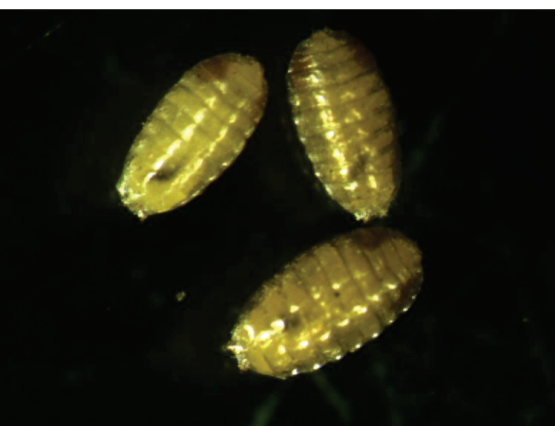
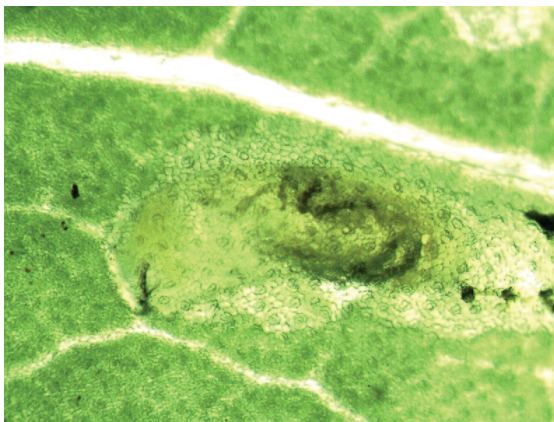
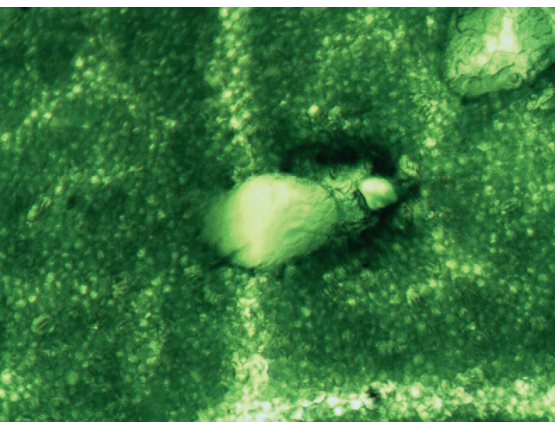


Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 268

Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia

*Tiago Cardoso da Costa-Lima
Alessandra de Carvalho Silva
José Roberto Postali Parra*

Esta publicação está disponibilizada no endereço:

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido

BR 428, km 152, Zona Rural

Caixa Postal 23 56302-970 Petrolina, PE

Fone: (87) 3866-3600 Fax: (87) 3866-3815

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Flávio de França Souza

Secretária Executiva: Lúcia Helena Piedade Killi

Membros: Alessandra Monteiro Salviano

Diana Signor Deon

Fernanda Muniz Bez Birolo

Francislene Angelotti

Gislene Feitosa Brito Gama

José Maria Pinto

Juliana Martins Ribeiro

Mizael Félix da Silva Neto

Pedro Martins Ribeiro Júnior

Rafaela Priscila Antonio

Roseli Freire de Melo

Salete Alves de Moraes

Supervisor editorial: Sidinei Anunciação Silva

Revisor de texto: Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva

Fotos da capa: Tiago Cardoso da Costa-Lima

Editoração eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos

1ª edição (2015): Formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.

CIP - Brasil. Catalogação na publicação

Embrapa Semiárido

Costa-Lima, Tiago Cardoso da.

Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia / por Tiago Cardoso da Costa-Lima, Alessandra de Carvalho Silva, José Roberto Postali Parra. – Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

36 p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 268).

1. Praga de planta. 2. Mosca. 3. *Liriomyza sativae*. 4. *Liriomyza trifolii*. 5. *Liriomyza huidobrensis*. I. Silva, Alessandra de Carvalho. II. Parra, José Roberto Postali. III. Título. IV. Série.

CDD 632.7

© Embrapa 2015

Autores

Tiago Cardoso da Costa-Lima

Biólogo, D.Sc. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Alessandra de Carvalho Silva

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Biologia Parasitária, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

José Roberto Postali Parra

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Entomologia, professor da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Apresentação

Os insetos são importantes para a produção de alimentos. Quando consideramos aspectos como reprodução de plantas e produção de frutos, está implícita a associação desses eventos com os insetos, que são responsáveis pela distribuição dos grãos de pólen da flor masculina para a flor feminina, mas alguns deles podem comprometer a produção agrícola, como é o caso daqueles que compreendem o gênero *Liriomyza*.

A invasão de insetos que assolam algumas culturas e comprometem seu rendimento pode ser controlada por meio de medidas decorrentes da realização de estudo de Entomologia, que é uma importante área do conhecimento que estuda, identifica e analisa o comportamento de insetos; tanto dos benéficos, como dos prejudiciais à agricultura, como a mosca-minadora.

Neste trabalho são tratados aspectos relacionados ao gênero *Liriomyza*, cujas espécies são apontadas como grandes causadoras de impactos negativos na produção agrícola, inclusive no Submédio do Vale do São Francisco, um importante polo frutícola do Brasil.

As informações apresentadas são de grande relevância para aqueles que estejam interessados em começar a estudar o gênero, pois o trabalho faz um grande levantamento de estudos realizados para a detecção e estabelecimento de estratégias de controle de mosca-minadora, uma das pragas que atacam cultura como tomate, pepino, batata, melão entre outras.

Pedro Carlos Gama da Silva
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Sumário

Introdução	9
Moscas-minadoras do gênero <i>Liriomyza</i>	10
Aspectos taxonômicos	18
Distribuição geográfica	19
Biologia	20
Plantas hospedeiras	25
Histórico no Brasil	27
Considerações Finais	29
Referências	29

Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia

Tiago Cardoso da Costa-Lima; Alessandra de Carvalho Silva; José Roberto Postali Parra

Introdução

Moscas da família Agromyzidae representam um grupo muito particular de insetos fitófagos por causa do seu hábito. As larvas desse grupo de insetos, ao se alimentarem da planta, constroem galerias no parênquima foliar que também lhes garantem abrigo.

Apesar de a maioria dos representantes desse grupo de insetos serem minadores de folhas (em torno de 75%), há larvas de agromizídeos que podem se alimentarem de raízes, caules, vagens e inflorescência de plantas herbáceas, e troncos e galhos de árvores (SPENCER, 1973).

As moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* são consideradas as de maior importância econômica do grupo. Uma grande diversidade de culturas, principalmente de oleráceas e plantas ornamentais, está associada à ocorrência desses dípteros, em campo e cultivos protegidos. As plantas espontâneas são também hospedeiras comuns desses insetos praga.

As três principais espécies de importância econômica, *L. trifolii* (Burgess), *L. sativae* Blanchard e *L. huidobrensis* (Blanchard), são nativas do continente americano e possuem histórico de rápida disseminação e ocupação de diferentes ambientes e, atualmente, estão presentes em diversas partes do mundo (KANG et al., 2009; MURPHY; LASALLE, 1999).

O principal prejuízo decorrente do ataque de *Liriomyza* spp. é resultante da alimentação larval, o qual reduz a área verde da planta e, consequentemente, a sua capacidade fotossintética. Um ataque severo ainda no início do desenvolvimento da planta pode causar sua morte. Danos estéticos também são importantes quando a folha é o produto a ser comercializado, e podem ser decorrentes das minas formadas pelas larvas, dos pontos de oviposição ou das puncturas de alimentação das fêmeas (MINKENBERG; LENTEREN, 1986; PARRELLA et al., 1984). Estas aberturas também podem servir como porta de entrada para patógenos (DURAIRAJ et al., 2010).

O controle químico desses insetos é dificultado pelo seu hábito, mas observa-se que as moscas-minadoras são naturalmente atacadas por muitas espécies de inimigos naturais que causam a sua morte (HARRIS et al., 1990; MITSUNAGA; YANO, 2004; PARRELLA et al., 1982). Em ambientes em que não existe a pressão dos inseticidas, em geral, as moscas-minadoras não causam problemas à cultura em decorrência do controle efetuado por parasitoides (PARRELLA; KEIL, 1984). Estes micro-himenópteros são comercializados em diversos países, desde a década de 1980, para o controle biológico aplicado de *Liriomyza* spp. (LENTEREN, 2012).

No Brasil, existem poucas publicações sobre as moscas-minadoras, embora essas tenham grande importância econômica para diversas culturas, como meloeiro (*Cucumis melo* L.), cebola (*Allium cepa* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), batateira (*Solanum tuberosum* L.), melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), pepineiro (*Cucumis sativus* L.), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], gérbera (*Gerbera* spp.), entre outras.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma compilação de informações básicas e de resultados de pesquisas sobre moscas-minadoras para subsidiar estudos do gênero *Liriomyza*.

Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza*

Morfologia dos estágios imaturos e adulto

Os adultos de moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* possuem as seguintes características: comprimento de 1 mm a 3 mm; cerda fronto-orbital reclinada; geralmente com área pré-escutelar e escuto escurecido

de cor uniforme, raramente amarelo; escutelo amarelo na maioria das espécies, raramente escuro (Figura 1); nervura costal se estendendo até a nervura M_1 ; célula discal pequena; nervura dm-cu presente na maioria das espécies (Figura 2); órgão estridulatório presente nos machos (um "raspador", formado por saliências quitinizadas na parte interna do fêmur da perna posterior e uma linha de projeções quitinizadas na membrana pleural, entre os tergitos abdominais e os esternitos) (COLLINS, 2004; SPENCER, 1987). As fêmeas são, em geral, maiores que os machos e podem ser diferenciadas pela presença de ovíscapo (bainha do ovipositor) (Figura 3).

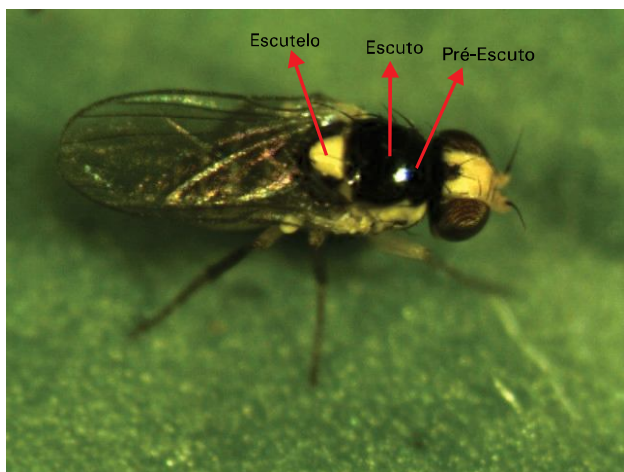


Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 1. Adulto de *Liriomyza sativae*, com indicação do mesonoto (escuto + pré-escuto) e escutelo, regiões torácicas que possuem importância para definição do gênero.

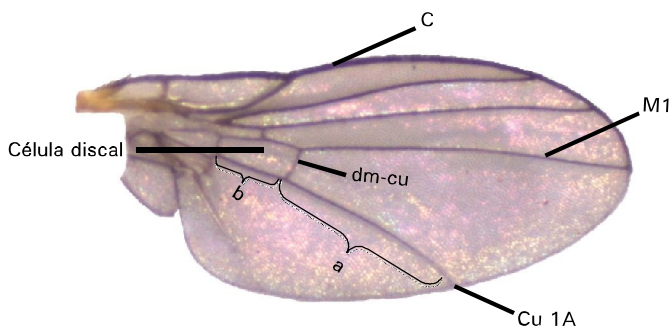


Figura 2. Indicação de nervuras da asa de *Liriomyza sativae* (C, M1, dm-cu e Cu 1A) e célula discal de importância para a identificação do gênero.

Foto: Tiago C. da Costa-Lima



Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 3. Seta indicando oviscapo (bainha do ovipositor) de fêmea de *Liriomyza sativae*.

As diferenças morfológicas entre muitas espécies de *Liriomyza* proximamente relacionadas são tênues, mas as diferenças de cor suaves são detectáveis e constantes. No entanto, a identificação da maioria das espécies só é possível com o exame da genitália do macho (Figura 4) (SPENCER, 1972).

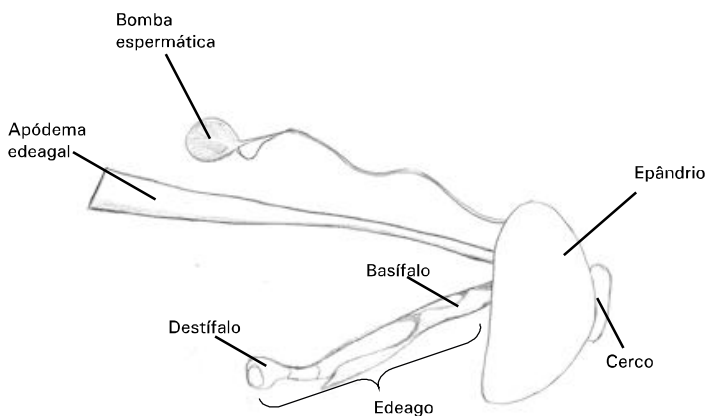


Figura 4. Genitália de um macho de *Liriomyza* sp., especificando suas diferentes partes.

Ilustração de: Tiago C. da Costa-Lima, com base em Spencer (1981) e Korytkowski (2014).

Os ovos das moscas-minadoras são esbranquiçados e translúcidos, com dimensões que variam, a depender da espécie, de 0,25 mm x 0,10 mm a 0,28 mm x 0,15 mm (Figura 5) (AGUILERA, 1972; DIMETRY, 1971).

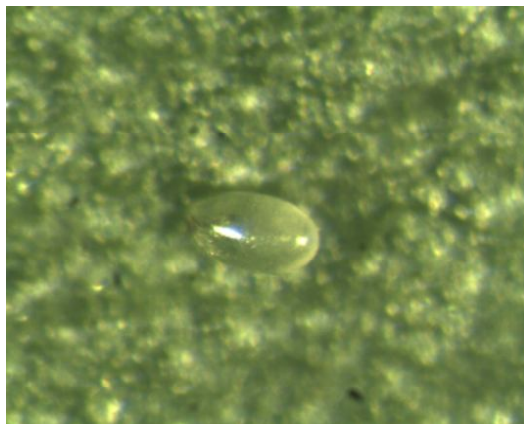


Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 5. Ovo translúcido de *Liriomyza sativae* exposto após ser retirado de folha de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

As larvas recém-eclodidas têm em torno de 0,5 mm e, no instar final, medem, em média, 3 mm. Para as espécies *L. huidobrensis*, *L. bryoniae* e *L. strigata* (Grupo 1), as larvas possuem coloração creme e, no instar final, desenvolvem uma área amarelo alaranjado na face dorsal na extremidade anterior, que pode se estender até a superfície ventral. Para *L. sativae* e *L. trifolii* (Grupo 2), as larvas são transparentes ao eclodirem e depois adquirem uma coloração amarelo alaranjado (Figura 6) (COLLINS, 2004).



Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 6. Larva de *Liriomyza sativae*, retirada da mina, de coloração amarelo alaranjado.

As pupas de *Liriomyza* spp. são ovais e suavemente achatadas ventralmente, possuindo em torno de 2 mm. Para as espécies do Grupo 1, as pupas variam de coloração, desde amarelo-laranja até marrom-escuro. Nas espécies do Grupo 2, as pupas variam de amarelo alaranjado para um marrom dourado mais escuro (Figura 7) (COLLINS, 2004).



Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 7. Pupas de *Liriomyza sativae* em adiantado desenvolvimento, demonstrando coloração marrom dourado.

Para a distinção das três principais espécies de importância econômica do gênero *Liriomyza* que ocorrem no Brasil, *L. trifolii*, *L. sativae* e *L. huidobrensis*, pode-se consultar as Tabelas 1 e 2, que foram elaboradas por Collins (2004) a partir de informações de Spencer (1973). Para a localização das estruturas citadas, recomenda-se observar as Figuras 1, 2, 4, 8 e 9.

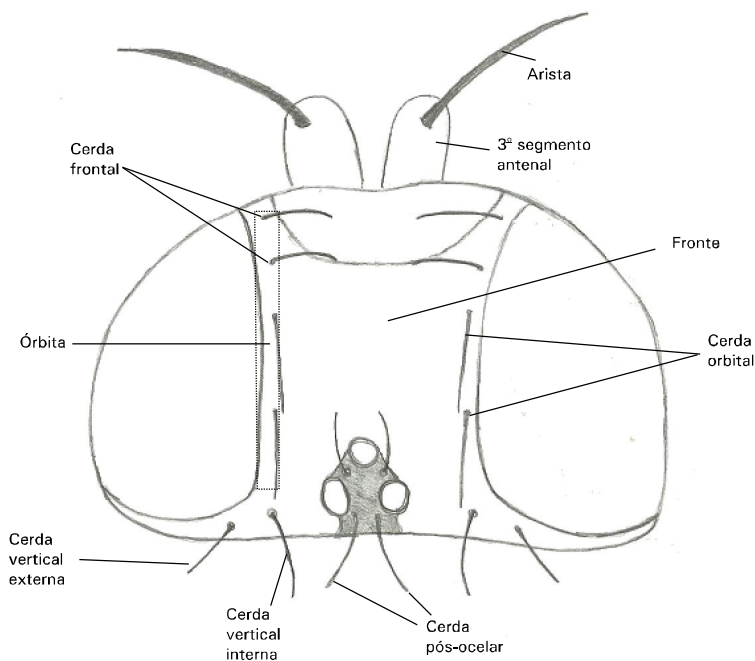


Figura 8. Vista superior de cabeça de *Liriomyza* sp. indicando diferentes áreas, cerdas e partes da antena.
Ilustração: Tiago C. da Costa-Lima.

