

# SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO RESISTENTE À MOSCA-MINADORA

*Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

CARLOS HENRIQUE FEITOSA NOGUEIRA

(Sob Orientação do Professor Reginaldo Barros - UFRPE)

## RESUMO

Nos últimos anos, a mosca minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) tem se destacado como uma das principais pragas da cultura do meloeiro no Brasil, estando presente em 100% da área plantada. O desenvolvimento de técnicas de controle que atuem em harmonia com o ambiente, bem como a resistência de plantas a insetos vem surgindo como um método promissor que pode contribuir para este equilíbrio no sistema, planta – praga – inimigo natural. Sendo assim, o presente trabalho objetivou: (i) selecionar genótipos de meloeiro resistentes à mosca-minadora *Liriomyza sativae* em laboratório; (ii) definir uma folha para amostragem de *L. sativae* em meloeiro; e (iii) avaliar a resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora em condições de campo. Em ensaio com chance de escolha com 27 genótipos de meloeiro, nove foram selecionados como moderadamente resistentes à *L. sativae* quanto a oviposição. Adicionalmente, dois genótipos apresentaram elevada mortalidade larval. Com estes 11 materiais foram realizados testes de preferência para alimentação e oviposição de *L. sativae* sem chance de escolha e o efeito destes, sobre a biologia desta praga. Verificou-se que os genótipos NO23, NO24, NO26 e G76 apresentaram uma resistência do tipo antibiose à *L. sativae*, com 100% de mortalidade larval nas folhas destes materiais. Em campo, determinou-se a folha ideal para amostragem de larvas de mosca-minadora em meloeiro, a qual variou de acordo com o

desenvolvimento da planta. Com esta definição os 10 genótipos que apresentaram maior resistência à *L. sativae* nos estudos em laboratório foram avaliados em campo. Diferentemente dos resultados obtidos em condições de laboratório, nenhum material apresentou imunidade ao ataque da mosca-minadora. No entanto, destacou-se o genótipo G76, em que se constatou elevada mortalidade larval, alcançando até 62%. Assim como, o genótipo 310, que foi o menos preferido para oviposição, com média de 0,6 a 5,0 minas por folha.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucumis melo*, melhoramento genético, amostragem, MIP.

SELECTION OF RESISTANT MELON GENOTYPES TO THE LEAFMINER *Liriomyza*

*sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

By

CARLOS HENRIQUE FEITOSA NOGUEIRA

(Sob Orientação do Professor Reginaldo Barros - UFRPE)

ABSTRACT

In recent years, the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) has emerged as one of the main pests of melon crop in Brazil and is present in 100% of the planted area. The development of control techniques that work in harmony with the environment and the host plant resistance is emerging as a promising method that can contribute to this balance in the system, plant - pest - natural enemy. Therefore, this study aimed to: (i) select melon genotypes resistant to leafminer *L. sativae* in the laboratory; (ii) define a sheet for sampling *L. sativae* in muskmelon; and (iii) evaluate the resistance of melon genotypes to the leafminer under field conditions. In test-choice with 27 melon genotypes nine were selected as moderately resistant to *L. sativae* as oviposition. In addition, two genotypes showed high larval mortality. With these 11 materials were performed preference tests for food and oviposition of *L. sativae* no choice and their effect on the biology of this pest. It was found that genotypes No23, NO24, NO26 and G76 showed a resistance to the antibiosis type *L. sativae*, 100% larval mortality in the leaves of these materials. In the field, it determined the optimal sampling sheet to leafminer larvae in melon plants, which varied according to the development of the plant. With this setting the 10 genotypes showed greater resistance to *L. sativae* in laboratory studies were evaluated in the field. Unlike the results obtained in laboratory conditions, no material presented immunity to attack the leafminer.

However, the highlight was the G76 genotype, in which it found high larval mortality, reaching up to 62%. As the genotype 310, which was the least preferred for oviposition, averaging 0.6 to 5.0 per mine.

KEY WORDS: *Cucumis melo*, genetic breeding, sampling, IPM.

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO RESISTENTE À MOSCA-MINADORA

*Liriomyza sativae* BLANCHARD, (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

CARLOS HENRIQUE FEITOSA NOGUEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

FEVEREIRO - 2016

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO RESISTENTE À MOSCA-MINADORA

*Liriomyza sativae* BLANCHARD, (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

CARLOS HENRIQUE FEITOSA NOGUEIRA

Comitê de Orientação:

Reginaldo Barros - UFRPE

Tiago Cardoso da Costa Lima – Embrapa Semiárido

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO RESISTENTE À MOSCA-MINADORA

*Liriomyza sativae* BLANCHARD, 1938 (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

CARLOS HENRIQUE FEITOSA NOGUEIRA

Orientador:

---

Reginaldo Barros - UFRPE

Examinadores:

---

Tiago Cardoso da Costa Lima - Embrapa

---

José Eudes de Morais Oliveira - EMBRAPA

---

Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. - UFRPE

---

Andréa Nunes Moreira de Carvalho - IF Sertão-PE

## DEDICATÓRIA

A minha esposa Clara Elizabete Medeiros Marques e a minha filha Maria Cecília Marques Nogueira por sempre estarem ao meu lado me incentivando a seguir em frente para alcançar meus objetivos.

**Ofereço**



## AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir realizar um sonho muito almejado;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia pela oportunidade de realizar o curso;

À minha esposa Clara Elizabete Medeiros Marques, que sempre me apoiou a buscar meus objetivos;

À minha filha presente de Deus, meu incentivo a toda hora para buscar meus sonhos;

À minha mãe Maria Wigna de Begna Nogueira, que sempre me apoiou em todos os momentos;

Ao meu pai Luis Carlos Nogueira, pelo incentivo e na busca dos meus sonhos;

Aos meus irmãos Wyld Fabyo e Luis Ricardo que sempre me apoiaram e me ajudaram;

Às minhas cunhadas Kátia Patricia e Regina pelo apoio e incentivo na busca dos meus objetivos;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Semi Árido –pela infraestrutura para conclusão dos experimentos;

Ao meu orientador, Prof. Reginaldo Barros, por sua orientação e amizade;

Ao meu co-orientador Dr. Tiago Cardoso Costa Lima pelo auxílio da condução dos experimentos;

