

LA MOSCA QUE FRENA LAS EXPORTACIONES HORTICOLAS DEL ALTIPLANO DE GUATEMALA

Ronaldo Pérez, Arturo Méndez y Charles MacVean
Laboratorio de Entomología Aplicada

INTRODUCCION A LOS INSECTOS QUE SE TORNAN PLAGAS

De más de un millón de especies de insectos conocidos en la Tierra, unas 360,000 son fitófagas, es decir que se alimentan de plantas (Figura 1). Entre éstas se encuentran las denominadas "plagas" agrícolas, o sea las que causan daños a plantas cultivadas por el hombre. El resto del millón de especies conocidas son carnívoras, que se alimentan de otros insectos o chupan la sangre de animales vertebrados, o saprófagas, que se alimentan de tejido muerto, detritus y otra materia orgánica (Strong et al., 1984). Para ofrecer una perspectiva del número de especies fitófagas de insectos, éstas se pueden comparar con las 8,500 especies de aves que hay en el mundo, o las 4,500 especies de mamíferos. ¡Existen 10 veces más mariposas y palomillas, que aves y mamíferos juntos! Sin embargo, a pesar del enorme número de especies fitófagas, muy pocas de ellas, probablemente menos del 1%, son plagas agrícolas (Evans, 1984 ; Newman, 1993). ¿Por qué?

Primero, muchos insectos se han adaptado a un número reducido de especies de plantas hospederas (a veces sólo una) y no atacan a las demás. Luego, la mayoría de estos insectos cumplen funciones ecológicas que pasan desapercibidas pero que son importantes en la naturaleza ya que actúan como "podadoras" y recicladoras de nutrientes al suelo, y son reguladas a su vez por otros insectos depredadores y parasíticos, enfermedades y variaciones desfavorables del clima. Además, no todo lo verde es apetecible para un insecto fitófago, ya que las plantas poseen sustancias químicas tóxicas y tejidos poco digeribles que las protegen contra una defoliación total (Harborne, 1982; Strong et al., 1984). De aquí ha resultado una coexistencia entre plantas e insectos, que data desde hace 380 millones de años (Período Devónico) y que ayuda a entender que el término "plaga" no se aplica a la naturaleza (Flint and van den Bosch, 1983); este concepto se refiere a aquellas especies que, en épocas recientes, se han convertido en problemas para los seres humanos.

A pesar de los mecanismos que normalmente regulan la interacción entre insectos y plantas, suceden explosiones o brotes de fitófagos cuando se alteran los factores de control, especialmente en sistemas agrícolas pero también en la naturaleza. En un agroecosistema de monocultivo, el caso típico de la agricultura moderna, donde se encuentra una sola especie bajo cultivo, los fitófagos capaces de desarrollarse en esta especie encuentran un oasis concentrado de tejido tierno y nutritivo, lo cual propicia el crecimiento de sus poblaciones. Cuando esto se conjuga con el uso inadecuado de insecticidas, se eliminan los depredadores y parasitoides, enemigos naturales de los fitófagos que normalmente mantienen bajo control su población, y se produce una explosión de "plaga" (Risch, 1987). El conocimiento de estos controles naturales y cómo conservarlos en los agroecosistemas es esencial para impedir o minimizar los brotes de fitófagos y mantener así un sistema balanceado en el que se tolera cierto daño, mientras se obtenga una cosecha rentable (Metcalf and Luckman, 1982; Pfadt, 1985).

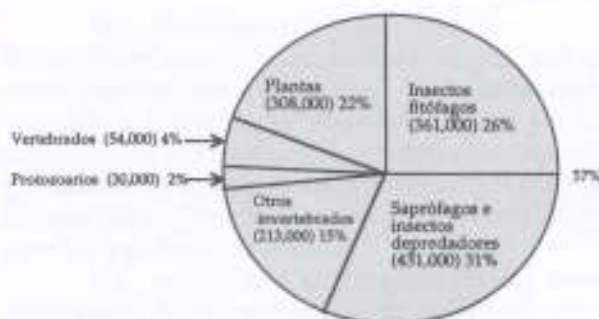


Figura 1. Diversidad de insectos en relación a otros grupos de organismos conocidos. Se indica números de especies y su porcentaje del total. Modificado de Strong, et al., 1984.

