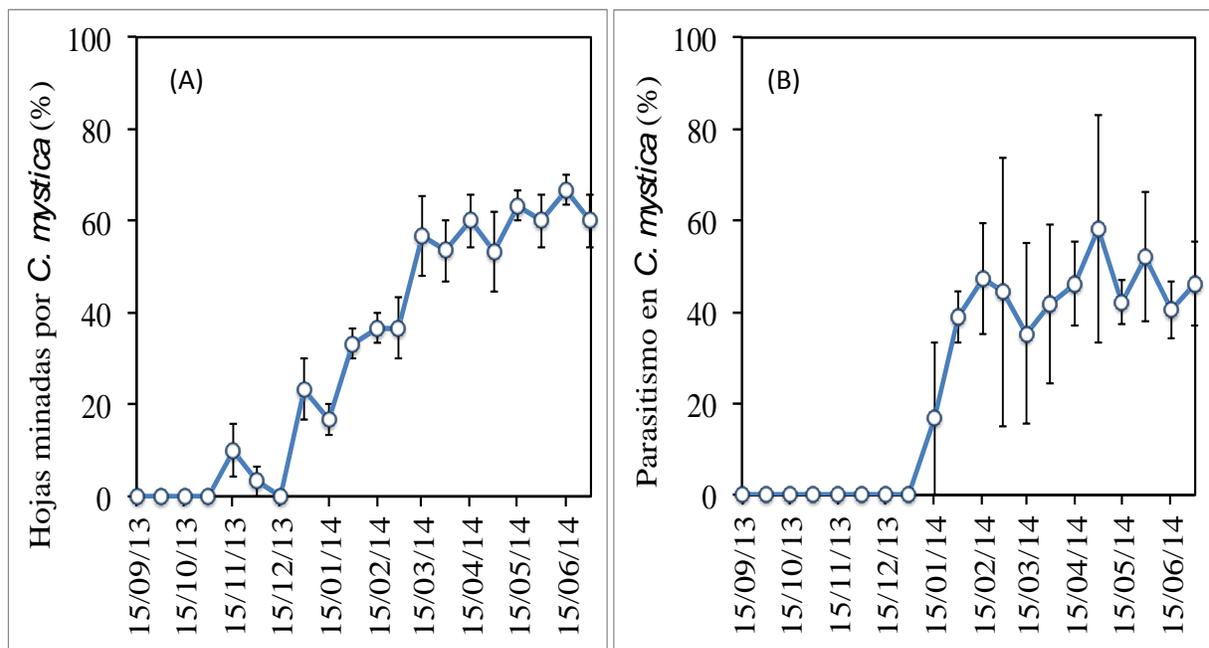


Figura 34. Frecuencia de encuentro (media  $\pm 1$  error estándar) y posibles tendencias en la dinámica poblacional del minador y sus parasitoides en localidades del norte de Sinaloa: (A) hojas de albaca infestadas con *C. mystica*, (B) individuos de *C. mystica* parasitados.

## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

Se identificaron siete especies de agromicidos, 1. *Agromyza parvicornis*, 2. *Calycomyza mistyca*, 3. *Liriomyza marginalis*, 4. *Liriomyza sativae*, 5. *Liriomyza trifolii*, 6. *Melanagromyza minima*, 7. *Melanagromyza splendida*. La más abundante fue *L. sativae* y la menos abundante fue *A. parvicornis*; las plantas hospederas de las siete especies de agromicidos contemplaron diversos cultivos y maleza como tomate, tomatillo, frijol, garbanzo, cebolla, albahaca, higuera, bledo, estafiate, cártamo, chile jalapeño, chile bell, Wedelia y Zinnia. En el presente trabajo, se hace el reporte por primera vez de *A. parvicornis* y *L. marginalis*, asociados a maíz y se presenta a *C. mystica* como primer reporte en albahaca. Tal como se puede observar, en los últimos años se han hecho hallazgos hasta entonces no reportados, tal vez derivado de que se ha incrementado la investigación de esta familia en el país y en Sinaloa, si esta tendencia de trabajos relacionados al grupo se mantienen o incrementan, quizá el número de especies o nuevas asociaciones sean reportados en los próximos años.

Las especies de parasitoides, obtenidas e identificadas, fueron: *Closterocerus cinctipennis*, *Closterocerus* sp., *Neochrysocharis* sp., *Zagrammosoma multilineatum* (Hymenoptera: Eulophidae). Así mismo, se encontraron diversas especies de otras familias, tales como: *Opius dissitus*, *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Gronotoma* sp., y algunas especies de Pteromalidae, asociados a los agromicidos identificados.