Ao Dr. José Eudes de Oliveira, pela amizade e por ceder a estrutura do Laboratório de Entomologia (MIP UVA) para que pudesse desenvolver as atividades de laboratório;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia pelos ensinamentos e por proporcionar meu crescimento profissional;

A Dupont do Brasil por permitir conciliar o meu trabalho com os ensaios da tese, além de disponibilizar alguns equipamentos para a condução dos ensaios;

Aos amigos do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da EMBRAPA Semiárido: Maria Herlândia, Karen Oliveira, Fabio, Adriana, Geisa, Alexandre, Martin Duarte, pela amizade e me proporcionar momentos felizes e deixar esta caminhada menos árdua;

À minha grande amiga Karla Diana da Silva Sombra meu agradecimento especial pela amizade, carinho;

Aos amigos Victor Hugo e Diniz, que sempre estiveram dispostos a me ajudarem em meus experimentos;

Ao amigo Jeferson Diniz por sempre ter me disponibilizado para a realização dos meus experimentos em períodos do trabalho;

A todos os amigos do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola.

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO .....	1
Sistemática de <i>Liriomyza</i> sp. ....	2
Bioecologia de <i>Liriomyza</i> spp. ....	3
Danos causados por <i>Liriomyza</i> spp .....	5
Manejo de <i>Liriomyza</i> spp .....	5
Controle biológico à <i>Liriomyza</i> spp .....	7
Resistência de plantas à <i>Liriomyza</i> spp.....	8
Métodos de amostragem .....	10
LITERATURA CITADA .....	11
2 GENÓTIPOS DE MELOEIRO RESISTENTE A MOSCA-MINADORA <i>Liriomyza</i> <i>sativae</i> BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) .....	20
RESUMO .....	21
ABSTRACT .....	22
INTRODUÇÃO .....	23
MATERIAL E MÉTODOS .....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
LITERATURA CITADA.....	34

3	MÉTODO DE AMOSTRAGEM LARVAL DE <i>Liriomyza sativae</i> BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO.....	45
	RESUMO .....	46
	ABSTRACT .....	47
	INTRODUÇÃO .....	48
	MATERIAL E MÉTODOS .....	49
	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
	LITERATURA CITADA.....	53
4	RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO À <i>Liriomyza sativae</i> BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE).....	58
	RESUMO .....	59
	ABSTRACT .....	60
	INTRODUÇÃO .....	61
	MATERIAL E MÉTODOS .....	62
	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
	LITERATURA CITADA.....	66

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O meloeiro é uma espécie polimórfica, cujo centro de diversidade genética não está claramente estabelecido. Alguns estudiosos sugerem como centros primário e secundário do melão a Índia, África, Arábia e Sul da Ásia, enquanto outros, o Irã, Transcaucásia, Ásia Menor e Índia (Negreiros & Medeiros 2005). O melão pertence a tribo Melothrieae, subtribo Cucumerinae, família Cucurbitaceae, subfamília Cucurbitaceae, gênero *Cucumis* e espécie *C. melo*. É uma planta anual, herbácea, caule prostrado, com número de hastes e ramificações variáveis em função da cultivar (Pedrosa 1997).

A cultura do melão, *C. melo* L., foi implantada no Brasil no início da década de 1960, até então, quase todo o mercado brasileiro era abastecido por melões importados, principalmente, do Chile e da Espanha. A partir da época começou a se período destacaram-se como principais produtores os estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, mas devido aos fatores climáticos adversos, a produtividade e a qualidade dos frutos produzidos não eram considerados compensatórios (Dias *et al.* 1998).

Somente com o surgimento dos cultivos comerciais na região Nordeste, no início dos anos 80, a produção brasileira de melão cresceu significativamente, alcançando, entre 1987 e 1996, incremento de 366% (Araújo & Vilela 2003). Por essa razão, nas últimas décadas, o Brasil passou de importador para exportador dessa olerácea, com a grande vantagem de que a safra brasileira ocorre anualmente entre os meses de setembro e março, período que coincide com a entressafra espanhola, o que favorece as exportações brasileiras de melão para os países da América Central, como Costa Rica, Honduras e Panamá (Nachreiner *et al.* 2002, Fontes & Puiatti 2005).

O melão foi a olerícola mais demandada no mercado internacional atingindo US\$ 154,3 milhões (Blecher 2016). Nos últimos dez anos, o cultivo do meloeiro cresceu e contribuiu para o desenvolvimento socioeconômico do Nordeste brasileiro, notadamente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Estes são responsáveis por cerca de 81% da produção nacional, sendo a maior parte direcionada para o mercado externo. (Nogueira *et al.* 2001, Agriannual 2014).

Com conjuntamente com esse incremento na produção e na área plantada, a partir da década de 2000 a mosca-minadora *Liriomyza sativae* tem se destacado como sendo o principal problema de ordem fitossanitária em cultivos de meloeiro, ocasionando sérios problemas a esta cultura (Araujo *et al.* 2007b, Guimarães *et al.* 2008).

### **Sistemática de *Liriomyza* sp.**

As moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* são insetos da ordem Diptera, família Agromyzidae e subfamília Phytomyzinae (Spencer & Steyskal 1986). A família Agromyzidae se subdivide em duas subfamílias: Agromyzinae e Phytomyzinae, que se diferenciam morfologicamente pela venação subcostal que converge em R1 em Agromyzinae (Eppo 2000).

O gênero *Liriomyza* possui mais de 300 espécies distribuídas em todo o mundo, no entanto, ocorrem mais naturalmente nas regiões temperadas. Dentre estas espécies, 23 possuem destaque, por ocasionar danos às plantas de importância agrícola e ornamental (Parrela 1987). Seis dessas espécies são consideradas polífagas, *L. bryoniae* (Kaltenbach), *L. strigata* (Meigen), *L. langei* (Frick), *L. trifolii* (Burgess), *L. sativae* (Blanchard) e *L. huidobrensis* (Blanchard) (Morgan *et al.* 2000, Linden 2004), sendo as três últimas presentes no Brasil (Costa-Lima *et al.* 2015).

A sistemática dos agromizídeos tem sido revisada e discutida desde a década de 1930. Entretanto, a partir da década de 1970, os trabalhos de Spencer (1973) e de Spencer & Steyskal (1986) tiveram grandes contribuições para a identificação deste grupo de insetos, baseando-se

principalmente na genitália masculina. Outros trabalhos recentes também se basearam nas descrições destas características para separação de espécies de agromizídeos (Shiao 2004, Lonsdale 2011, Korytkowski 2014).