Las moscas minadoras

Este trabajo busca demostrar que el estudio de la biología y distribución geográfica de una plaga agronómica, en este caso las comúnmente denominadas "moscas minadoras", son puntos claves para el manejo racional de la misma. De igual forma, muchos de los problemas que una plaga agrícola presenta se originan en el desconocimiento de su biología básica, incluyendo su ciclo de vida, distribución geográfica y estacional, plantas hospederas silvestres tanto como cultivadas, enemigos naturales y fuentes naturales de mortalidad. Las moscas minadoras del género *Liriomyza* (orden Diptera, familia Agromyzidae) reciben su nombre común por el hecho que la mosca adulta pone sus huevos dentro del tejido de la planta y la etapa juvenil, o larva, que se parece a un diminuto gusano, se alimenta del interior de las hojas, tallos o frutos, dejando atrás un pequeño túnel o mina (Figura 2). Cuando la larva termina su crecimiento, se transforma en pupa, la etapa de la metamorfosis intermediaria entre el estado juvenil y el adulto en que el insecto desarrolla sus alas y se prepara para emerger como mosca voladora.

La familia Agromyzidae contiene alrededor de 2,500 especies, de las cuales sólo 11 son polífagas, es decir, atacan a una amplia gama de especies de plantas hospederas; de éstas, 5 se encuentran en el género *Liriomyza*. Este género contiene las 3 especies de mayor relevancia económica: *L. huidobrensis*, *L. sativae* y *L. trifolii*. Conocidas por el nombre genérico de "minadores serpentinos", estas 3 especies han cobrado enorme importancia como plagas agrícolas en las últimas dos décadas (Parella, 1987). Cuando las larvas alcanzan altas densidades en su planta hospedera, dañan el funcionamiento de hojas y tallos, reduciendo el rendimiento del cultivo. Además, la presencia de minadores en el producto cosechado causa detenciones de exportaciones en fronteras internacionales por el riesgo de establecerse en nuevos lugares como plagas impactantes a la agricultura de la zona. De hecho, estas detenciones cuarentenarias han constituido a la fecha un problema mucho más importante para cultivos como arveja china y cebollín que los daños a la cosecha en sí.

Estado cuarentenario de las moscas minadoras en Guatemala

A finales de 1995, en ausencia de información acerca de las especies de moscas minadoras presentes en cultivos de Guatemala, las restricciones cuarentenarias hacia las exportaciones hortícolas del país eran severas: en puertos como Miami, Florida, todo embarque de vegetales frescos proveniente de



Figura 2. Daño producido por las larvas de mosca minadora en hojas de arveja china; las áreas blancuzcas son las "minas" que quedan donde la larva ha comido el tejido interior.

nuestro país en el que se detectara cualquier mosca minadora o su daño, era sujeto a detención y fumigación sin importar la especie de mosca minadora o si esta especie estaba presente en ese lugar (Fisher, 1993; Fisher, 1994, com. pers.). Estas restricciones surgieron porque al no conocerse las especies de minadores en Guatemala, se temía que minadores exóticos podrían ingresar a los Estados Unidos y convertirse en nuevas plagas para la agricultura de ese país.

Estudios previos en Guatemala, por Alvarez (1993), MacVean y Pérez (1994), y Dubón et al. (1995) sugerían, pero no comprobaban, que una sola especie de mosca minadora estaba presente en arveja china y dulce (*Pisum sativum*) del altiplano central de Guatemala, donde ocurre virtualmente toda la producción de arveja. Esta especie de Agromyzidae fue determinada como *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) por MacVean y Pérez (1994), y confirmada por el Dr. R. Peterson del Laboratorio de Entomología Sistemática (Departamento de Agricultura del gobierno de Estados Unidos) en Beltsville, Maryland. Esta especie de mosca minadora es relativamente común en muchas partes de los Estados Unidos (pero no en el estado de Florida) y por lo tanto no presenta mayor riesgo en productos importados. A raíz de estos resultados, las autoridades cuarentenarias nacionales indicaron que estarían dispuestas a re-evaluar, y posiblemente suspender, las restricciones hacia embarques de Guatemala si se pudiera demostrar que *L. huidobrensis* es la única especie presente en arveja china y otros cultivos. Sin embargo, el gobierno de cada estado tiene la autoridad de establecer sus

propios reglamentos cuarentenarios y el caso de Florida sigue presentando barreras para exportaciones de Guatemala, como se discutirá más adelante.