## LITERATURA CITADA

- Alvarado, R. B. y J. T. Trumble. 1999. El manejo integrado de las plagas: un ejemplo en el cultivo de tomate en Sinaloa. En: S. Anaya, R. y R. Nápoles *et al.* Hortalizas, plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México, D.F.
- Amalin, D. M., J. E. Peña, R. E. Duncan, H. W. Browning, and R. Mcsorley. 2002. Natural mortality factors acting on citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, in lime orchards in South Florida. *BioControl* 47: 327-347.
- Barranco, V. P. 2003. Dípteros de interés agronómico. Agromícidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. *Bol S.E.A.* 33: 293-307.
- Barros, R. J., Malvar, R. A., y Santiago, R. 2011. Función de la pared celular del maíz (*Zea mays* L.) como mecanismo de defensa frente a la plaga del taladro (*Ostrinia nubilalis* Hüb. y *Sesamia nonagrioides* Lef.). *Revista de Educación Bioquímica (REB)* 30(4):32-142.
- Bautista, M. N. 2006. Insectos plaga, una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México.
- Benavent, C. J., Martínez, M., Moreno, M. J. y Jiménez, P. R. 2004. Agromícidos de interés económico en España (Diptera: Agromyzidae). *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 28 (3-4): 125-136.
- Bernal, A. B., Deroncelé, C. R., Díaz, P. T. 2012. Registro de plagas de albahaca blanca (*Ocimum basilicum*) bajo condiciones de cultivo protegido. *Fitosanidad*, 16(2):87-89.
- Bernardo, U., P. A. Pedata, and G. Viggiani. 2006. Life history of *Prigalio soemius* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) and its impact on a leafminer host through parasitization, destructive host-feeding and host-stinging behavior. *Biol. Control* 37:98-107.
- Briseño, R. S. E., Aguilar, G. M., Villegaz, E. J. A. 2013. El cultivo de la albahaca. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 33 p.
- Buffington, M. L. 2002. A description of *Aegeseucoela* Buffington, new name, with taxonomic notes on the status of *Gronotoma* Förster. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 104: 589–601
- CABI, 2014. *Liriomyza sativae*. In: Crop Protection Compendium 2010 Edit. Wallingford, UK: CAB International. [www.cabi.org/cpc](http://www.cabi.org/cpc)

- Camacho, B. J. R., C. García., M, Mundo., A. D Armenta., E. Nava, P., J. I. Valenzuela, H, y G. U. González. 2012. Enemigos naturales de las moscas de los estigmas del maíz: *Euxesta stigmatias* (Loew.), *Chaetopsys massyla* (Walker) y *Eumecosommyia nubila* (Wiedemann), en Guasave, Sinaloa, México. Revista Ra Ximhai 8 (3):71-77.
- Cao, H. X.; LaSalle, J.; Zhu, C.D. 2014. A new species of *Zagrammosoma* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae) from Qinghai Province, China. ZooKeys. v.417, pp.45–55.
- 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.
- Çikman, E. y Sasakawa, M. 2011. Contributions to the Agromyzidae (Diptera) fauna of Turkey. Turk. J. Zool. 35 (1):71-78.
- Cortez, M. E., N. Castillo T. y J. Macias C. 2004. Enemigos naturales para el control biológico de insectos plaga en canola. INIFAP-CIRNO-CEVAF. Folleto Técnico No 22: 18-22.
- Cortez M. E., F.A. Valenzuela. E. 2013. Enemigos naturales del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): retos y perspectivas para su control biológico. Southwestern Entomologist, 38(4): 643-660.
- De Queiroz, J. M., Garcia, M.A. 2009. The Tritrophic System *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae)-Agromyzid leafminers (Diptera: Agromyzidae)-Parasitoids (Hymenoptera): Effects of herbivore density, host plant patch size, and habitat complexity on parasitism rate. Brazilian Archives of Biology and Technology. 52(3):573–580.
- Domínguez, R. Y., y Carrillo, S. J. L. 1976. Lista de insectos en la colección entomológica del Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Misceláneo, n.29. 245 p.
- EPPO. 1984. Data sheets on quarantine organisms. Bulletin OEPP, 14(1):78 p.
- 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.
- Étienne, J., Martinez, M. 2013. Les Agromyzidae de l'île de la Martinique, Antilles (Diptera). Bulletin de la Société Entomologique de France. 118(4):473-482.
- Freidberg, A., and M. J. G. Gijswijt. 1983. A list and preliminary observations on natural enemies of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Israel. Israel Journal of Entomology. 17: 115-116.