A utilização de marcadores moleculares na identificação de insetos também possibilitou aprofundar o conhecimento da sistemática das principais espécies de *Liriomyza* (Kox, *et al.* 2005; Scheffer *et al.* 2006). Scheffer (2000) e Scheffer & Lewis (2001) conseguiram confirmar que *L. huidobrensis* englobava duas espécies, a população da América do Norte foi denominada de *L. langei* Frick e a da América do sul de *L. huidobrensis*. Outros estudos demonstraram diferentes clados para as espécies *L. trifolii* e *L. sativae*, que também sugerem que estas podem formar um complexo de espécies crípticas (Scheffer & Lewis 2005 2006).

No Brasil, Costa-Lima *et al.* (2009) realizaram a caracterização molecular de população de mosca-minadora coletada em meloeiro, em Mossoró (RN). Os autores confirmaram a espécie como *L. sativae* e verificaram maior similaridade com o clado do estudo de Scheffer & Lewis (2005). Ferreira (2014), em estudo com 14 populações de moscas-minadoras coletadas em meloeiro, feijoeiro e tomateiro, no Nordeste e Sudeste do Brasil, confirmaram todas como *L. sativae* agrupadas em um único clado.

### **Bioecologia de *Liriomyza* spp.**

Logo após o acasalamento as fêmeas de *Liriomyza* podem realizar a postura tanto na face adaxial quanto na abaxial das folhas (Parrela & Bethke 1984). Inicialmente os ovos são translúcidos e com o desenvolvimento apresentam coloração branco cremosa. O período de incubação é de aproximadamente 3 dias (Parrela & Bethke 1984, Minkenberg 1988). Durante a fase larval o inseto passa por três ínstares, sendo estes diferenciados em função da proporção de estruturas do aparato bucal (Minkenberg 1988).

A fase de pré-pupa corresponde ao período após a larva cessar a alimentação e sair da folha até a pupação. A fase de pupa geralmente ocorre no solo, porém é comum também verificar esta fase sobre as folhas de meloeiro (Parrela 1987). Este estágio é equivalente a aproximadamente 50% do período ovo-adulto, inicialmente apresenta uma coloração amarelada e com o desenvolvimento vai se tornando marrom escura (Leibee 1984).

Os adultos são pequenos, medindo cerca de 2 mm de comprimento, as asas são do tipo membranosas com comprimentos variando de 1,25 a 1,90 mm. O período ovo-adulto de *L. sativae* a 25°C em meloeiro é de aproximadamente 16 dias, sendo equivalente a 3, 4 e 9 dias, para as fases de ovo, larva e pupa, respectivamente (Costa-Lima *et al* 2009, Araujo *et al* 2013).

Com relação a fase de pupa verificou-se que a viabilidade foi reduzida com temperatura acima de 30°C e com baixa umidade relativa do ar (UR) (Costa-Lima *et al.* 2009). A longevidade média de machos e fêmeas de *L. sativae*, a 25 °C, foi de 15,9 e 19,8 dias, respectivamente (Araujo *et al.* 2013). A maior fecundidade (173 ovos) foi observada na UR de 30% e a oviposição foi reduzida em temperatura acima de 30°C (Costa-Lima *et al.* 2010).

Os fatores que condicionam o desenvolvimento dos minadores de folhas são fundamentalmente a temperatura, a umidade, luz e a diversidade específica de hospedeiros (Minkenberg & Lenteren 1986). Algumas espécies de *Liriomyza* não sobrevivem em ambientes com predominância de temperaturas baixas (Miller & Isgar 1985), exceto espécies com diapausa. Nestes ambientes reinfestações frequentes são pouco prováveis, com exceção para *L. huidobrensis*, que é tolerante a baixas temperaturas (Minkenberg 1988, Sánchez 1994).

A espécie *L. huidobrensis* pode sobreviver por longos períodos de frio em regiões temperadas com sazonalidade de épocas quentes, não existindo barreiras térmicas que impeçam a sua disseminação (Milla 2005). Segundo Kang *et al.* (2009), para muitas espécies de *Liriomyza* o conhecimento e entendimento de tolerâncias termais e ecologia química são importantes na



prevenção e previsão de ocorrência, com vista ao desenvolvimento de modelos que previnam a introdução e que otimizem o controle de pragas pertencentes ao gênero *Liriomyza*.

### **Danos causados por *Liriomyza* spp.**

Os danos causados inicialmente pelas moscas-minadoras são devido a oviposição e puncturas de alimentação das fêmeas (Sánchez 1994). Após a eclosão, as larvas se desenvolvem alimentando-se do parênquima foliar provocando uma redução na capacidade fotossintética da planta. No meloeiro, esse dano irá resultar em ressecamento das folhas e exposição dos frutos aos raios solares podendo causar a “queima”. Assim como, frutos com baixo teor de sólidos solúveis (°Brix) são formados devido a redução da área fotossintética da planta (Musgrave *et al.* 1975, Johnson *et al.* 1983). O meloeiro pode ser infestado desde a muda até a colheita. Altas infestações afetam o desenvolvimento das plantas e reduzem a produção (Fernandes 2004).

Em aipo foi verificado que a presença de uma galeria de *L. trifolii* em uma folha pode ocasionar redução de cerca de 35% da capacidade fotossintética e da transpiração da folha. A presença das minas nas folhas de meloeiro pode servir como ponto de entrada para patógenos, estresse hídrico, atrofiamento e até morte das plantas (Trumble *et al.* 1985, Minkenberg & Lenteren 1986). Em plantas ornamentais também há o dano estético que deprecia o valor do produto (Musgrave *et al.* 1975).

### **Manejo de *Liriomyza* spp.**

Dentre os vários métodos utilizados no controle de *L. sativae*, o químico tem sido o mais empregado. Nos estados do RN e CE, responsáveis por 81% da produção de melão do Brasil, estima-se que mais de 30% dos custos de produção sejam gastos, exclusivamente, com inseticidas para o manejo de moscas-minadoras (Guimarães 2005). Atualmente existe quatro princípios

ativos (abamectina, ciromazina, espinetoran e ciantraniliprole) registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle da fase larval de mosca-minadora em meloeiro (AGROFIT 2016). A baixa quantidade de inseticidas torna difícil a rotação de produtos o que aumenta a pressão de seleção sobre essas populações.