Biología e importancia agrícola de *L. huidobrensis*

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

En puertos de ingreso como Miami, Florida, es considerada una plaga cuarentenaria o "accionable" (su detección puede llevar a la detención y fumigación del material vegetal infestado) ya que, aunque ha sido registrado en el Estado de Florida (Poe y Montz, 1981; CABI/EPPO, 1992) aparentemente no se ha establecido una población viable ni permanente. Tampoco se ha determinado el rango de condiciones (temperatura, humedad relativa y otros) tolerables para *L. huidobrensis* (Steck, 1996).

Adicional al riesgo cuarentenario que *L. huidobrensis* representa, su potencial como plaga agrícola *per se* está sólidamente establecido: En poblaciones de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Costa Rica, las explosiones de *L. huidobrensis* en la década anterior provocaron una contracción del área de siembra de papa en 38%, una disminución del rendimiento promedio de 24.28 a 12.91 ton/ha y un incremento de 20 a 50% en los costos de fitoprotección por aplicaciones de plaguicidas (Barea, 1994). A diferencia de *L. sativae* y *L. trifolii*, que minan la parte interna superior de la hoja (mesófilo en empalizada), las minas serpentinadas de *L. huidobrensis* se localizan en la parte interna inferior de la hoja (mesófilo esponjoso). Esto implica mayor impacto sobre la actividad de las estomas. En un estudio sobre crisantemos (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) las minas de *L. huidobrensis* redujeron en un 80.5% la actividad fotosintética de las hojas y en 78.4% la conductancia del mesófilo. Las punciones que la hembra realiza para alimentarse u ovipositar también redujeron significativamente la tasa fotosintética de la planta (Parella, et al. 1985). En experimentos aún no publicados por Tay (1996), las punciones de moscas minadoras en plantas de marigold (*Tagetes erecta* L.) parecen estar relacionadas a mortandad de plantas por hongos del género *Alternaria*.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Durante 1996, se realizó un muestreo en el altiplano central de Guatemala, con el fin de determinar las especies de moscas minadoras de la familia Agromyzidae presentes en arveja china (*Pisum sativum* L.), así como los cultivos y malezas circundantes. La investigación fue realizada por el Laboratorio de Entomología Aplicada de la Universidad del Valle de Guatemala. El objetivo principal del estudio era proveer información taxonómica completa acerca de las especies de Agromyzidae presentes en el altiplano central de Guatemala, en las principales localidades productoras de arveja china sugeridas por el Censo 1995 de Productores de Arveja China (Gremial de Exportadores de Productos No-Tradicionales, GEXPRONT, 1995). Los objetivos secundarios incluían el estudio e identificación de: a) plantas hospederas alternas, b) enemigos naturales, principalmente avispas parasíticas, y c) posibles variaciones estacionales en la ocurrencia de especies de moscas minadoras, en época seca y lluviosa. El fin último del estudio era de contribuir datos biológicos esenciales para permitir que grupos exportadores, como GEXPRONT, pudieran solicitar y apoyar una revisión de los reglamentos cuarentenarios en Estados Unidos. Los resultados del estudio se presentan en esta publicación.

METODOLOGIA

La selección de las localidades muestreadas se basó en la información del más reciente censo de productores de arveja china (GEXPRONT, 1995). Este censo sugería que más del 95% de la producción de arveja china para exportación estaba comprendida en los Departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez, en el altiplano central de Guatemala (Figura 3). Otras zonas productoras de arveja china incluían San José Pinula (Guatemala) y Sololá (Sololá), así como Monjas (Jalapa) y Salamá (Baja Verapaz), éstas dos últimas fuera del altiplano central.

Una vez seleccionadas las localidades del altiplano central, éstas se muestrearon durante la época seca (octubre-abril) y la época lluviosa (mayo-septiembre) del año. También se programaron viajes de colecta a las zonas productoras de arveja fuera del altiplano central. El total de puntos de muestreo dentro de cada localidad intentó reflejar su relevancia en términos del área de arveja china sembrada.