- García, P. D., N. Bautista Martínez., J. M. Valdez C., F. Urzua S., F. Romero N., y M. Von-Tschirnhaus. 2014. Identificación de minadores (Diptera: Agromyzidae), asociados con hortalizas y sus parasitoides. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 30(1):237-242.
- Gençer, L. 2009. Contribution to the knowledge of the chalcid parasitoid complex (Hymenoptera: Chalcidoidea) of agromyzid leafminers (Diptera: Agromyzidae) from Turkey, with new hosts and records. *Journal of Plant Protection Research*. 49(2): 158-161.
- Gil, O. R. 2009. Biosystematic contributions to Agromyzidae (Diptera). Tesis Doctorado en Ciencias. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 444 p.
- Gil, O. R., Martínez, M., Falcó, G. J. V., y Jiménez, P. R. 2010. Lista comentada de las especies de Agromyzidae (Diptera) citadas para Andalucía. *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 34 (3-4): 307-321.
- González, M. M. B., C. García G. y E. Cortez, Mondaca. 2010. Distribución de *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae) parasitoides del minador de la hoja en el norte de Sinaloa. *En* M. E. Santos, K. Arévalo, N. I. Quintero, Z., C. Solís, R., C.F. Sandoval, C., H.A. Luna, O., B. Pereyra A., L.H. Morales R., y M.G. Maldonado, B. [eds.], *Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. pp. 178-181
- Hansson, C. 1994. Re-evaluation of the genus *Closterocerus* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae), with a revision of the Nearctic species. *Entomologica Scandinavica*. 25: 1-25.
- Jones, V. P., and M. P. Parrella. 1986. Development of sampling strategies for larvae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum. *Environ. Entomol.* 15: 268-273.
- Korytkowski, C.A. 2014. Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Diptera: Muscomorpha) en el Perú. *Revista Peruana Entomología*. 49(1):1-106.
- Krebs, C., Myers, J. 2014. On Indices of Population Abundance. Evaluating Research Quality. Disponible en: [https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/ecological\\_rants/?p=1011](https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/ecological_rants/?p=1011)>. Acceso el: 10 dic. 2015.
- Lambkin, C. L., S. A. Fayed., C. Manchester., J. LaSalle., S.J. Scheffer, and D. K. Yeates. 2008. Plant host and parasitoids associations of leaf mining flies (Diptera: Agromyzidae) in the Canberra region of Australia. *Australian Journal of Entomology*. 47: 13-19.
- LaSalle, J. and M. P. Parrella. 1991. The chalcidoid parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) of economically important *Liriomyza* species (Diptera:

- Agromyzidae) in North America. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 93: 571-591.
- LeBeck, L. M., R. Gaugler, H. K. Haya., A. H. Hara, and M. W. Johnson. 1993. Host stage suitability of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to the entomopathogenic nematode *Sterneinema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). Journal of Invertebrate Pathology. 62: 58-63.
- 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.
- MacGregor, R., y O. Gutiérrez. 1983. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. Edit. Alhambra. México, D. F. 166 p.
- Martinez, M. et J. Étienne. 2002. Liste systématique et biogéographique des Agromyzidae (Diptera) de la région néotropicale. Boll. Zool. Agr. Bachic., Ser.II, 34(1): 25-52.
- Medina, R., L. Partida., R.E. Palacios., C.E. Ail., T. Díaz, y T.J. Velázquez. 2014. Primer registro de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) como minador de la hoja del garbanzo *Cicer arietinum*. Southwest. Entomol. 39(1):197-200.
- Metcalf, R. L. and W. H. Luckman. 1991. Introducción al manejo de plagas de insectos. Limusa Noriega. Traducción al español García, T. A. México, D.F. 710 p.
- Morales, G. O., N. Bautista M., J. Valdez C, J. L. Carrillo S. 2002. Identificación, biología y descripción de *Melanagromyza tomatrae* Steyskal (Diptera: Agromyzidae), barrenador del tomate *Physalis ixocarpa* Brot. Acta Zool. Mex. (n.s.). 86: 145-153.
- Murphy, S. T., and J. La Salle. 1999. Balancing biological control strategies in the IPM of new world invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. Biocontrol. 20(3): 91-104.
- Nolasco, S.H. 2008. Control del minador de la hoja de albahaca. El Sudcaliforniano, Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo, año 1, n.16. La Paz, Baja California Sur.
- Noyes, J.S. Universal Chalcidoidea Database. 2015. Disponible en: <<http://www.nhm.ac.uk/our-science/>>. Acceso el: 5 Diciembre 2015.
- OEPP/EPPO. 1984. Data sheets on quarantine organisms No. 131, *Liriomyza trifolii*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 14: 29-37.