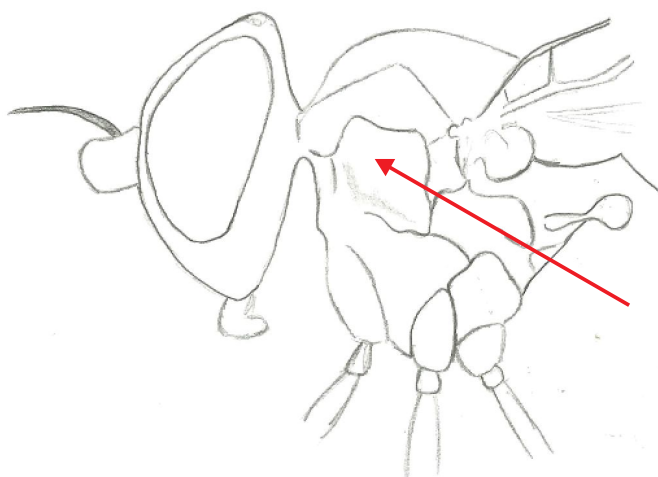


Figura 9. Visão lateral de adulto de *Liriomyza* sp., com seta indicando o anepisterno, região torácica de importância taxonômica.
Ilustração: Tiago C. da Costa-Lima, com base em Korytkowski (2014).

Tabela 1. Caracteres morfológicos externos de adultos de *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza sativae* e *Liriomyza trifolii* [Collins (2004), a partir de Spencer (1973)].

Espécie	Distifalo (ver Figura 4)	Cerda vertical (ver Figura 8)	Anepisterno (ver Figura 9)	Nervura Cu 1A (Ver Figura 2)
<i>L. huidobrensis</i>	Dois bulbos distais unidos apenas nas margens	Ambas as cerdas verticais na superfície preta	Amarelo com variações de áreas em preto, geralmente nos $\frac{3}{4}$ da porção inferior	"a" com comprimento 2-2,5 vezes maior que "b"
<i>L. sativae</i>	Um único bulbo com uma leve constrição entre as metades superior e inferior	Cerda vertical externa na superfície preta e a interna pode variar, ficando na parte preta ou na superfície amarela	Predominantemente amarelo, com área em preto, variando de tamanho desde uma barra pequena ao longo da margem inferior a uma área ao longo de toda a margem inferior	"a" com comprimento 3-4 vezes maior que "b"
<i>L. trifolii</i>	Um único bulbo com uma constrição marcante entre as metades superior e inferior	Ambas as cerdas verticais encontram-se na superfície amarela	Amarelo, com marcas preto acinzentada na margem ântero-inferior	"a" com comprimento 3-4 vezes maior que "b"

Tabela 2. Caracteres morfológicos externos de adultos de *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza sativae* e *Liriomyza trifolii* [Collins (2004), a partir de Spencer (1973)].

Espécie	Terceiro segmento antenal	Fronte e órbitas (Ver Figura 8)	Fêmur	Mesonoto (Ver Figura 1)	Comprimento da asa
<i>L. huidobrensis</i>	Suavemente aumentado, geralmente escurecido	Fronte amarela, geralmente mais laranja que amarelo-esverdeado; órbitas superiores ligeiramente escurecidas	Amarelo, variavelmente escurecido com estrias pretas	Preto fosco	1,7-2,25 mm
<i>L. sativae</i>	Pequeno e amarelo	Fronte e órbitas amarelas brilhantes	Amarelo brilhante	Preto brilhante	1,3-1,7 mm
<i>L. trifolii</i>	Pequeno e amarelo	Fronte e órbitas amarelas.	Amarelo, ocasionalmente com estrias marrons suaves	Preto fosco com uma subtonalidade cinza	1,3-1,7 mm

Aspectos taxonômicos

Estudos paleontológicos sugerem uma diversificação dos agromizídeos no período Paleogeno recente, sendo da época do Paleoceno (em torno de 65 milhões de anos atrás), o mais antigo icnofóssil registrado (WINKLER et al., 2010). Acreditava-se que o hábito minador da maioria dos agromizídeos era derivado de espécies que se alimentavam do caule (NOWAKOWSKI, 1962; SPENCER, 1990; TSCHIRNHAUS, 1971). No entanto, estudos posteriores, avaliando caracteres morfológicos e moleculares, não encontraram nenhuma evidência neste sentido (DEMPEWOLF, 2005; SCHEFFER et al., 2007).

A taxonomia dos agromizídeos polípagos, principalmente os do gênero *Liriomyza*, mostrou-se bastante confusa no passado. Isso ocorreu por causa da grande quantidade de hospedeiros comuns a diferentes espécies e à sua similaridade morfológica (PARRELLA et al., 1982). Os trabalhos de Spencer (1973) e de Spencer e Steyskal (1986) sobre a sistemática de Agromyzidae trouxeram grande contribuição para a taxonomia do grupo, sendo a identificação das espécies, em grande parte, feita com base em características da genitália masculina.

De acordo com as características morfológicas, as espécies de *Liriomyza* mais comuns em cultivos agrícolas podem ser separadas em dois grupos naturalmente distintos: Grupo 1 – *L. bryoniae*, *L. huidobrensis* e *L. strigata* e Grupo 2 – *L. sativae* e *L. trifolii*. As espécies membro de cada grupo compartilham estruturas similares na genitália do macho, indicando um ancestral comum. As larvas dessas espécies também têm aparência similar com relação à cor do corpo e à estrutura dos espiráculos posteriores. Entretanto, caracteres externos dos adultos usados para a identificação, particularmente aqueles baseados na cor (Tabelas 1 e 2), não se enquadram perfeitamente nestes dois agrupamentos (COLLINS, 2004).

Com o crescimento da importância econômica das espécies polípagas de *Liriomyza*, novas técnicas passaram a ser importantes para a identificação dos estágios imaturos e das fêmeas adultas. Isso foi possível com a evolução de técnicas de biologia molecular, baseadas no sequenciamento de uma região gênica mitocondrial única (geralmente, a Citocromo Oxidase I), denominada de “barra de códigos” do DNA (HEBERT et al., 2003). Esta técnica foi aplicada com sucesso para a diferenciação das principais espécies polípagas de *Liriomyza* (KOX et al., 2005; SCHEFFER et al., 2006).

Por meio de trabalhos de caracterização molecular de moscas-minadoras também foi possível verificar a presença de espécies crípticas. Para *L. huidobrensis* foi confirmada a presença de duas espécies, passando a população da América do Norte a ser denominada *L. langei* Frick e a da América do Sul manteve o nome de *L. huidobrensis* (SCHEFFER, 2000; SCHEFFER; LEWIS, 2001). Para *L. trifolii* e *L. sativae* foram evidenciados diferentes clados nas populações estudadas que também sugerem a presença de um complexo de espécies crípticas (SCHEFFER; LEWIS, 2005; 2006).

No Brasil, esta técnica de caracterização molecular foi primeiramente aplicada por Lima et al. (2009) para adultos de moscas-minadoras, coletados na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. A espécie foi definida como *L. sativae* e demonstrou maior proximidade ao clado A do trabalho de Scheffer e Lewis (2005). Esta população foi registrada apenas no continente americano, nos Estados Unidos (Flórida), Honduras e Guatemala. Utilizando a mesma metodologia, Ferreira (2014) avaliou 14 populações de moscas-minadoras do Nordeste e Sudeste do Brasil coletadas em meloeiro, tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Todas as amostras foram identificadas como sendo *L. sativae* e agrupadas em um único clado.

Wang et al. (2011) decifraram o genoma mitocondrial completo de *L. trifolii* e ressaltaram a importância desses estudos para a identificação de espécies de moscas-minadoras, para a diferenciação de populações e para a caracterização da evolução molecular dos Diptera. Informações que contribuem para o controle destas pragas.

Distribuição geográfica

Os agromizídeos são distribuídos em todo o mundo, desde o Norte da Groenlândia até a Patagônia e nas ilhas subantárticas no Sul da Nova Zelândia (SPENCER; STEYSKAL, 1986). As moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* são largamente distribuídas no Novo e Velho Mundo; no entanto, são mais comuns em áreas temperadas, com poucas espécies nos trópicos (PARRELLA, 1987).