Un total de 284 muestras (vainas u hojas minadas, hasta un peso de 0.5 Kg por muestra) fueron colectadas y analizadas. Se monitoreó la pupación en cada muestra por 15 días en cajas de crianza estándar,



Figura 3. Mapa del altiplano central de Guatemala. Las principales localidades productoras de arveja china aparecen como círculos negros.

cubiertas por un fino organdi para impedir la entrada o salida de moscas minadoras o sus parasitoides. La emergencia de moscas adultas y parasitoides se monitoreó por otros 15 días en cajas Petri plásticas. Las moscas minadoras (Agromyzidae) se identificaron con las claves por Spencer (1983) y Spencer y Steyskal (1996). Se obtuvo identificaciones definitivas del Laboratorio de Entomología Sistemática en Beltsville, Maryland. Los parasitoides fueron enviados a especialistas taxonómicos en los Estados Unidos e Inglaterra, para su identificación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de todas las localidades muestreadas apoyan la hipótesis de que una sola especie de mosca minadora, *L. huidobrensis* (Blanchard) está presente en arveja china del altiplano central de Guatemala, con una segunda especie, tentativamente *L. sativae*, presente a menor altitud. *L. huidobrensis* se encontró a lo largo de todo el año en arveja y otros cultivos, pero estaba limitada al área del altiplano, en altitudes entre 1500 - 2600 m sobre el nivel del mar. Esto tiene implicaciones importantes para la reglamentación cuarentenaria, ya que *L. huidobrensis* es una especie común en la parte oeste de los Estados Unidos (California, Washington, Utah, Texas)

(Spencer, 1981), donde no presenta mayor riesgo al entrar en productos hortícolas procedentes de otras partes del mundo. Sin embargo, *L. huidobrensis* no es una especie común en Florida, por donde ingresa la mayor parte de embarques hortícolas procedentes de Guatemala y donde las autoridades regulatorias (Division of Plant Industry, Department of Agriculture) sí la consideran una especie peligrosa para la agricultura del estado, y por tanto sujeta a detención cuarentenaria. Las plantas hospederas principales y alternas, así como la distribución geográfica de *L. huidobrensis* en Guatemala, se presentan en el Cuadro 1.

Otras moscas minadoras encontradas esporádicamente a lo largo del año en plantas hospederas distintas de arveja china incluyeron varias especies del género *Liriomyza*: *L. (Calycomyza) ipomaeae*, *L. commelinae*, *L. sabaziae*, *L. sativae* (aún por confirmar), *L. trifolii*, una o dos especies adicionales de la familia Agromyzidae, y por lo menos una especie de Drosophilidae y una de Anthomyiidae. Las plantas hospederas para estas especies se listan en el Cuadro 2. Los minadores no fueron comunes en las malezas asociadas a los cultivos del altiplano central, excepto en un par de granjas de Sacatepéquez donde *L. huidobrensis* parecía "desbordarse" hacia las malezas como resultado de altas densidades de infestación en cultivos como apio y lechuga.

Cuadro 1. Plantas hospederas y localidades geográficas donde se encuentra *L. huidobrensis* en Guatemala

A. CULTIVO	ESPECIE	DEPARTAMENTO
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	CHI, SAC, SOL, QUE
Apio	<i>Apium graveolens</i>	CHI, SAC
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	CHI
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	CHI, SOL, QUE
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>geminifera</i>	CHI
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	GUA
Haba	<i>Vicia faba</i>	CHI
"Hierba Maggi"	<i>Levisticum officinale</i>	CHI
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	CHI
Puerro	<i>Allium porrum</i>	CHI
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	CHI
Radicchio	<i>Cichorium</i> sp.	CHI
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>	CHI
Repollo	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	CHI
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	CHI
Cucurbitaceae, Aptaceae, Fabaceae y Brassicaceae desconocidas		SAC
B. ORNAMENTALES		
Lisiantus	<i>Lisiantus</i> sp.	CHI
Gerbera	<i>Gerbera</i> sp.	CHI
C. PLANTAS ASOCIADAS (MALEZAS)		
<i>Amaranthus</i> sp.	Amaranthaceae	GUA
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	SAC
<i>Galinsoga erticaefolia</i>	Asteraceae	SAC
<i>Schisticarpa platyphylla</i>	Asteraceae	CHI
<i>Sonchus oleracea</i>	Asteraceae	CHI