- Pacheco, M. F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIFAP-CIANO-CAEVY. Libro Técnico No. 1. Cd. Obregón, Sonora, Méx. 414 p.
- Palacios, T. R. E., y N. Bautista M. 2004. Parasitismo de *Gronotoma melanagromyzae* Breadsley (Hymenoptera: Figitidae: Eucoilinae), en el arrocillo del tomate de cáscara *Melanagromyza tomaterae* Steyskal (Diptera: Agromyzidae). Acta Zool. Mex. (n.s.). 20(2): 237-238.
- Palacios, T. R. E. 2008. Identificación, distribución geográfica y aspectos de su biología de trece especies de Agromyzidae (Insecta: Diptera) en México. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 90 p.
- Palacios, T. R. E., J. Romero N., J. Étienne., J. L. Carrillo S., J. M. Valdez C., H. Bravo M., S. D. Koch., V. López M. y A. P. Terán V. 2008. Identificación, distribución y plantas hospederas de diez especies de Agromyzidae (Insecta: Diptera), de interés agronómico en México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.). 24 (3): 7-32.
- Palacios, T. R.E., J. Valdez C., R. Medina, F. Valenzuela, E., y A. Castañeda, V. 2015. Plantas Hospederas y Biogeografía de *Liriomyza brassicae* y *L. trifolii* y Primer Registro de *L. commelinae* (Diptera: Agromyzidae) en México. Southwest. Entomol. 40(1):205-215.
- Phillips, W. J. 1914. Corn-Leaf Blotch Miner. Journal of Agricultural Research. Vol. II (1): 15-32.
- Reitz, S. R., and J. T. Trumble. 2002. Interspecific and intraspecific differences in two *Liriomyza* leafminer species in California. Entomología Experimentalis et Applicata. 102(2): 101-113.
- Rodríguez, DE S. V., y Couri, S.M. 2012. *Calycomyza hyptidis* Spencer (Diptera, Agromyzidae): Descriptions, Redescriptions and first record in *Ocimum basilicum* (Lamiaceae) in Brazil. Revista Brasileira de Entomología. 57(2): 209-212.
- Salvador, J. R. 2001. Maíz. Publicaciones del Programa Nacional de Etnobotánica serie: traducciones No 15. Chapingo, México.
- Salvo, A., y G. R. Valladares. 2007. Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. Ciencia e Investigación Agraria. 34(3): 167-185.
- Sariol, B. H. L., y M. Aguilera. 2007. Moscas minadoras (Diptera; Agromyzidae), características y hospedantes en la provincia de Granma. Centro Agrícola 34(2):29-31.

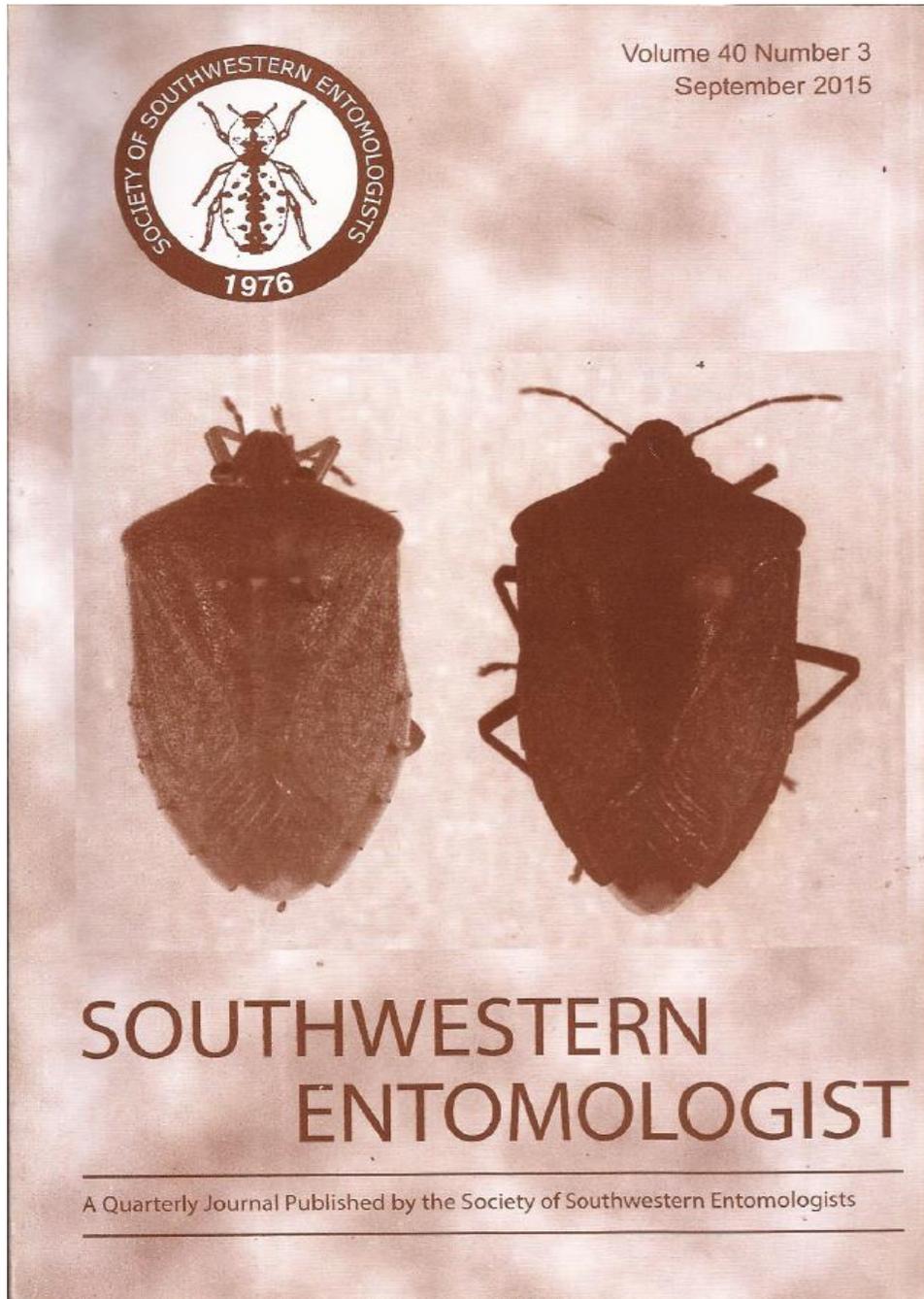
- Sasakawa, M. 2007. The neotropical Agromyzidae (Insecta: Diptera) Part. 7. Leafminers from the Galápagos Islands. *Species Diversity*. 12:193-198
- Scheffer, S.J., Winkler, I.S., and Wiegmann, B.M. 2007. Phylogenetic relationships within the leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae) inferred from sequence data from multiple genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 42: 756–775.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Cierre de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx>. Acceso el: 5 Diciembre 2015.
- Servín, R., A. Tejas, J. Valdez C., y R. E. Palacios T. 2013. Nuevo Registro de *Calycomyza malvae* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) en México y Nuevos Hospederos. *Southwest. Entomol.* 38(2): 293-298.
- SIAP-SAGARPA. 2015. Cierre de la producción agrícola por estado. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>. Acceso el: 20 sep. 2015.
- Spencer, K. A. 1963. A synopsis of the neotropical Agromyzidae (Diptera). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*. 115(12): 291-389.
- Spencer, K. A. 1966. New and interesting Agromyzidae from Florida. *Stuttgarter Beiträge Zur Naturkunde* 158:1-20.
- Spencer, K. A. 1973. The Agromyzidae (Diptera) of Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)*. 7(2): 5-108.
- Spencer, K. A., and C. E. Stegmaier. 1973. Agromyzidae of Florida, with a supplement on species from the Caribbean. *Arthropods of Florida and neighboring land areas*. Florida Department of Agriculture and consumer services. Gainesville, Florida, U.S.A. 205 p.
- Spencer, K. A. 1983. Leaf mining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 31 (1): 41-67.
- Spencer, K. A. and J. C. Steyskal. 1986. *Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States*. United States Department of Agriculture. Washington. D. C. Agriculture Handbook. 638 p.
- Spencer, K. A. 1990. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). *Series Entomologica* 45. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 444 p.
- Spencer, K. A., M. Martínez, and J. Étienne. 1992. Les Agromyzidae (Diptera) de Guadeloupe. *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)*. 28(3): 251-302.