Há vários relatos de populações de *Liriomyza* spp. resistentes a diferentes produtos químicos, sendo comum inclusive a resistência cruzada, independente dos inseticidas utilizados (Peña 1986, Minkenberg & Lenteren 1986, Elosegui 1995, Fergusson 2004, Nadagouda *et al.* 2010). Parrella & Trumble (1989) verificaram que mesmo após 15 gerações livres da pressão de seleção as populações estudadas se mantiveram resistentes. Esta foi relacionada ao gene Kdr, que em outros insetos causa a diminuição da eficiência dos clorados.

O uso de inseticidas botânicos tem sido estudado demonstrando resultados positivos sobre *Liriomyza*. Hammad *et al.* (2000) obtiveram controle de *L. huidobrensis* em pepino com uso de extrato de *Melia azedarach* L. A eficiência no controle de *Liriomyza* spp. com uso de *azadiractina* também já foi observado por diferentes autores para *L. trifolii* (Azam 1991, Dimetry *et al.* 1995) e *L. huidobrensis* (Weitraub & Horowitz 1997; Civelek *et al.* 2002). O uso de óleos essenciais em armadilhas adesivas como atrativo à *L. huidobrensis* em plantio de gérbera, aumentou a coleta em até 561% (Górski 2005).

O uso de manta agrotêxtil (TNT) como barreira física para os insetos tem sido adotado nos plantios de meloeiro no RN (Araujo *et al.* 2012). Furiatti *et al.* (2008), verificaram que a adoção do método foi eficiente no controle de moscas-minadoras e consequentemente permitiu uma redução no uso de controle químico na cultura.

Para fins de tratamento quarentenário, técnicas utilizando o tratamento térmico mostraram-se eficientes no controle de diversas fases de desenvolvimento de *L. huidobrensis*, substituindo as tradicionais fumigações (Cuthbertson *et al.* 2009).

### **Controle biológico de *Liriomyza* spp.**

Os inimigos naturais são os principais agentes de mortalidade biótica no agroecossistema do meloeiro, sendo de fundamental importância na manutenção do equilíbrio das populações de pragas. A cultura abriga naturalmente, uma grande diversidade de agentes de controle biológico, como parasitoides, predadores e fungos entomopatogênicos (Lenteren & Woets 1988, Guimarães 2005).

Dentre os agentes de controle biológico de moscas-minadoras, os parasitoides são os que apresentam maior diversidade. Estes podem ser cenobiontes, como os braconídeos dos gêneros *Opius* e *Dacnusa* ou idiobiontes, como os eulofídeos dos gêneros *Diglyphus* e *Neochrysocharis* (Hendriske *et al.* 1980, Lenteren & Woets 1988).

O controle biológico de gênero *Liriomyza* se realiza por himenópteros parasitoides produzidos em criações massal ou pela introdução de insetos exóticos (Drea *et al.* 1982; Neuenschwander *et al.* 1987). Entretanto, em ambas as situações, recomendam-se planejamento prévio de liberações vez que mesmo em elevadas populações esses inimigos naturais necessitam de tempo para alcançarem pleno estabelecimento evidentemente sem a aplicação de inseticidas ou pelo menos de inseticidas com seletividade (Woets & Linden 1982, Parrella *et al.* 1987, Minkenberg & Lenteren 1986).

Em Mossoró (RN) verificou-se a presença de diversos inimigos naturais de mosca-minadora na cultura do meloeiro pertencentes às ordens Coleoptera, Neuroptera, Hemiptera e Hymenoptera. Destacou-se o parasitóide *Opius* sp. que atingiu parasitismo de aproximadamente 35% (Silva 2008). Além deste parasitoide, Fernandes (2006) também identificou larvas parasitadas por um eulofídeo, do gênero *Chrysocharis* sp.

Costa-Lima *et al* (2014) visando selecionar agentes de controle biológico de *L. sativae* no Rio Grande do Norte, citam os parasitoides *O. scabriventris* (= *Phaedrotoma scabriventris*) (Nixon) e *Neochrysocharis* sp. associados a *L. sativae* em meloeiro. Assim como, o eulofídeo *C. vonones* (Walker) e o figítídeo *Zaeucoila* sp. coletados em feijão-caupi.

Em países da Europa e América do Norte, parasitoides de *Liriomyza* spp. são comercializados desde a década de 1980 (van Lenteren 2000). No Brasil ainda não há esses agentes biológicos disponíveis no mercado. No entanto, no Rio Grande do Norte, alguns produtores têm adotado o uso do controle biológico conservativo. Estes coletam adultos de parasitoides em áreas próximas a colheita e transferem para áreas novas (Nogueira 2012).

### **Resistência de meloeiro à *Liriomyza* spp.**

A resistência de plantas a insetos apresenta inúmeras vantagens por ser uma prática que não onera o produto e é compatível com outros métodos de controle. A utilização de cultivares altamente resistentes, com intensiva pressão de seleção, pode favorecer o aparecimento de biótipos (Cox & Hatchett 1986, Gallun & Khush 1980, Gould *et al.* 1991), fato que, na opinião de Sherpard e Dahlman (1988), poderia ser perfeitamente atenuado com o uso de cultivares apresentando resistência moderada aliado a participação efetiva de inimigos naturais.

A despeito de Price *et al.* (1980) e Price (1986) terem postulado que a maioria das interações envolvendo plantas vivas envolve pelo menos três níveis tróficos, a planta, o inseto e os inimigos naturais, essa relação ainda é pouco estudada e raramente é contemplada em programas de melhoramento ou em pesquisas avaliando a resistência de plantas a insetos.

De modo geral, a exemplo de Trumble & Quiros (1988), Schoot & Mollema (1994), Wei *et al.* (2000), não são muitos os relatos de pesquisa mencionando a resistência de espécies de oleráceas à mosca-minadora.

Em pesquisa com resistência de meloeiro à *Liriomyza*, Dogimont *et al.* (1995) consideraram essa estratégia como eficiente ferramenta na redução de custo de produção no controle dessa praga. Foi verificado que a resistência de meloeiro a *L. trifolii* numa variedade da linhagem Nantais oblong deve-se a um gene monogênico dominante (Dogimont *et al.* 1999).