Das cinco espécies consideradas polífagas, *L. bryoniae* e *L. strigata* são nativas da Europa e *L. trifolii*, *L. sativae* e *L. huidobrensis* são originárias das Américas, (SPENCER, 1973). Atualmente, as três últimas espécies citadas têm causado preocupação por causa do alto nível de polifagia e do aumento de ocorrência em novas áreas

geográficas (MURPHY; LASALLE, 1999). De acordo com o mapa de distribuição das pragas quarentenárias da Europa elaborado pela EPPO/CABI (SMITH et al., 1997), *L. trifolii* está presente em 97 países, *L. huidobrensis* em 63 e *L. sativae* em 54.

O raio de dispersão natural de *L. trifolii* se estende dos estados no Nordeste dos Estados Unidos até o Golfo do México, sendo a Flórida (EUA), segundo Spencer (1973,1989), o centro de origem da praga. A primeira explosão populacional dessa espécie nos Estados Unidos foi relatada no Estado do Iowa em 1932 (HARRIS; TATE, 1933). Desde então, outros desequilíbrios populacionais e/ou relatos da praga foram feitos na Venezuela em 1960/1961 (SPENCER, 1989), na Colômbia em 1974/1975 (MINKENBERG; LENTEREN, 1986), na Califórnia em 1975/1976 e no Canadá, no início da década de 1980 (MCCLANAHAN, 1983). Na América do Sul, também há registros de *L. trifolii* na Guiana Francesa, Guiana, Peru, Equador, Chile, Brasil e Argentina (SMITH et al., 1997; SPENCER, 1973, 1989). A invasão e expansão desta espécie pelo Velho Mundo têm ocorrido desde a década de 1970 (MURPHY; LASALLE, 1999). Atualmente, *L. trifolii* é uma praga cosmopolita, encontrada em 19 países da África, em 17 países da Ásia, em 19 países na Europa e em seis ilhas da Oceania (CABI, 2015).

A espécie *L. huidobrensis* possui maior distribuição no Oeste das Américas, e foi primeiramente descrita na Argentina por Blanchard em 1926 (SPENCER, 1973). A partir da década de 1980, esta mosca-minadora rapidamente se dispersou pelos continentes europeu e asiático, sendo considerada, atualmente, uma praga cosmopolita (HE et al., 2002; SHEPARD et al., 1998).

Assim como *L. huidobrensis*, *L. sativae* foi primeiramente descrita na Argentina em 1938. Esta, ocorre nos estados do Sudeste dos Estados Unidos até a Califórnia, assim como no Caribe e na maior parte da América do Sul. O primeiro relato de explosão populacional de *L. sativae* ocorreu na Flórida, em 1948 e, desde então, novos registros foram feitos, ampliando sua área de distribuição (SPENCER, 1973). Em relação ao Velho Mundo, esta praga é o mais recente relato das espécies de *Liriomyza*, que causa problemas em diversas culturas, principalmente, no Sudeste asiático, desde 1994 (MARTINEZ, 1994; MURPHY; LASALLE, 1999).

Biologia

Para a maior parte das espécies de *Liriomyza*, o acasalamento ocorre 24 horas após a emergência e, geralmente, nas primeiras horas

da manhã (DIMETRY, 1971; PARRELLA et al., 1983; PARRELLA; BETHKE, 1984). Os machos e fêmeas acasalam mais de uma vez e cópulas múltiplas são necessárias para uma produção máxima de ovos (OATMAN; MICHELBACHER, 1958). Desde o início da década de 1980 (SPENCER, 1981) até os dias atuais, nenhum feromônio sexual foi apresentado para espécies de *Liriomyza*. No entanto, machos de *Liriomyza* spp. produzem sons por vibrações torácicas rítmicas acompanhadas de vibrações alares (KANMIYA, 2006).

Bethke e Parrella (1985) estudaram o comportamento de punctura das folhas, para a alimentação e oviposição de *L. trifolii* e observaram que, quando a fêmea insere o acúleo no mesofilo foliar, podem ser apresentados dois tipos de comportamento: movimentação lateral do abdome, ocasionando uma punctura em forma de leque e, quando não há essa movimentação, forma-se uma punctura tubular (Figura 10). Esta última é geralmente realizada para oviposição, enquanto a primeira ocorre no processo de alimentação. No entanto, as fêmeas se alimentam da seiva extravasada em todas as puncturas. Outros autores também verificaram que os machos, por serem incapazes de formarem suas próprias puncturas, se aproveitam daquelas realizadas pelas fêmeas (MUSGRAVE et al., 1975; OATMAN; MICHELBACHER, 1958).

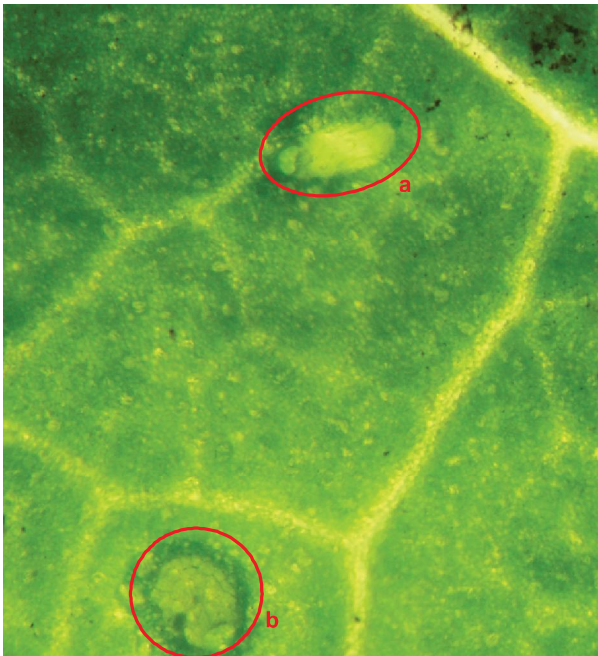


Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 10. Punctura tubular (oviposição) (a) e punctura em leque (alimentação) (b) de *Liriomyza sativae* em folha de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Em estudos com *L. sativae* a 25 °C e que foi fornecido mel como fonte de alimento para os adultos, as fêmeas viveram, em média, entre 12 e 13 dias e os machos 8 dias (COSTA-LIMA et al., 2010; HAGHANI et al., 2006). A longevidade geralmente decresce em temperaturas mais elevadas e o fornecimento de mel para os adultos aumenta a longevidade (PARRELLA, 1987).

Após o acasalamento, as fêmeas podem ovipositar tanto na face adaxial quanto abaxial das folhas (Figura 11) (PARRELLA, 1987). Para *L. sativae*, observou-se uma predominância de posturas na face superior de folhas de feijão-caupi (COSTA-LIMA et al., 2010). Os ovos são depositados isoladamente, mas, muitas vezes, próximos uns dos outros e nenhum feromônio de marcação foi encontrado para o gênero, diferentemente do que ocorre com outros agromizídeos (BETHKE; PARRELLA, 1985; MCNEIL; QUIRING, 1983). O período de desenvolvimento do ovo para *L. sativae*, *L. trifolii* e *L. huidobrensis* varia de 1,6 a 7,8 dias, na faixa entre 15 °C e 35 °C (HAGHANI et al., 2006; LANZONI et al., 2002; LIMA et al., 2009).

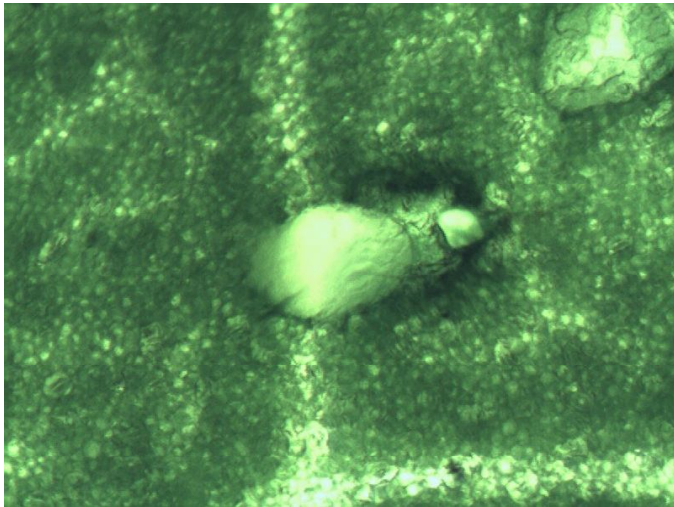


Foto: Tiago C. da Costa-Lima

Figura 11. Postura endofítica de *Liriomyza sativae* em folha de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Visualiza-se o ovo sob a epiderme da folha e a abertura provocada pela oviposição.