CLAVE: GUAtemala, CHImaltenango, SACatepéquez, SOLolá, QUEtzenango

Cuadro 2. Plantas hospedero y distribución geográfica de las especies de Agromyzidae distintas de *L. huidobrensis* en Guatemala

PLANTA HOSPEDERO	FAMILIA	DEPARTAMENTO
A. <i>Liriomyza (Calycomyza) ipomaeae</i> <i>Calypocarpus wendlandii</i> <i>Phaseolus vulgaris</i>	Asteraceae Fabaceae	Guatemala, Sololá Guatemala
Estos hospederos son inusuales, ya que <i>L. ipomaeae</i> está reportada sólo en plantas de la familia Convolvulaceae.		
B. <i>Liriomyza commelinae</i> <i>Commelina diffusa</i> <i>Commelina erecta</i> <i>Commelina</i> sp.	Commelinaceae Commelinaceae Commelinaceae	Guatemala Guatemala Jalapa
C. <i>Liriomyza subaziae</i> <i>Dahlia</i> sp. <i>Galinsoga erticaefolia</i> <i>Phaseolus vulgaris</i>	Asteraceae Asteraceae Fabaceae	Chimaltenango, Sololá Guatemala Guatemala
D. <i>Liriomyza astivae?</i> (por confirmar) <i>Cucumis sativus</i> <i>Cucurbita</i> sp. <i>Lycopersicon esculentum</i> <i>Physalis philadelphica</i> <i>Pisum sativum</i>	Cucurbitaceae Cucurbitaceae Solanaceae Solanaceae Fabaceae	Baja Verapaz Guatemala Jalapa Sacatepéquez Jalapa
E. <i>Liriomyza trifolii</i> <i>Tagetes erecta</i>	Asteraceae	Guatemala

A pesar de que *L. huidobrensis* es una especie altamente polífaga y ocurre en una gran variedad de cultivos en Guatemala (Cuadro 1), es escasa en las malezas circundantes y vegetación nativa, lo que sugiere que *L. huidobrensis* ha sido introducida al altiplano central en los cultivos mismos. La escasez de *L. huidobrensis* fuera del sistema de cultivo indica que es poco probable encontrar controles biológicos específicos para la mosca minadora en el entorno del cultivo, ya que no podrían sobrevivir en ausencia de su presa. Es decir, no podemos contar con agentes de control que imigren al cultivo y efectúen allí una regulación de la mosca minadora. La excepción podría ser la imigración de parasitoides o depredadores generalistas que utilizan una amplia gama de insectos hospederos en el entorno del cultivo, aun cuando la mosca minadora no está presente. Efectivamente obtuvimos varias especies de avispas parasíticas generalistas en mosca minadora (ver sección a continuación), pero desconocemos su potencial para regular la población de minadores.

Con esto se resalta la importancia crucial del manejo racional de las plantaciones de arveja china para conservar o aumentar el control natural interno. Este escenario se ajusta bien a lo que se conoce de las explosiones poblacionales, o brotes, de moscas minadoras en otros cultivos, como tomate, donde el uso inadecuado de plaguicidas contra gusanos (Noctuidae) y otras plagas ha eliminado el complejo de enemigos naturales y permitido a un herbívoro secundario (la mosca minadora) adquirir estatus de plaga primaria. Estudios en papas, en Israel, muestran que el uso de plaguicidas organofosforados y otros no-selectivos empleados en el control de moscas minadoras eliminaron la población de avispas parasitoides casi por completo, resultando en grandes poblaciones de moscas minadoras, respecto del control sin plaguicidas (Weintraub y Horowitz, 1996). Los brotes de *L. huidobrensis* en Costa Rica se atribuyen al uso indiscriminado de plaguicidas no selectivos contra las polillas de la papa (Barea, 1994).