Pitrat (2002) avaliando a resistência varietal de 110 genótipos de meloeiro à *L. trifolii* selecionaram aquelas que ocasionaram mortalidade sobre as larvas e os que foram menos preferidos com base no número de minas. Dentre estes encontraram uma antiga variedade francesa de melão que apresentava alta resistência por antibiose, que ocasionou 100% de mortalidade em larvas de primeiro ínstar.

Basij *et al.* (2011) avaliaram 70 cultivares de pepino com relação a resistência varietal a *L. sativae* e as classificaram como suscetíveis, semi-suscetíveis, semi-resistentes e resistentes. Foram constatados genótipos com resistência do tipo antibiose, mas todas as cultivares foram infestada pela praga.

Trumble & Quiros (1988) mencionaram haver o tipo de resistência por antixenose ou não preferência apresentada por espécies de *Apium* para *L. trifolii*. Os autores apontaram a arquitetura foliar como um dos fatores envolvidos na resistência. Neste trabalho, acessos ocasionaram redução de 64% da densidade populacional, mas com a ação de inimigos naturais este porcentual se elevou para 90% de redução da população de moscas-minadoras.

No Brasil, Guimarães *et al.* (2009) avaliou a resistência de 10 híbridos de melão amarelo, do programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças, à *L. huidobrensis*. Dois híbridos se destacaram pelo baixo nível de infestação, com evidências dessa resistência ser multifatorial.

Nunes *et al.* (2013) desenvolveram pesquisas avaliando a resistência de genótipos de meloeiro a mosca-minadora em condições de casa de vegetação e campo e verificaram que o

acesso AC-22 apresentou resistência do tipo antixenose, não sendo observados efeitos antibióticos.

A influência de voláteis sobre *L. sativae* foi comprovado por Wei *et al.* (2006) que observaram que os sinais químicos emitidos por folhas de feijão com danos mecânicos ou da praga foram mais atrativos as fêmeas aos emitidos pelas folhas sadias.

Em estudo com eletroantenograma, verificou-se que *L. sativae* apresentou resposta distinta para plantas hospedeiras, como feijão e tomate, enquanto plantas não-hospedeiras resultaram em respostas mínimas (Zhao & Kang 2003).

Zoebisch *et al.* (1984) observaram que o comportamento de oviposição e desenvolvimento de *L. trifolii* submetidas a diferentes espécies de plantas cultivadas e espontâneas foram variáveis de acordo com as plantas utilizadas, ressaltando que esse diferencial com plantas alternativas pode ser usada em programas de MIP.

## **Métodos de amostragem**

Um dos pilares importantes no manejo de pragas é conhecer o momento para se efetuar a medida de controle (Trumble & Alvarado-Rodriguez 1992). O desenvolvimento de uma técnica de amostragem que seja prática, de fácil adoção e confiável é uma etapa de extrema importância, pois permite conhecer a densidade e a distribuição do inseto dentro do agroecossistema (Naranjo & Flint 1994). Na cultura do melão esta tomada de decisão em relação à mosca-minadora ainda é realizada de forma empírica, com base apenas na presença de minas, em que muitas situações as larvas já saíram das folhas.

O conhecimento da infestação inicial é fundamental no manejo de moscas-minadoras em melão (Scheirs *et al.* 1997). O uso de armadilhas adesivas amarela é uma ferramenta importante no monitoramento de adultos (Zehnder & Trumble 1984, Zoebisch *et al.* 1993), podendo se

estimar o tamanho da população com aproximadamente 90% de confiabilidade (Chandler 1987). Entretanto, existem críticas quanto ao uso dessas armadilhas adesivas como controle devido as mesmas capturarem predominantemente machos (Jones & Parrella 1986a, Zehnder & Trumble 1984).

Um método comumente praticado em regiões produtoras para se determinar o grau de infestação da mosca é da coleta de folhas no dossel da planta estratificado nas partes basal, mediana e apical (Jones & Parrella 1986b, Parrella *et al.* 1987). Em estudo para determinação da folha amostral em meloeiro para *Liriomyza* spp., Azevedo *et al.* (2005) definiram a folha número 12 como a mais representativa, considerando o número de minas e a facilidade de visualização.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivos: (i) selecionar genótipos de meloeiro resistente à *L. sativae* em laboratório; (ii) definir a folha amostral para o monitoramento de mosca-minadora em meloeiro; (iii) e avaliar a resistência de genótipos de meloeiro à *L. sativae* em condições de campo.

### Literatura citada

- Agrofit. 2016.** Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons) >. Acesso em: 03 jan. 2016.
- Agrianual - 2014.** Anuário da Agricultura Brasileira: Melão. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio.
- Araujo, E.L., C. H .F. Nogueira, A. C. M. Netto & C.E.S. Bezerra. 2013.** Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). Ciênc. Rural 43: 579-582.
- Araujo, E.L., E.M. Costa, E.R. Moura Filho, C.H.F. Nogueira & M.R.D. Santos. 2012.** Efeito de inseticidas sobre a mosca minadora (Diptera: Agromyzidae), quando aplicado durante a fase de ovo. Agropec. Cient. Semi-árido, 8: 18-22.