A larva inicia sua alimentação logo após a eclosão e prossegue até o seu completo desenvolvimento, quando deixa a folha (WEBSTER; PARKS, 1913). Dependendo da espécie de *Liriomyza*, ocorre diferença do local de alimentação. Assim, *L. trifolii* se alimenta do mesófilo paliádico, *L. huidobrensis*, do mesófilo esponjoso (PARRELLA et al., 1985) e *L. brassicae*, dos mesófilos paliádico e esponjoso (SPENCER, 1973). De acordo com a disponibilidade de alimento, as larvas podem migrar para outras estruturas da planta, como as hastes (SPEYER; PARR, 1949).

O estágio larval apresenta três instares (SPENCER, 1973). A separação pode ser feita por meio de medições do aparato bucal (PETITT, 1990). Em decorrência da necessidade de matar a larva para este fim, em geral, nos trabalhos de biologia, os autores se referem simplesmente à duração. Para *L. sativae*, essa fase teve 5 dias de duração, a 25 °C, em feijão-caupi (LIMA et al., 2009).

O início da pré-pupa, por definição, é considerado quando a larva cessa a alimentação e eliminado suas excreções (GORDH; HEADRICK, 2001). Nas espécies de *Liriomyza*, esse é o período compreendido entre a saída da larva da folha e a sua pupação. Esse estágio tem duração de 2 a 4 horas e varia consideravelmente com a temperatura (LIEBEE, 1984). A duração do estágio de pupa é responsável por, no mínimo, 50% do período de ovo a adulto da mosca-minadora. Para *L. sativae*, esta fase correspondeu a 9 dias, a 25 °C, em feijão-caupi. Assim como nos outros estágios, a duração varia inversamente com o aumento da temperatura (LIMA et al., 2009). Em geral, a pupação ocorre no solo e, ocasionalmente, nas folhas, na base das folhas ou no caule (PARRELLA, 1987). Em pesquisa na Itália, foi verificada diapausa no estágio de pupa de *L. trifolii*, na temperatura de 16 °C (SUSS et al., 1984).

Considerando-se o período ovo-adulto, as espécies *L. trifolii*, *L. huidobrensis* e *L. sativae*, podem variar de 12 até 51 dias, entre 32 °C e 15 °C (BRAUN; SHEPARD, 1997; CHARLTON; ALLEN, 1981; LIMA et al., 2009) (Figura 12).

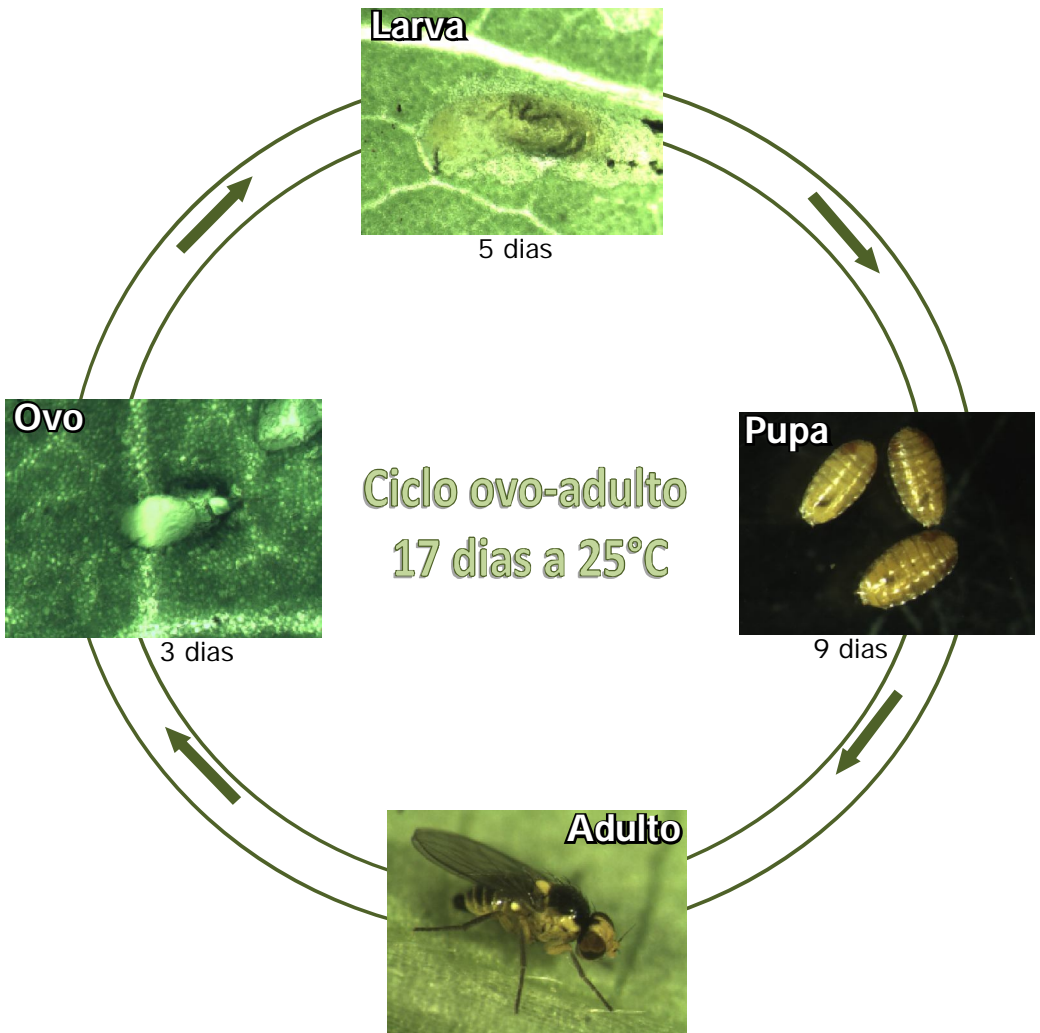


Figura 12. Período ovo-adulto de *Liriomyza sativae* em feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] a 25 ± 1 °C, $50 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.
Fotos: Tiago C. da Costa-Lima

Plantas hospedeiras

A maioria dos agromizídeos é especialista e 95% se alimentam de espécies de apenas uma família botânica (WARD; SPALDING, 1993). Espécies polífagas, que possuem plantas hospedeiras de diferentes famílias, são muito raras e apenas 14 espécies são registradas de um total de 1.190 (SPENCER, 1990). O gênero *Liriomyza* é o que possui o maior número de plantas hospedeiras relatadas (SCHEFFER et al., 2007).

Das moscas-minadoras polífagas, *L. trifolii* é conhecida principalmente como praga de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) e aipo (*Apium graveolens* L.) (CAPINERA, 2001a). No Brasil, é considerada praga-chave em cebola (RAMALHO; MOREIRA, 1979), além disso, esta praga se hospeda em um grande número de plantas, incluindo hortaliças e ornamentais. Em 1986, já havia citação de mais de 400 espécies de plantas associadas a *L. trifolii* (PARRELLA, 1987).

A mosca *L. huidobrensis* também é um inseto altamente polífago, que ataca diversas culturas em mais de 15 famílias botânicas (STECK, 1996). Uma das plantas hospedeiras preferenciais dessa praga é a batateira (LARRAÍN, 2004).

Segundo Capinera (2001b), *L. sativae* apresenta largo espectro de plantas hospedeiras, mas a preferência é pelas famílias Cucurbitaceae, Fabaceae e Solanaceae. No Brasil, é considerada como a espécie de *Liriomyza* causadora de danos em muitas culturas de importância econômica, como praga do meloeiro, tomateiro, feijoeiro e melanciaira (CAMPOS et al., 1984; FERREIRA, 2014; LIMA et al., 2010; RAMALHO; MOREIRA, 1979). Para o meloeiro, com produção concentrada no Semiárido do Nordeste do País, atualmente, esta é a principal praga. Em estudos de laboratório, as plantas de meloeiro, feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC] e feijão-caupi demonstraram potencial para serem utilizadas como plantas hospedeiras para a criação de *L. sativae* (LIMA, 2011; SOMBRA et al., 2011).

Muitos fatores afetam a preferência de espécies de *Liriomyza* por determinadas plantas hospedeiras. A distribuição e a densidade de tricomas nas folhas bem como o estado nutricional das plantas foram indicados como importantes nesta seleção. Abdel e Ismail (1999) observaram que algumas substâncias secundárias sem valor nutritivo nas plantas afetam a oviposição de moscas-minadoras em crucíferas.