- Spencer, K. A. 2012. Host Specialization in the World Agromyzidae (Diptera). Springer Science & Business Media. 444p.
- Stegmaier, E. C. 1967. Notes on new host plant records and parasites of *Liriomyza sorosis* in Florida (Diptera: Agromyzidae). Fla. Entomol. 50 (2): 133-136.
- Stegmaier, E. C, and G.W. Dekle. 1972. The corn blotch leafminer, *Agromyza parvicornis* Loew (Diptera: Agromyzidae). Entomology Circular No 123. 2 p.
- Valenzuela-Escoboza, F.A., N. Bautista-Martínez, J.R. Lomelí-Flores, E. Cortez-Mondaca, and J. Valdez-Carrasco. 2010. Natural parasitism of leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) in jalapeño pepper in Northern Sinaloa, México. Southwest. Entomol. 35: 569-572.
- Valenzuela-Escoboza. F., A. Reyes-Olivas, E. Cortez-Mondaca, N. Bautista-Martínez, J. R. Lomeli-Flores, R. Palacios-Torres, y C. A. Palacios-Mondaca. 2015. Identification of leaf miner and parasitoids in tomato crops in Northern, Sinaloa, México. Southwestern Entomologist. 40(3):487-492.
- Wharton, R. A. 1997. Subfamily Opiinae. in Wharton, R.A., P. M. Marsh, and M. J. Sharkey. (Eds.) Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera). Special Publications of the International Society of Hymenopterists 1. Washington, D.C., U.S.A., pp. 379–396.
- Yano, E. 2004. Recent development of biological control and IPM in greenhouses in Japan. Journal of Asia-Pacific Entomology.7: 5-11.