Los parasitoides criados a partir de moscas minadoras de Guatemala fueron identificados como: *Chrysocharis ignota* (Eulophidae); *Gronotoma* sp., *Disorygma pacifica*, *Moneucoela* sp. (Eucollidae); *Notoglyptus tzeltales* y *Halticoptera* sp. (Pteromalidae), y varias especies de la familia Braconidae. Se han identificado más de 40 especies de parasitoides en el género *Liriomyza* (Parella, 1987). El control natural de las moscas minadoras probablemente depende de la presencia y reproducción de agentes de control dentro del sistema del cultivo; sin embargo, las hortalizas de exportación con sus aplicaciones calendarizadas de plaguicidas químicos, suelos desnudos y sin fuentes

de néctar para los depredadores y parasitoides adultos pueden resultar poco adecuados para mantener un control natural por sí solos. Por lo tanto, es importante determinar la relevancia de los hospederos alternos (plantas, así como presas) como refugio para los enemigos naturales de la plaga.

Finalmente, en relación al problema de restricciones cuarentenarias, el hecho que sólo una especie de mosca minadora, *L. huidobrensis*, se encuentra en el altiplano guatemalteco y que ésta especie es común en muchas partes de Estados Unidos es ventajoso para las exportaciones hortícolas hacia ese país, ya que aun cuando transporten minadores éstos no representan un riesgo de plaga nueva. En el caso particular del estado de Florida, *L. huidobrensis* no se ha establecido como especie común y sigue considerándose una amenaza como nueva plaga agrícola, por lo que existen restricciones cuarentenarias prohibitivas para productos destinados a este estado. Recientemente, a la luz de los resultados de este estudio, autoridades del Departamento de Agricultura han permitido que embarques hortícolas provenientes de Guatemala ingresen y pasen por Florida mientras tengan como destino final otro estado (PPQ, 1996). A pesar de que *L. huidobrensis* ha sido introducida en el pasado en embarques hortícolas a Florida, este minador no se ha establecido, lo que sugiere que las condiciones ambientales no son propicias para su desarrollo. Si éste fuera el caso, el DPI (Division of Plant Industry) de Florida ha indicado que estaría anuente a revisar los reglamentos de cuarentena, ya que la restricción de entrada a *L. huidobrensis* no tendría sentido (W. Dixon, comunicación personal, 1997). En el futuro cercano, esperamos llevar a cabo experimentos de crecimiento de minadores a distintas condiciones de temperatura y humedad que simulan el clima de Florida. Con estos resultados podremos evaluar mejor los riesgos que representa la presencia de *L. huidobrensis* en productos hortícolas que llegan desde Guatemala, y poder así sustentar la reglamentación cuarentenaria más razonable y realista.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con fondos PL-480 obtenidos por el Programa Colaborativo de Investigación en Manejo Integrado de Plagas (IPM CRSP, por sus siglas en inglés) a través de CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) e ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). Agradecemos el apoyo de Roger Williams (Ohio State University) y de Víctor Salguero (IPM CRSP, Guatemala) para el desarrollo del proyecto, y

las identificaciones taxonómicas realizadas por Ray Gagné (Agromyzidae, Systematic Entomology Laboratory, Beltsville, MD), John LaSalle (Eulophidae, International Institute of Entomology, London), Kathy Schick y Steve Heydon (Eucollidae y Pteromalidae, University of California, Davis), Elfriede Pöhl y Ana Lucrecia E. de MacVean (plantas hospederas, Herbario, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala).