Embora *L. trifolii* ocorra em muitas solanáceas, o pimentão (*Capsicum annuum* L.) maduro possui resistência ao ataque dessa espécie nas suas folhas. Neste caso, a mosca-minadora ataca apenas a planta jovem. Essa resistência é baseada na deterrência à oviposição. O composto químico extraído das folhas do pimentão maduro foi identificado por Kashiwagi et al. (2005) e, quando pulverizado sobre outro substrato, como folhas de feijoeiro inibiu a oviposição de *L. trifolii*.

Plantas espontâneas também são hospedeiras de moscas-minadoras. Na Argentina, Salvo (1996) encontrou seis plantas espontâneas como hospedeiras de *L. huidobrensis*: *Datura ferox* L., *Hydrocotyle* sp., *Arctium minus* (Hill), *Bidens* sp., *Crepis pulchra* L. e *Sonchus oleraceus* L., sendo estas encontradas também no Brasil.

Em pomares orgânicos de citros, no Rio Grande do Sul, Santos et al. (2006) registraram 15 espécies de dípteros minadores em 15 espécies de plantas espontâneas, distribuídas em seis famílias (Asteraceae, Amaranthaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Lamiaceae e Poaceae). Ficou evidente a importância das asteráceas, como cambará (*Baccharis* spp. e *Eupatorium inulifolium* Kunth.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.), capiçoba [*Erechtites valerianifolia* (Wolf)] e guaco (*Mikania micrantha* Kunth) como plantas hospedeiras de moscas-minadoras, sete das espécies de plantas amostradas eram desta família. No total de moscas coletadas, 33% das espécies pertenciam ao gênero *Liriomyza*. *Emilia* spp. é outra asterácea em que comumente se encontra elevada incidência de espécies de *Liriomyza*.



Foto: Tiago C. da Costa-Lima.

Figura 13. Planta espontânea, *Emilia* sp. (Asteraceae), infestada por *Liriomyza* sp.

Histórico no Brasil

Um dos primeiros relatos do gênero *Liriomyza* no Brasil foi feito por Mendes (1940), com a espécie *L. brasiliensis* Frost infestando tubérculos de batata.

Na década de 1960, houve registro, no Estado de São Paulo, de *L. strigata* (COSTA et al., 1961), *L. sativae* (como *L. guytona* Freeman) (NAKANO et al., 1967) e *L. huidobrensis* (como *L. langei* Frick) (ROSSETO; MEDONÇA, 1968), associadas a diferentes culturas. Há alta probabilidade de que o relato de *L. strigata* por Costa et al. (1961) tenha sido um erro de identificação, visto que esta espécie polífaga não possui registro no continente americano, sendo de origem europeia, com ocorrência também no Norte da África (Marrocos) e em parte da Ásia (Turquia, Tailândia e Malásia).

Em catálogo sobre os agromizídeos da América do Sul, Spencer (1967) mencionou a ocorrência de nove espécies do gênero *Liriomyza* no Brasil: *L. brazilliae* Spencer, *L. commelinae* Frost, *L. grandis* Spencer, *L. strigosa* Spencer (Santa Catarina), *L. braziliensis*, *L. insignis* Spencer; *L. huidobrensis* (como *L. langei*), *L. microglossae* Spencer e *L. paranaensis* Spencer (São Paulo).

Uma forte infestação de *L. sativae* na cultura do tomateiro foi observada nos municípios de Miguel Pereira e Vassouras, no Rio de Janeiro, em 1972 (GONÇALVES et al., 1978), sendo este o segundo relato da praga no País.

Levantamentos de moscas-minadoras foram realizados em várias localidades do Nordeste brasileiro por Ramalho e Moreira (1979). Neste estudo, registrou-se, pela primeira vez, a ocorrência de *L. trifolii* no Brasil, associada à cultura de cebola nos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA. Também, foi observada a presença de *L. sativae* nas culturas do meloeiro, melancia, tomateiro e cravo-de-defunto (*Tagetes patula* L.), assim como, uma espécie não identificada de *Liriomyza* infestando couve (*Brassica oleracea* L.) em Campina Grande, PB.

Em 1980, novamente verificou-se, no Estado do Rio de Janeiro, *L. sativae* atacando cultivares de tomateiro (CRUZ et al., 1980). Um ano depois, Racca Filho et al. (1981) constataram que a espécie já estava disseminada por todo o estado fluminense e que já havia chegado aos estados do Espírito Santo e de São Paulo; neste, sérios prejuízos foram causados em diversas oleráceas.

Campos e Takematsu (1982) descreveram os prejuízos causados por *L. huidobrensis* no Estado de São Paulo em cucurbitáceas, solanáceas, leguminosas e crucíferas. Os autores destacaram a necessidade de estudos sobre a biologia e o controle do inseto. Na cultura do pepineiro, França et al. (1983) descreveram a mosca-minadora como praga secundária. Em Santa Catarina, Schmidt (1984) relatou a ocorrência de moscas-minadoras causando danos em diversas culturas. A autora destacou a importância da praga no tomateiro, associando o ataque do inseto com uma maior incidência de doenças fúngicas.

A espécie *L. huidobrensis* também possui registros nos estados de Goiás (MURPHY; LASALLE, 1999) e Minas Gerais (SOUZA, 1995). Neste último, ocorre associada, principalmente, à cultura da batateira. No mapa de distribuição das espécies da EPPO/CABI (SMITH et al., 1997), *L. sativae* é relatada nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, além dos estados anteriormente citados. A mosca-minadora *L. trifolii* foi identificada, também, nos estados de São Paulo e Minas Gerais (SMITH et al., 1997).

Santos et al. (2007) coletaram, em plantas espontâneas num pomar de citros no Município de Montenegro, no Estado do Rio Grande do Sul, *L. commelinae*, *L. mikaniae* e mais três espécies de *Liriomyza* não identificadas. Este foi o primeiro registro de *L. mikaniae* no Brasil.

No início dos anos 2000, foram relatados surtos populacionais de mosca-minadora em áreas de meloeiro, no Rio Grande do Norte e Ceará. Araujo et al. (2007) registraram inicialmente a espécie como *L. trifolii*. Lima et al. (2009), por meio da caracterização molecular, identificaram exemplares oriundos de meloeiro do Rio Grande do Norte, como *L. sativae*. O mesmo observado por Ferreira (2014), também em populações coletadas de meloeiro no Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia. O mesmo autor também identificou *L. sativae* associado a tomateiro, em Pernambuco e Espírito Santo, e feijoeiro, também em Pernambuco.

Dessa forma, de acordo com os registros de literatura, há um total de 12 espécies do gênero *Liriomyza* no Brasil, sendo estas: *L. braziliensis*, *L. sativae*, *L. huidobrensis*, *L. brazillae*, *L. commelinae*, *L. grandis*, *L. strigosa*, *L. insignis*, *L. microglossae*, *L. paranaensis*, *L. trifolii* e *L. mikaniae*.

O gênero *Liriomyza* possui mais de 330 espécies (KANG et al., 2009), portanto, pode-se considerar baixo o número de espécies observadas no Brasil. Certamente, isso decorre da ausência de taxonomistas

brasileiros para este grupo de insetos, o que dificulta os trabalhos de identificação nos levantamentos populacionais. De acordo com os trabalhos citados, vê-se que a maioria das espécies foi identificada pelo taxonomista americano K. A. Spencer nas décadas de 1960 a 1980.

Considerações finais

As moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* possuem grande importância econômica para inúmeras culturas presentes no Brasil. No entanto, o número de pesquisas relacionadas a esta praga ainda é baixo. A literatura em português é restrita e apresenta pequenos recortes de diferentes temas. Com a revisão apresentada neste documento, espera-se facilitar o trabalho de estudantes, professores e pesquisadores no início de estudos com esse grupo de insetos.

Referências

- ABDEL, I.; ISMAIL, K. Impact of glucosinolate in relation to leafminer, *Liriomyza brassicae* Riley (Diptera: Agromyzidae) infestation in crucifers. **Journal of Pesticide Science**, Tóquio, v. 72, p. 104-106, 1999.
- AGUILERA, A. P. Biología de *Liriomyza langei* Frick (Dipt., Agromyzidae) y evaluación de los parásitos que emergen del puparium. **Idesia**, Arica, v. 2, p. 71-85, 1972.
- ARAUJO, E. L.; FERNANDES, D. R. R.; GEREMIAS, L. D.; MENEZES-NETTO, A. C.; FILGUEIRA, M. A. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007.
- BETHKE, J. A.; PARRELLA, M. P. Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 39, n. 2, p. 149-154, 1985.
- BRAUN, A. R.; SHEPARD, M. **Leafminer fly: *Liriomyza huidobrensis***. Lima: International Potato Center, 1997. 7 p. (Technical Bulletin, 21).
- CABI. ***Liriomyza trifolii* (American serpentine leafminer)**. Wallingford, 2015. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/30965>> . Acesso em: 28 set. 2015.
- CAMPOS, T. B.; TAKEMATSU, A. P. Ocorrência de díptero minador em diversas culturas do Estado de São Paulo, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Dip., Agromyzidae). **O Biológico**, Campinas, v. 48, n. 2, p. 39-41, 1982.
- CAMPOS, T. B.; TAKEMATSU, A. P.; RODRIGUES NETO, S. M.; BITRAN, E. A.; OLIVEIRA, D. A.; CHIBA, S. Controle químico do díptero minador *Liriomyza* sp. em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **O Biológico**, Campinas, v. 50, n. 2, p. 33-38, 1984.