## ANEXOS:

### 1. Publicación de Artículo Científico

**“Identificación del minador de la hoja y sus parasitoides en el cultivo de tomate en el norte de Sinaloa”**



## Identification of Leaf Miner<sup>1</sup> and Its Parasitoids in Tomato Crops in Northern Sinaloa, Mexico

Fernando Alberto Valenzuela-Escoboza<sup>2</sup>, Álvaro Reyes-Olivas<sup>2</sup>, Edgardo Cortez-Mondaca<sup>3\*</sup>, Néstor Bautista-Martínez<sup>4</sup>, José Refugio Lomelí-Flores<sup>4</sup>, Rogelio Enrique Palacios-Torres<sup>5</sup>, and César Arturo Palacios-Mondaca<sup>2</sup>

**Abstract.** During recent cropping seasons, leaf miners (family Agromyzidae), which usually are abundant and defoliate plants, have become major pests of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crops in northern Sinaloa, Mexico. The aim of this study was to identify the species of leaf miner in tomato crops and the parasitoids that naturally regulate them in northern Sinaloa. Tomato crops were sampled every 2 weeks from October 2013 to February 2014. Leaf blades with evidence of leaf miner were collected and confined in disposable plastic cups until adult leaf miners or parasitoids emerged. The species of leaf miner was *Liriomyza sativae* Blanchard. Associated parasitoid species were *Neochrysocharis* sp., *Closterocerus* sp. Ashmead, *Opius* sp. Muesebeck, and a species not yet identified in the family Figitidae. Parasitism of leaf miners per sample date ranged from 10 to 80%, and total parasitism per sample area was 21 to 28%.

### Introduction

The state of Sinaloa is the main producer of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in Mexico, with 15,362.14 ha planted and 983,288.14 tons produced each year (SIAP-SAGARPA 2014). Tomato crops in the region are affected by various insects, the most frequent being *Keiferia lycopersicella* (Walsingham) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae), and *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) (Pacheco 1985, Bautista 2006). During recent cropping seasons, leaf miners (family Agromyzidae) have become major pests of tomatoes in northern Sinaloa where they frequently are abundant and defoliate plants. Leaf miners increase in abundance at the beginning of the flowering stage of a crop, which is attributed to application of broad spectrum insecticide aimed at controlling pests such as whiteflies (*B. tabaci*) common at that time (Valenzuela-Escoboza et al. 2010). The aim of this study was to identify the species of leaf miner and parasitoids that naturally regulate them in tomato crops in northern Sinaloa.

<sup>1</sup>(Diptera: Agromyzidae).

<sup>2</sup>Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte-UAS. Avenida Japaraqui y Calle 16, Juan José Ríos, Sinaloa, México 81110.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Valle del Fuerte. Juan José Ríos, Sinaloa, México 81110.

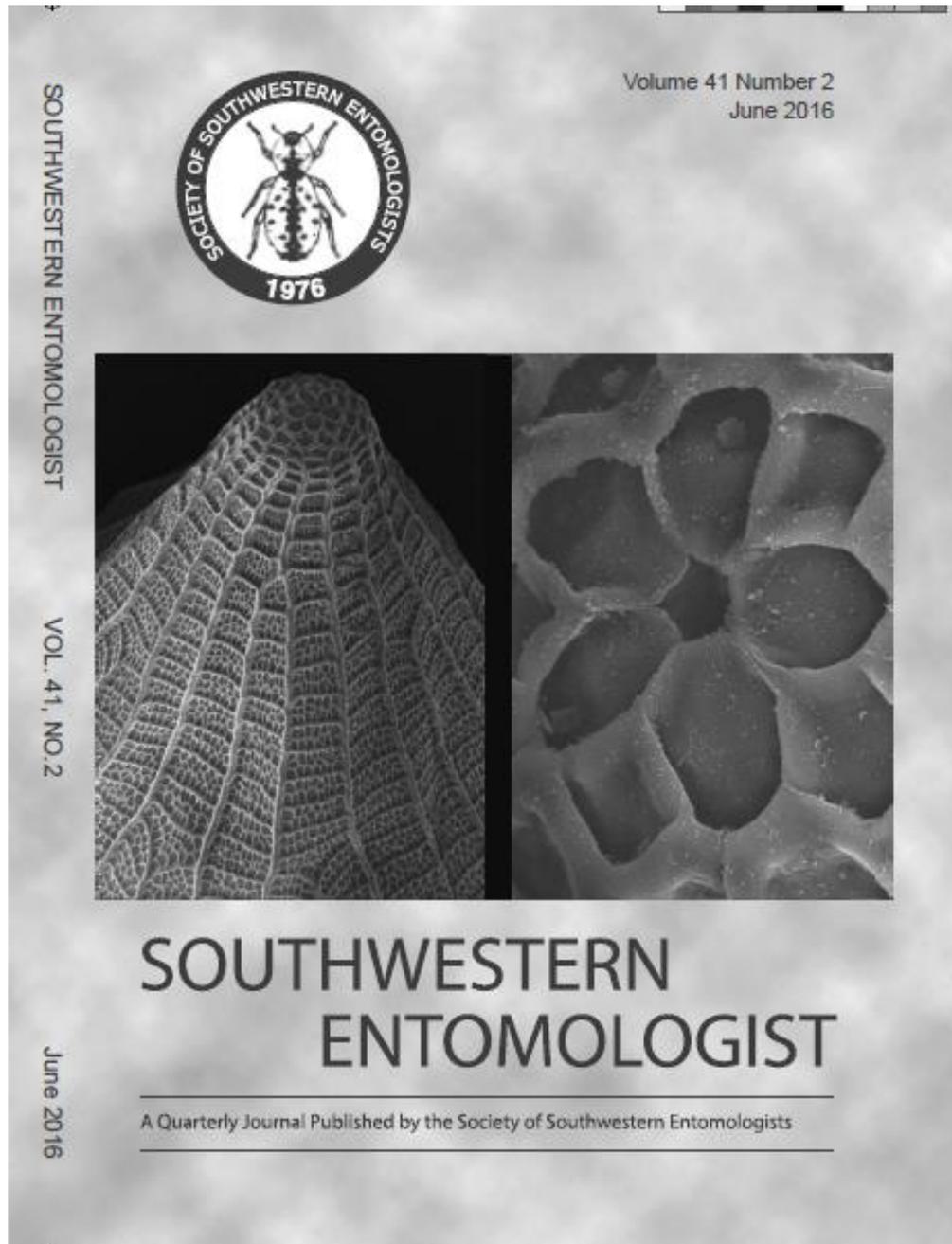
<sup>4</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Edo., de México, México 56230.