- Araújo, J.L.P. & N.J. Vilela. 2003.** Aspectos socioeconômicos, p. 15-18. In H.R. Silva, N.D. Costa (eds.), *Melão: Produção, aspectos Técnicos*. Brasília: EMBRAPA Hortaliças / EMBRAPA Semi-Árido, 144p.
- Azam, K.M. 1991.** Toxicity of neem oil against leaf miner (*Liriomyza trifolii* Burgess) on cucumber. *Pl. Prot.* 6: 196-197.
- Azevedo, F.R., J.A. Guimarães, D. Terao, L.G.P. Neto & J.A.D. Freitas. 2005.** Distribuição vertical de minas de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro, em plantio comercial. *Rev. Ciênc. Agron.* 36: 322-326.
- Basij, M.A. Askarianzaeh, S. Asgari, S. Moharramipou & R. Rafezi. 2011.** Evaluation of resistance of cucumber cultivars to the vegetable leafminer (*Liriomyza sativae* Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). *Chil. J. Agric. Res.* 71: 395-399.
- Blecher, B. 2016.** Melão para o mundo. *Rev. Globo Rural* 364: 39-41.
- Civele, H.S., P.G. Weintraub & E. Durmusoglu. 2002.** The efficacy of two different neem [*Azadirachta Indica* A. Juss. (Melaceae)] formulations on the larvae of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) and *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Int. J. Dipterol. Res.* 13: 87-91.
- Chandler, L.D. 1987.** Evaluation of yellow trap sizes and within-field densities for monitoring *Liriomyza trifolii* in bell peppers. *Southwest. Entomol.* 12: 245-251.
- Costa-Lima, T.C., L.D. Geremias & J.R.P. Parra. 2009.** Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. *Neotrop. Entomol.* 38: 727-733.
- Costa-Lima, T.C., L.D. Geremias & J.R.P. Parra. 2010.** Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. *Environ. Entomol.* 39: 195-201.
- Costa-Lima, T.C., M.C.M. Chagas, & J.R.P. Parra. 2014.** Temperature-dependent development of two neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *J. Insect Sci.* 14: 1-4.
- Costa-Lima T.C., Silva A.C. & Parra J.R.P. 2015.** Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia. *Série Documentos*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 36p.
- Cox, T.S. & J.H. Hatchett. 1986.** Genetic model for wheat-Hessian fly (Diptera: Cecidomyiidae) interaction: Strategies for deployment of resistance genes in wheat cultivars. *Environ. Entomol.* 15: 24-31.



- Cuthbertson, A.G.S., L.F. Blackburn, P. Northing, J.J. Mathers, W. Luo & K.F.A. Walters. 2009.** Environmental evaluation of hot water treatments to control *Liriomyza huidobrensis* infesting plant material in transit. *Int. J. Environ. Sci. Tech.* 6: 167-174.
- Dias, R. de C.S., N.D. Costa, P.C.G. Silva, M.A. Queiroz, F. Zuza, L.A.S. Leite, P.F.A.P. Pessoa & D.A. Tarao. 1998.** A cadeia produtiva do melão no Nordeste, p. 441-494. In: Castro, A. M.G., S.M.V. Lima, W.J. Goedart, A. Freitas Filho, J.R.P. Vasconcelos, (eds). Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-DPD, 564p.
- Dimetry, N.Z., A.A. Barakat, E.F. Abdalla, H.E. EL-Metwally & A.M.E.A. EL-Salam. 1995.** Evaluation of two neem seed kernel extracts against *Liriomyza trifolii* (Burg.) (Dipt. Agromyzidae). *Anz. Schädl. kd. Pflanzens. Umweltschutz* 68: 39-41.
- Dogimont, C., D. Bordat, M. Pitrat, & C. Pages. 1995.** Characterization of resistance to *Liriomyza trifolii* (Burgess) in melon (*Cucumis melo* L.). *Fruits* 50: 449-452.
- Dogimont, C., D. Bordat, C. Pages, N. Boissot & M. Pitrat. 1999.** One dominant gene conferring the resistance to the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) Diptera: Agromyzidae in melon (*Cucumis melo* L.). *Euphytica* 105: 63-67.
- Drea, J.J., D. Jaendel & F. Gruber. 1982.** Parasites of agromyzid leafminers (Diptera: Agromyzidae) on alfalfa in Europe. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75: 297-310.
- Elosegui, E. 1995.** La mosca minadora *Liriomyza huidobrensis*, plaga de horícolas y ornamentales. *Sustrai* 37: 22-24.
- Eppo 2000.** Identification of *Liriomyza sativae* on imports from Israel 2000/166. EPPO Report. *Serv.* 11: 3.
- Fergusson, J.S. 2004.** Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin, and spinosad. *J. Econom. Entomol.* 97 112-119.
- Fernandes, O.A. 2004.** Melão: Campo minado. *Rev. Cult.* 4: 26-27.
- Fernandes, D. R. R. 2006.** Inimigos naturais presentes na cultura do meloeiro e sua associação com a mosca-minadora *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) na região de Mossoró/Assu. Monografia, UFRSA, Recife, 59p.
- Ferreira, E.C.B.F. 2014.** Estrutura genética de populações naturais de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera:Agromyzidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 43p.
- Fontes, P. C. R. & M. Puiatti. 2005.** Cultura do melão, p. 407-428 In P.C.R. Fontes (ed.), Olericultura: teoria e prática. Viçosa: Editora UFV, 486p.

- Furiatti, R.S., A.R.P. Junior & J.A.B. Lopes. 2008.** Estudo comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca minadora da batata. *Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.* 6: 89-96.
- Gallun, R.L. & Khush, G.S. 1980.** Genetic factors affecting expression and stability of resistance, p 63-85. In F.G. Maxweel & P.R. Jennings (eds.), *Breeding Plants Resistant to Insects*. New York: University of Minnesota, 683p.
- Guimarães, J.A. 2005.** Recomendações para o manejo das principais pragas do meloeiro na região do semi àrido nordestino. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 9p. (Circular Técnica, 24).
- Guimarães, J.A., M.M. Filho, V.R. Oliveira, R.S. Liz & E.L. Araujo. 2009.** Biologia e manejo de mosca minadora no meloeiro. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 9p. (Circular Técnica 77).
- Gorski, R. 2005.** Effectiveness of natural essential oils in monitoring of the occurrence of pea leafminer (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) in gerbera crop. *J. Pl. Prot. Res.* 45: 287 - 291.
- Gould, F., A. Anderson, D. Landis & H. van MelJaert. 1991.** Feeding behavior and growth of *Heliothis virescens* larvae on diets containing *Bacillus thuringiensis* formulations or endotoxins. *Entomol. Exp. Appl.* 58: 199-210.
- Hammad, E.M Abou, F. Nemer, N.M. & Kawar N.S. 2000.** Efficacy of chinaberry tree (Meliaceae) aqueous extracts and certain insecticides against the pea leafminer (Diptera: Agromyzidae). *J. Agric. Sci.* 134: 413-420.
- Hendriske, A., R. Zucchi, J.C. Van Lenteren, & J. Woets, 1980.** *Dacnusa sibirica* Telenga and *Opius pallipes* Wesmael (Hym., Braconidae) in the control of the tomato leafminer *Liriomyza bryoniae*. *Meed. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Gent* 15: 83-98.
- Johnson, M.W., S.C. Welter, N.C. Toscano, I.P. Ting, J.T. & Trumble. 1983.** Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 1061-63.
- Jones, V.P. & M.P. Parrella. 1986a.** The development of sampling strategies for larvae of *Liriomyza trifolii* in chrysanthemums. *Environ. Entomol.* 15:268-73
- Jones, V.P. & M.P. Parrella. 1986b.** The movement and dispersal of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in a chrysanthemum greenhouse. *Ann. Appl. Biol.* 109: 33-39.
- Korytkowski, C. 2014.** Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Diptera: Muscomorpha) en el Perú. *Rev. Per. Entomol.* 49: 1-106.
- Kang, L. B., Chen, J.N. Wei & T.X. Liu. 2009.** Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control. *Annu. Rev. Entomol.* 54: 127-145.