LITERATURA CITADA

- Alvarez, G. A. 1993. Caracterización del daño e identificación de la mosca minadora en arveja china (*Pisum sativum*) en: Dardón, D. y V. Salguero (eds.). Manejo integrado de plagas en arveja, Fase II: 1992-1993. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p. 44-48.
- Barea, O. 1994. Importancia económica de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en la papa, en Costa Rica, y opciones para su manejo utilizando períodos críticos y umbrales de acción. Tesis de maestría. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Turrialba. 126 p.
- CABI/EPPO. 1992. Data sheets on quarantine pests: *Liriomyza huidobrensis*, pp. 194-198. In: Steck, G. 1996. Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services Entomology Circular No.378. Division of Plant Industry. 3 p.
- Dubón, R., L. Calderón, D. Dardón y V. Salguero. 1995. Identificación de especies de mosca minadora (Diptera: Agromyzidae) que atacan arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.). Proyecto MIP ARF-ICTA-CATIE. Manejo integrado de plagas en arveja, Fase III: 1993-1994. Guatemala. p.2-6.
- Evans, H. E. 1984. Insect biology, a textbook of entomology. Addison-Wesley Publishing Co. Reading, Mass. 436 p.
- Fisher, R. 1993. Plagas de interés cuarentenario encontradas por inspectores de USDA-APHIS en productos no-tradicionales de exportación de Guatemala entre 1985-1991. PDA-USAID, AID Project 520-0274. Guatemala. 26 p.
- Flint, M. L. y R. van den Bosch. 1983. Introduction to insect pest management. Plenum Press, New York. 240 p.
- GEXFRONT (Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales). 1995. Censo de productores de arveja china. Guatemala.
- Harborne, J. B. 1982. Introduction to ecological biochemistry, 2nd ed. Academic Press. New York. 278 p.
- MacVean, C. y R. Pérez. 1994. Efecto de la refrigeración a 1°C sobre la pupación y emergencia de adultos de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en arveja china (*Pisum sativum*). Proyecto No. 596-0165 Chemonics-USAID. Guatemala. 19 p.
- Metcalf, R. L. y W. H. Luckman. 1982. Introduction to insect pest management. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. 577 p.
- Morales, H., R. Pérez y C. MacVean. 1994. Impacto ecológico de los cultivos hortícolas no-tradicionales en el Altiplano de Guatemala. AVA-ICSO, Guatemala. 60 p.
- Newman, E. I. 1993. Applied ecology. Blackwell Scientific Pubs. London. 328 p.
- Olivera, C., D. Bordat and P. Letourmy. 1993. Influence of temperature on the laying behavior of females of the leaf miners *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis*. In: *Liriomyza*, Proceedings, Mission de Cooperation Phytosanitaire pp. 37-48. Departement des cultures annuelles, CIRAD, Montpellier, France (abstract in TropAg database).
- Parella, M. 1987. Biology of *Liriomyza*. Annual Review of Entomology 32:201-204.
- Parella, M., V. Jones, R. Youngman and L. Lebeck. 1985. Effect of leaf mining and stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of *Chrysanthemum*. Annals of the Entomological Society of America 78(1):90-93.
- Pladt, R. E. 1985. Fundamentals of applied entomology. 4th ed. Macmillan Publishing Co. New York. 742 p.
- Poe, S. y J. Montz. 1981. Preliminary results of a leaf miner species survey, pp. 24-34. In: Steck, G. 1996. Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services Entomology Circular No.378. Division of Plant Industry. 3 p.
- PPQ, 1996. Change in quarantine status of the pea leafminer. Communication issued by Plant Protection and Quarantine (Animal and Plant Health Inspection Service, U. S. Department of Agriculture), December 4, 1 p.
- Risch, S. J. 1987. Agricultural ecology and insect outbreaks. En: Barbosa, P. y J. C. Schultz (eds.) Insect outbreaks, Capítulo 9, p. 217-240. Academic Press. San Diego, 578 p.
- Spencer, K. A. 1981. A revisionary study of the leaf-mining flies (Agromyzidae) of California. Special Publication 3273, Division of Agricultural Sciences, University of California, Berkeley. 489 p.
- Spencer, K. A. 1983. Leaf mining Agromyzidae (Diptera) in Costa Rica. Revista de Biología Tropical 31(1):41-67.
- Spencer, K. A. and G. Steyskal. 1986. Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the U.S. USDA, Agriculture Handbook No. 638. 478 p.
- Steck, G. 1996. Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services Entomology Circular No.378. Division of Plant Industry. 3 p.
- Strong, D. R., J. H. Lawton y R. Southwood. 1984. Insects on plants, community patterns and mechanisms. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 313 p.
- Tay, K. 1996. Datos no publicados del Departamento de Investigación y Desarrollo, MAYACROPS, S. A., Guatemala.
- Weintraub, P. y R. Horowitz. 1996. Spatial and diel activity of the pea leafminer (Diptera: Agromyzidae) in potatoes, *Solanum tuberosum*. Environmental Entomology 25(4):722-726.