<sup>5</sup>Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca, México 68400.

\*Author for correspondence: come60@yahoo.com.

2.- Publicación de Artículo Científico

**“*Agromyza parvicornis* and *Liriomyza marginalis*: New Registries associated with Maize Crops in Mexico”**



***Agromyza parvicornis*<sup>1</sup> and *Liriomyza marginalis*<sup>1</sup>: New Registries Associated with Maize Crops in Mexico**

Fernando Alberto Valenzuela Escoboza<sup>2</sup>, Rogelio Enrique Palacios Torres<sup>3\*</sup>, Néstor Bautista Martínez<sup>4</sup>, Álvaro Reyes Olivares<sup>2</sup>, Edgardo Cortes Mondaca<sup>5</sup>, and Jorge Manuel Valdez Carrasco<sup>4</sup>

**Abstract.** The Agromyzidae family is composed of flies whose larvae feed on plants. Two leaf miner species that feed on crops of maize, *Zea mays* L., were studied. *Agromyza parvicornis* Loew 1869 caused linear mines and/or undefined spots, while *Liriomyza marginalis* (Malloch) 1913 mined linearly parallel to leaf veins. Herein are photographs of the mines, larvae, pupae, adults, and aedeagi of the two species. The *Agromyza* Fallen genus was registered in Mexico for the first time, and *L. marginalis* was added to the nine records of the genus in the country.

### Introduction

Maize, *Zea mays* L., is human food and widely used as raw material in industrial processes. Along with wheat, *Triticum aestivum* L., and rice, *Oryza sativa* L., maize is one of the most important cereals worldwide (Barros et al. 2011). In Mexico during fall-winter 2012-2013 and spring-summer 2013, 7,487,399 ha were grown with an average yield of 3.9 tons each and total commercial value of \$76,281,605. In the state of Sinaloa during that period, 497,995 ha were grown with an average yield of 8.5 tons per hectare and total commercial value of \$12,026,665 (SIAP-SAGARPA 2014).

Several factors including pests limit maize production worldwide. In Mexico, McGregor and Gutierrez (1983) reported 53 insect pest species associated with maize, while Pacheco (1985) mentioned 25 species attacking maize at Sonora and Baja California. The most important insect pest species of maize are: fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), and corn earworm, *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae). Other pests are lesser maize billbug, *Nicentrites testaceipes* (Champion) (Coleoptera: Curculionidae); June bugs, *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae); and rose chafer *Macrodactylus* spp. (Coleoptera: Melolonthidae) (Bautista 2006). The stigma fly complex of *Euxesta stigmatias* Loew, *Chaetopsis massyla* (Walker), and *Eumecosommyia nubila* (Weidemann) (Diptera: Ulidiidae) recently damaged maize at Sinaloa (Camacho et al. 2012).

<sup>1</sup>Diptera: Agromyzidae

<sup>2</sup>Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa, Calle 16 Ave. Japaraquí, C.P. 81110, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa.

<sup>3</sup>Ingeniería Agrícola Tropical, Universidad del Papaloapan, Ave. Ferrocarril S/N, Col. Ciudad Universitaria, C.P. 68400, Loma Bonita, Oaxaca.

<sup>4</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Km. 35.5 Carretera México-Texcoco. C.P. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

<sup>5</sup>INIFAP, Campo Experimental Valle del Fuerte, Cd. Juan José Ríos, Guasave, C.P. 81000.