- Kox L.F.F., H.E.V.D. Beld, B.L. Lindhout & L.J.W. Goffau 2005.** Identification of economically important *Liriomyza* species by PCR-RFLP analysis. EPPO Bull. 35: 79-85.
- Leibee, G.L. 1984.** Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. Environ. Entomol. 13: 497-501.
- Lenteren, J.C.V. & J. Woets. 1988.** Biological and integrated pest control in greenhouses. Annu. Rev. Entomol. 33: 329-369.
- Van Lenteren, J.C. 2000.** Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies, p. 77-103. In S. Wratten and G. Gurr (eds.), Measures of success in biological control. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 429p.
- Lonsdale, O. 2011.** The *Liriomyza* (Agromyzidae: Schizophora: Diptera) of California. Magnolia Press. Auckland. Zootaxa 2850: 1-123.
- Milla, K. 2005.** Spatial/Temporal model for survivability of peã Leafminer (*Liriomyza huidobrensis*) In Warm Climates: A case Study in South Florida, USA. Europ. J. Scie. Res. 7: 65-73.
- Miller, G.W.Y & M.B. Isgar 1985.** Effects of temperature on the development of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Bull. Entomol. Res. 75: 321-328.
- Minkeberg, O.P.J.M.; Lenteren, J.C.V. 1986.** The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agric. Univ. Wageningen Pap. 86: 1-50.
- Minkenber, O.P.J.M. 1988.** Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. Entomol. Exp. Appl. 48: 73-84.
- Morgan D.J.W., S.R. Reitz, P.W. Atkinson & J.T. Trumble. 2000.** The resolution of California populations of *Liriomyza huidobrensis* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) using PCR. Heredity 35:53-61.
- Musgrave, C. A., S. L. Poe & D. R. Bennett. 1975.** Leafminer population estimation in polycultured vegetables. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 88:156-160.
- Nadagouda, S., B.V. Patil, Venkatshalu & A.G. Sreenivas. 2010.** Studies on development of resistance in serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Agromyzidae: Diptera) to insecticides. Karnataka J. Agric. Sci. 23: 56-58.
- Nachreiner, M. L., M. Boteon & T.S. Paula. 2002.** Sistema agroindustrial do melão: Mossoró versus Juazeiro. Disponível em: <[http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Melao\\_Sober.doc](http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Melao_Sober.doc)>. Acesso em: 02 jan. 2016.

- Naranjo, S.E. & H.M. Flint. 1994.** Spatial distribution of preimaginal *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development of fixed-precision sequential sampling plants. *Environ. Entomol.* 23: 254-266.
- Negreiros, M. Z. & J.F. Medeiros. 2005.** Produção de Melão no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Instituto Frutal, 110 p.
- Neuenschwander, P., S. P. Murphy & Coly, Y.E.V. 1987.** Introduction of exotic parasitic wasps for the control of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Senegal. *Trop. Pest Manage.* 33: 290-297.
- Nogueira, C.H.F. 2012.** Parasitoide *Opius* sp. no Manejo Integrado da Mosca Minadora na Cultura do Meloeiro. Dissertação de Mestrado, UFERSA, Mossoró, 71p.
- Nogueira, S.G., E. Bleicher & Q.M.S. Melo. 2001.** Diagnóstico de uso de praguicidas na cultura do melão na região produtora do Ceará e Rio Grande do Norte: Estudo de caso. *Horticultura Brasileira*, v. 19, suplemento CD-ROM, julho.
- Nunes, G.H.S., A.C. Medeiros, E.L. Araujo, C.H.F. Nogueira & K.D.S. Sombra. 2013.** Resistência de acessos de meloeiro à mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). *Rev. Bras. Frutic.* 35:746-754.
- Parrella, M.P. & J.A. Bethke. 1984.** Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster and pea. *J. Econ. Entomol.* 77: 342-45.
- Parrella, M.P., K.M. Heinz & G.W. Ferrotino. 1987.** Biological control of *Liriomyza trifolii* on glasshouse chrysanthemums. *IOBC-WPRS Bull.* 116-120p.
- Parrella, M.P. 1987.** Biology of *Liriomyza*. *Annu. Rev. Entomol.* 32: 210-226.
- Parrella, M.P. & J.T. Trumble. 1989.** Decline of resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in the absence of insecticide selection pressure. *J. Econ. Entomol.* 82: 365-368.
- Peña, M.A. 1986.** Biología y control de *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera, Agromyzidae). *Cuad. Fitopatol.* 8: 105-129.
- Pedrosa, J.F. 1997.** Cultura do melão. Mossoró: ESAM, 51p.
- Pitrat, M. 2002.** Gene list for melon. *Rep. Cucurbit. Genet. Coop.* 25: 76 - 93.
- Price, P.W. 1986.** Ecological aspects of host plant resistance and biological control: interactions among three trophic levels, p. 11-30. In D.J. Boethel, R.D. Eikenbary (eds.), *Interactions of plant resistance and parasitoid and predators of insects*. New York: University of Michigan, 224p.