CAPINERA, J. L. **American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess)**. Gainesville: University of Florida, 2001a. (UF/IFAS. Featured Creatures, EENY-254). Disponível em: < http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/a_serpentine_leafminer.htm > . Acesso em: 31 out. 2014.

CAPINERA, J. L. **Vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard (Insecta: Diptera: Agromyzidae)**. Gainesville: University of Florida, 2001b. (UF/IFAS. Featured Creatures, EENY-255). Disponível em: < http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/vegetable_leafminer.htm > . Acesso em: 31 out. 2014.

CHARLTON, C. A.; ALLEN, W. W. The biology of *Liriomyza trifolii* on beans and chrysanthemums. In: SCHUSTER, D. J. (Ed.). **Proceedings IFAS-Industry Conference on Biological Control of *Liriomyza* Leafminers**. Gainesville: University of Florida, 1981. cap. 3, p. 42-49.

COLLINS, D. W. **Protocol for the diagnosis of quarantine organisms: *Liriomyza* spp. (*L. sativae*, *L. trifolii*, *L. huidobrensis*, *L. bryoniae*)**. York: Central Science Laboratory, 2004. p. 1-8. Disponível em: < <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/protocols/liriomyza.pdf> > . Acesso em: 17 jan. 2014.

COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M. B.; SILVA, D. M. Os dípteros minadores de folhas como importante praga de plantas econômicas em S. Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 20, p. 1-5, 1961.

COSTA-LIMA, T. C.; GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, n. 1, p. 195-201, 2010.

CRUZ, C. A.; OLIVEIRA, A. M.; GONÇALVES, C. R. Larva minadora da folhagem (*Liriomyza* spp.) em olerícolas no Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20., 1980, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA, 1980,

DEMPEWOLF, M. Dipteran leaf miners. In: RAMAN, A.; SCHAEFER, C. W.; WITHERS, T. M. (Ed). **Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods**. Plymouth: Science Publishers, 2005. v. 2, p. 407-429.

DIMETRY, N. Z. Biological studies on a leaf mining Diptera, *Liriomyza trifolii* (Burgess) attacking beans in Egypt. **Bulletin of the Society of Entomology Egypte**, Cairo, v. 55, p. 53-69, 1971.

DURAIRAJ, C.; KARTHKEYAN, G.; GANAPATHY, N.; KARUPPUCHAMY, P. Predisposition effect of *Liriomyza trifolii* damage to *Alternaria* leaf spot disease in tomato. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, Dharwad, v. 23, n.1, p. 161-162, 2010.

FERREIRA, E. C. B. **Estrutura genética de populações naturais de *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae)**. 2014. 32 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FRANÇA, F. H.; HARRIS, M. K.; PIKE, L. M. Resistência em linhas de pepino ao minador das folhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 8., 1983, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA, 1983. p. 182.

GONÇALVES, C. R.; RACCA, F. F.; WATANABE, H.; CASSINI, P. C. R. Ocorrência de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Dip. Agromyzidae) em tomateiro, no Estado do Rio de Janeiro, e perspectivas de seu combate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 5., 1978, Itabuna. **Resumos...** Itabuna: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1978, p. 226.

GORDH, G.; HEADRICK, D. H. **A dictionary of entomology**. Oxon: CABI Publishing, 2001, 1.032 p.

HAGHANI, M.; FATHIPOUR, Y.; ASGHAR, A.; TALEBI, A. A.; BANIAMERI, V. Comparative demography of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) on cucumber at seven constant temperatures. **Insect Science**, Beijing, v. 13, n. 6, p. 477-483, 2006.

HARRIS, M. A.; BEGLEY, J. W.; WARKENTIN, D. L. *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) suppression with foliar applications of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) and abamectin. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 6, p. 2.380-2.384, 1990.

HARRIS, H. M.; TATE, H. D. A leaf miner attacking the cultivated onion. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 26, p. 515-516, 1933.

HE, L.; ZHANG, Y.; XIAO, N.; WEI, J.; KUANG, R. *Liriomyza huidobrensis* in Yunnan, China: current distribution and genetic structure of a recently established population. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 102, n. 3, p. 213-219, 2002.

HEBERT, P. D. N.; CYWINSKA, A.; BALL, S. L.; DEWAARD J. R. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v. 270, n. 1.512, p. 313-321, 2003.

KANG, L.; CHEN, B.; WEI, J. N.; LIU, T. X. Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 54, p. 127-145, 2009.

KANMIYA, K. Communication by vibratory signals in Diptera. In: DROSOPoulos, S.; CLARIDGE, M. F. (Ed.). **Insects sounds and communication**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. p. 381-396.

KASHIWAGI, T.; HORIBATA, Y.; MEKURIA, D. B.; TEBAYASHI, S. I.; KIM, C. S. Ovipositional deterrent in the sweet pepper, *Capsicum annuum*, at the mature stage against *Liriomyza trifolii* (Burgess). **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, [Tokyo], v. 69, n. 10, p.1831-1835, 2005.

KORYTKOWSKI, C. A. Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Diptera: Muscomorpha) en el Perú. **La Revista Peruana de Entomología**, Lima, v. 49, n. 1, p. 1-106, 2014.

KOX, L. F. F.; BELD, H. E. van den; LINDHOUT, B. I.; GOFFAU, L. J. W. de. Identification of economically important *Liriomyza* species by PCR-RFLP analysis. **Bulletin OEPP/EPPPO**, Paris, v. 35, n. 1, p. 79-85, 2005.

LANZONI, A.; BAZZOCCHI, G. G.; BURGIO, G.; FIACCONI, M. R. Comparative life history of *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on beans: effect of temperature on development. **Environmental Entomology**, College Park, v. 31, n.5, p. 797-803, 2002.

LARRAIN, P. Situación de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en cultivos de la papa del cono sur de América y sus perspectivas de manejo integrado. **Revista Latinoamericana de la Papa**, Valdivia, n. 3, p. 30-39, 2004.

LENTEREN, J. C. van. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, Orlando, v. 57, p. 1-20, 2012.

LIEBEE, G. L. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. **Environmental Entomology**, College Park, v. 13, n. 2, p. 497-501, 1984.

LIMA, T. C. C.; GEREMIAS, L. D.; PARRA, J. R. P. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 727-733, 2009.

LIMA, T. C. da C. **Bioecologia e competição de duas espécies de parasitoides neotropicais (Hymenoptera: Braconidae e Eulophidae) de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae)**. 2011. 129 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINEZ, M. Un nouveau ravageur menace la région orientale: *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera, Agromyzidae). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, Paris, v. 99, p. 356, 1994.

MCCLANAHAN, R. J. Control of *Liriomyza trifolii* on greenhouse chrysanthemums. **IOBC-WPRS Bulletin**, Dijon Cedex, n. 6, p. 116-123, 1983.

MCNEIL, J. N.; QUIRING, D. T. Evidence of an oviposition deterring pheromone in the alfalfa blotch leafminer, *Agromyza frontella* (Rondani) (Diptera: Agromyzidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 12, n. 3, p. 990-992, 1983.

MENDES, L. O. T. O minador da batatinha *Agromyza brasiliensis* Frost (1939) (Diptera – Agromyzidae). **Boletim Técnico Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 207-220, 1940.

MINKENBERG, O. P. J. M.; LENTEREN, J.C. van. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. **Agriculture University Wageningen Papers**, Wageningen, v. 86, n. 2, p. 1-50, 1986.

MITSUNAGA, T.; YANO, E. The effect of multiple parasitism by an endoparasitoid on several life history traits of leafminer ectoparasitoids. **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 39, n. 2, p. 315-320, 2004.

MURPHY, S. T.; LASALLE, J. Review article: balancing biological control strategies in the IPM of new world invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. **Biocontrol News and Information**, Wallingford, v. 20, n. 3, p. 91-104, 1999.

MUSGRAVE, C. A.; POE, S. L.; WEEMS JUNIOR, H. V. **The vegetable leaf miner, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), in Florida.** Gainesville: University of Florida, 1975. 4 p. (Circular, 162).

NAKANO, O.; WIENDL, F. M.; MINAMI, K. Uma nova praga (Agromyzidae) da couve. **Revista Agrícola**, Piracicaba, v. 42. n. 1, p. 10, 1967.