\*Author for correspondence: rogeliopalaci57@hotmail.com; rpalacios@unpa.edu.mx

## Envío / Recepción de Artículo Científico

“The basil leaf miner *Calycomyza mystica* Martínez, 1992 (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids in Mexico”

Fernando Alberto Valenzuela Escoboza<sup>(1)</sup>, Álvaro Reyes Olivas<sup>(1)</sup>, Rogelio Enrique Palacios Torres<sup>(2\*)</sup>, Edgardo Cortez Mondaca<sup>(3)</sup>, Néstor Bautista Martínez<sup>(4)</sup> y Jorge Manuel Valdez Carrasco<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Universidad Autónoma de Sinaloa, Calle 16 Ave. Japaraqui, C.P.81110, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa. [fernando.vzla@favf.mx](mailto:fernando.vzla@favf.mx), [alreo.uas@gmail.com](mailto:alreo.uas@gmail.com)

<sup>(2)</sup>Ingeniería Agrícola Tropical, Universidad del Papaloapan, Avenida Ferrocarril S/N, Col. Ciudad Universitaria, C.P. 68400, Loma Bonita, Oaxaca.

[rogeliopalaci57@hotmail.com](mailto:rogeliopalaci57@hotmail.com) \* Autor para Correspondencia.

<sup>(3)</sup>INIFAP, Campo Experimental Valle del Fuerte, Cd. Juan José Ríos, Guasave, C.P. 81110. [come60@yahoo.com](mailto:come60@yahoo.com)

<sup>(4)</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Km. 35.5 Carretera México- Texcoco. C.P. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. [nestor@colpos.mx](mailto:nestor@colpos.mx), [jvaldez@colpos.mx](mailto:jvaldez@colpos.mx)

Resumen—Se colectaron muestras de follaje de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cada quince días durante diez meses para determinar la fauna de agromícidos y parasitoides asociados en tres municipios del norte de Sinaloa. Las muestras se confinaron en el laboratorio hasta la emergencia de adultos, los cuales se identificaron con base en su morfología y las características de las minas en las hojas, con el apoyo de literatura especializada y el cotejo de expertos. Se identificó a *Calycomyza mystica* Martínez (Diptera: Agromyzidae), de la cual se proveen fotos del edeago, bomba eyaculadora y del daño por minas de este díptero. *O. basilicum* es una especie introducida originaria de la India y se reporta en el presente estudio como la primera planta hospedera registrada para este insecto a nivel mundial. Se obtuvieron los parasitoides *Zagrammosoma multilineatum* y *Gronotoma* sp., asociados a este minador de la hoja y tendencias de la dinámica poblacional de ambos grupos. *C. mystica* puede causar daños foliares y pérdidas significativas en el cultivo de albahaca, los parasitoides son una alternativa para el manejo de esta plaga.

Términos para indexación: diptera, agromyzidae, parasitismo, *Ocimum basilicum*

**From:** Rogelio Enrique Palacios Torres [<mailto:rogeliopalaci57@hotmail.com>]  
**Sent:** Friday, March 25, 2016 4:52 PM  
**To:** MACRAE, TED C [AG/1005]  
**Subject:** Manuscript entitled: The basil leaf miner *Calycomyza mystica* Martinez, 1992 (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids in Mexico

**Managing Editor**

Dr. Ted C. MacRae

Enclosed, we have the pleasure of send you the manuscript entitled:

“The basil leaf miner *Calycomyza mystica* Martinez, 1992 (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids in Mexico”

The manuscript was prepared like scientific article, accordance with journal guidelines. We hope that this paper satisfies the editorial requirements.

We'll be glad to receive your notices and instructions

Thanks in advance for your special consideration; we remain, hoping to hear from you soon.

---

**From:** MACRAE, TED C [AG/1005]  
**Sent:** Wednesday, March 30, 2016 10:06 AM  
**To:** 'Rogelio Enrique Palacios Torres'  
**Subject:** PPE MS #2016-18 - submission received

Hi Rogelio,

Thank you for your submission to *The Pan-Pacific Entomologist*. I have assigned your submission the processing number **PPE MS #2016-18**. Please include this number in the subject line in all future correspondence about this manuscript.

Attached is our Author Information Package. It contains further instructions and a PCES Page Charge Agreement (PCA) on page 3. Review this package carefully and sign and date the PCA and return it to me at your earliest convenience (e-mail submission of scanned PDF preferred). The signed PCA must be received before your manuscript can be further processed.

PCES members may be eligible to apply for a C.P. Alexander Grant, which can partially offset the costs of the first five pages. To apply for a grant, complete page 4 and submit to Robert Zuparko ([rzuparko@calacademy.org](mailto:rzuparko@calacademy.org)), Treasurer.

Bes regards,

Ted C. MacRae

Managing Editor *The Pan Pacific Entomologist* Tel (office): (636) 737-6793  
Tel (mobile): (314) 323-1497  
E-mail: [ted.c.macrae@monsanto.com](mailto:ted.c.macrae@monsanto.com)  
Website: [http://www.pcentsoc.org/default.asp?Action=Show\\_Pan-Pac](http://www.pcentsoc.org/default.asp?Action=Show_Pan-Pac)