NOWAKOWSKI, J. T. Introduction to a systematic revision of the family Agromyzidae (Diptera) with some remarks on host plant selection by these flies. **Annales Zoologici**, Warszawa, v. 20, p. 67-183, 1962.

OATMAN, E. R.; MICHELbacher, A. E. The melon leafminer, *Liriomyza pictella* (Thomson) (Diptera: Agromyzidae). **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 51, n. 6, p. 557-566, 1958.

PARRELLA, M. P.; CHRISTIE, G. D.; ROBB, K. L.; BETHKE, J. A. Control of *Liriomyza trifolii* with biological agents and insects growth regulators. **California Agriculture**, Richmond, v. 36, p. 17-19, 1982.

PARRELLA, M. P.; ROBB, K. L.; BETHKE, J. A. Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 76, n. 1, p. 112-115, 1983.

PARRELLA, M. P.; JONES, V. P.; YOUNGMAN, R. R.; LEBECK, L. M. Effect of leafmining and leaf stippling of *Liriomyza* species on photosynthetic rates of chrysanthemum. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 78, p. 90-93, 1984.

PARRELLA, M. P.; BETHKE, J. A. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster and pea. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, p. 342-345, 1984.

PARRELLA, M. P.; KEIL, C. B. Insect pest management: the lesson of *Liriomyza*. **Bulletin of Entomological Society of America**, [Oxford], v. 30, p. 22-25, 1984.

PARRELLA, M. P.; JONES, V. P.; YOUNGMAN, R. R.; LEBECK, L. M. Effect of leaf mining and leaf stippling of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of chrysanthemum. **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 78, n. 1, p. 90-93, 1985.

PARRELLA, M. P. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 32, p. 201-224, 1987.

PETITT, F. L. Distinguishing larval instars of the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 73, n. 2, p. 280-286, 1990.

RACCA FILHO, F.; CASSINO, P. C. R.; WATABABI, H.; GROppo, G. A. O controle do "minador de folhas", no Rio e em São Paulo. **Correio Agrícola**, São Paulo, v. 1, p. 298-299, 1981.

RAMALHO, F. S.; MOREIRA, J. O. T. Algumas moscas minadoras (Diptera, Agromyzidae) e seus inimigos naturais do trópico semi-árido do Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 31, n. 7., p. 8, 1979. Apresentado na XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1979, Fortaleza.

ROSSETO, C. J.; MEDONÇA, N. T. A mosca minadora da melancia, *Liriomyza langei* Frick, 1951 (Diptera: Agromyzidae). **Bragantia**, Campinas, v. 27, p. 1.101-1.105, 1968.

SALVO, A. **Diversidad y estructura en comunidades de parasitoids (Hymenoptera) de minadores de hojas (Diptera: Agromyzidae)**. 1996. 335 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

SANTOS, J. P.; DAL SOGLIO, F. K.; REDAELLI, L. R. Plantas hospedeiras de dípteros minadores em pomar de citros em Montenegro, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, p. 235-241, 2006.

SANTOS, J. P.; REDAELLI, L. R. SOGLIO, F. K. D. Dípteros minadores e seus parasitoides em plantas de crescimento espontâneo em pomar orgânico de citros em Montenegro, RS, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 97, n. 3, p. 280-285, 2007.

SCHEFFER, S. J. Molecular evidence of cryptic species within the *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 4, p. 1.146-1.151, 2000.

SCHEFFER, S. J.; LEWIS, M. L. Two nuclear genes confirm mitochondrial evidence of cryptic species within *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 94, n. 5, p. 648-653, 2001.

SCHEFFER, S. J.; LEWIS, M. L. Mitochondrial phylogeography of vegetable pest *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae): divergent clades and invasive populations. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 98, n. 2, p. 181-186, 2005.

SCHEFFER, S. J.; LEWIS, M. L. Mitochondrial phylogeography of the vegetable pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): diverged clades and invasive populations. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 99, n. 6, p. 991-998, 2006.

SCHEFFER, S. J.; LEWIS, M. L.; JOSHI, R. C. DNA barcoding applied to invasive leafminers (Diptera: Agromyzidae) in the Philippines. **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 99, n. 2, p. 204-210, 2006.

SCHEFFER, S. J.; WINKLER, I. S.; WIEGMANN, B. M. Phylogenetic relationships within the leaf-mining flies (Diptera: Agromyzidae) inferred from sequence data from multiple genes. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, Orlando, v. 42, n. 3, p. 756-775, 2007.

SCHMIDT, A. T. **Controle da mosca minadora em hortaliças**. Florianópolis: Empasc, 1984. 9 p. (Empasc. Comunicado Técnico, 71).

SHEPARD, B. M.; SAMSUDIN; BRAUN, A. R. Seasonal incidence of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids on vegetables in Indonesia. **International Journal of Pest Management**, London, v. 44, n. 1, p. 43-47, 1998.

SMITH, I. M.; MCNAMARA, D. G.; SCOTT, P. R.; HOLDERNESS, M. (Ed.). **Quarantine Pests for Europe**. 2nd ed. Wallingford: CABI International; Paris: EPPO, 1997. 1.425 p.

SOMBRA, K. D. S.; ARAUJO, E. L.; COSTA, E. M.; MACEDO, L. P. M.; MARACAJÁ, P. B. Preferência de oviposição da mosca minadora (Diptera: Agromyzidae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 121-125, 2011.

SOUZA, J. C. **Danos e controle da mosca-minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard, 1926 (Diptera: Agromyzidae) em batata *Solanum tuberosum* L., no Sul de Minas Gerais.** 1995. 138 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SPENCER, K. A. **A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States.S. 83. Family Agromyzidae.** São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1967. 23 p.

SPENCER, K. A. **Handbooks for the identification of british insects: Diptera, Agromyzidae.** London: Royal Entomological Society, 1972. 136 p. Disponível em: < www.royensoc.co.uk/sites/default/files/Vol10_Part05g.pdf > . Acesso em: 14 ago. 2014

SPENCER, K. A. Agromyzidae. In: MCALPINE, J. F.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. M. (Coord.) **Manual of Nearctic Diptera.** Ottawa: Research Branch Agriculture Canada, 1987, p. 869-879. (Research Branch Agriculture Canada. Monograph, 28).

SPENCER, K. A. **Agromyzidae (Diptera) of economic importance.** London: Kluwer, 1973. 418 p. (Series Entomologica, 9).

SPENCER, K. A. **A revisionary study of the leaf-mining flies (Agromyzidae) of California.** Berkeley: University of California, 1981. 489 p.

SPENCER, K. A.; STEYSKAL, G. C. **Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States.** Washington, D.C.: USDA, 1986. 478 p. (Agriculture Handbook, 638).

SPENCER, K. A. Leafminers. In: KAHN, P. R. (Ed.). **Plant protection and quarantine: selected pests and pathogens of quarantine significance.** Boca Raton: CRC Press, 1989. cap. 4, p. 77-98.

SPENCER, K. A. **Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera).** Dordrecht: Kluwer Academic, 1990. 444 p.

SPEYER, E. R.; PARR, W. J. Animal pests. I. Tomato leafminer (*Liriomyza solani*, Hering). **Reports of Experimental and Research Station**, Cheshunt, v. 35, p. 48-56, 1949.

STECK, G. J. **Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae).** Gainesville: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 1996. 3 p. (Entomology Circular, 378).

SUSS, L.; AGOSTI, G.; COSTANZI, M. *Liriomyza trifolii*, note di biologia. **Informatore Fitopatologico**, [Milão], v. 2, p. 8-12, 1984.

TSCHIRNHAUS, M. von. Unbekannte stridulationsorgane bei dipteren und ihre bedeutung fur taxonomie und phylogenetik der Agromyziden. **Beiträge zur Entomologie**, Berlin, v. 21, p. 551-579, 1971.

WANG, S.; LEI, Z.; WANG, H.; DONG, B.; REN, B. The complete mitochondrial genome of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Molecular Biology Reports**, Cham, v. 38, n. 2, p. 687-692, 2011.

WARD, L. K.; SPALDING, D. F. Phytophagous british insects and mites and their food-plant families: total numbers and polyphagy. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 49, p. 257-276, 1993.

WEBSTER, F. M.; PARKS, T. H. The serpentine leafminer. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 1, n. 1, p. 59-87, 1913.

WINKLER, I. S.; LABANDEIRA, C. C.; WAPPLER, T.; WILF, P. Distinguishing Agromyzidae (Diptera) leaf mines in the fossil record: new taxa from the paleogene of North America and Germany and their evolutionary implications. **Journal of Paleontology**, Ithaca, v. 84, n. 5, p. 935-954, 2010.



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 12610