- Price P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPherson & J.N. Thompson. 1980.** Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11:41-65.
- Sánchez, J.M. 1994.** Agromícidios minadores en hojas, p. 223-240. In R. Moreno (ed.), *Sanidad vegetal en horticultura protegida*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, 441p.
- Schoot, M.V. & C. Mollema. 1994.** Resistance in tomato to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Proc. Exp. Appl. Entomol.* 5: 139-140.
- Shepard, M. & D.L. Dahlman. 1988.** Plant-induced stresses as factors in natural enemy efficacy, p. 363-380. In: E.A. Heinrichs (ed.), *Plant stress-insect interactions*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 492p.
- Scheirs, L., L. Bruyn & Y.M.V. Tschirnhaus 1997.** Comparison of different trapping methods in Agromyzidae (Diptera). *J. Appl. Ent.*, 121: 429-433.
- Scheffer, S.J. 2000.** Molecular evidence of cryptic species within the *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 1146-1151.
- Scheffer, S.J. & M.L. Lewis. 2001.** Two nuclear genes confirm mitochondrial evidence of cryptic species within *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94: 648-653.
- Scheffer, S.J. & M.L. Lewis. 2005.** Mitochondrial phylogeography of vegetable pest *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae): divergent clades and invasive populations. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 98: 181-186.
- Scheffer, S.J. & Lewis M.L. 2006.** Mitochondrial phylogeography of the vegetable pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): diverged clades and invasive populations. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99: 991-998.
- Scheffer S.J., Lewis M.L. & Joshi R.C. 2006.** DNA barcoding applied to invasive leafminers (Diptera: Agromyzidae) in the Philippines. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 99: 204-210.
- Silva, R.K.B. 2008.** Técnicas de criação e aspectos do parasitismo de *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) sobre a mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. Mossoró, Dissertação de Mestrado, UFERSA, 51p.
- Shiao, S.F. 2004.** Morphological diagnosis of six *Liriomyza species* (Diptera: Agromyzidae) of quarantine importance in Taiwan. *Appl. Entomol. Zool.* 39: 27-39.
- Spencer, K.A., 1973.** Agromyzidae (Diptera) of economic importance. *Series Entomologica* 9. Netherlands: Dr. W. Junk B.V. Publishers, 418p.
- Spencer, K.A. & G.C. Steyskal. 1986.** Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States. Washington: United States Department of Agriculture, 478 p.

- Trumble, J.T., I. P. Ting & Y L. Bates 1985.** Analysis of physiological, growth, and yield responses of celery to *Liriomyza trifolii*. Entomol. Exp. Appl. 38: 15-2.
- Trumble, J. T. & C. F. Quiros. 1988.** Antixenotic and antibiotic resistance in *Apius* species to *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 81: 602-607.
- Trumble, J.T. & B. Alvarado-Rodriguez. 1992.** Development and economic evaluation of an IPM program for fresh market tomato production in Mexico. Agric. Ecosyst. Environ. 43: 267-284.
- Weintraub P.G. & A.R. Horowitz. 1997.** Systemic effects of a neem insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. Phytoparasitica 25:283-89.
- Wei, J. L. Zou, R. Kuang & L. He. 2000.** Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by pea Leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). Zool. Stud. 39: 295-300.
- Wei, J.N., J. Zhu & L. Kang. 2006.** Volatiles released from bean plants in response to agromyzid flies. Planta 224: 279-287.
- Woets, J.YA. & V. D. Lindel 1982.** On the occurrence of *Opius pallipes* Wesmael and *Dacnusa sibirica* Telenga (Braconidae) in cases of natural control of tomato leafminer *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Agromyzidae) in some large greenhouses in the Netherlands. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 42: 1279-1287.
- Van der Linden, A. 2004.** Biological control of leafminers on vegetable crops, p. 235–251. In K.M. Heinz, R.G. Van Driesche, M.P. Parrella, (eds.), Biocontrol in protected culture. Madison: University of Wisconsin, 552p.
- Zehnder, G.H. & Y.J.T. Trumble. 1984.** Host selection of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in adjacent plantings of tomato and celery. Environ. Entomol. 13: 492-496.
- Zoebisch, T.G., D.J. Schuster & J.P. Gilreath. 1984.** *Liriomyza trifolii*: oviposition and development in foliage of tomato and common weed hosts. Fla. Entomol. 67: 250-253.
- Zoebisch, T.G., J.L. Stimatic & Y.D.J. Schuter. 1993.** Methods for estimating adult densities of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in staked tomato fields. J. Econ. Entomol. 86: 523-528.
- Zhao, Y.X., & L. Kang. 2003.** Olfactory responses of the leafminer *Liriomyza sativae* (Dipt., Agromyzidae) to the odours of host and non-host plants. J. Appl. Entomol. 127:80-84.

## CAPÍTULO 2

GENÓTIPOS DE MELOEIRO RESISTENTE A MOSCA-MINADORA *Liriomyza sativae*

Blanchard (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

CARLOS H. F. NOGUEIRA<sup>1</sup>, REGINALDO BARROS<sup>1</sup>, TIAGO C COSTA-LIMA<sup>2</sup> E VALTER R. OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Entomologia, Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Zona Rural, CEP: 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de Melhoramento Genético, Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, Km 09, CEP: 70351-970, Brasília, DF, Brasil.

<sup>1</sup>Nogueira, C.H.F., R. Barros, T.C. Costa-Lima, V. R. Oliveira. Genótipos de meloeiro resistente a mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). A ser submetido.

RESUMO – A mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard é uma das principais pragas da cultura do meloeiro no mundo. A presença dessa praga nas áreas produtoras de melão tem ocasionados vários problemas e elevado os custos de produção, visto que os métodos de controle utilizado pelos produtores não tem se mostrado eficiente para o controle dessa praga. O desenvolvimento de novos métodos de controle é de fundamental importância para o manejo da mosca-minadora, sendo assim, este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos de meloeiro resistentes à mosca-minadora *Liriomyza sativae*. Foram avaliados 27 genótipos de meloeiro em testes com e sem chance de escolha para alimentação e oviposição. Foram selecionados 10 acessos com base na menor quantidade de ovos (não preferência) e na maior mortalidade larval (antibiose). Nos genótipos menos preferidos para oviposição foi estudado o efeito sobre a biologia de *L. sativae*. Para o teste de preferência com chance de escolha para alimentação e oviposição, 12 acessos foram classificados como moderadamente resistentes. Nos testes sem chance de escolha foi observado que os genótipos NO24 e NO26 foram os menos preferidos pela fêmea de mosca-minadora para alimentação e oviposição. Nos estudos de biologia, verificou-se que quatro genótipos (G76, NO23, NO24 e NO26) ocasionaram 100% de mortalidade larval.

PALAVRAS-CHAVE: MIP, Antixenose, Antibiose, *Cucumis melo*



## RESISTANT MELON GENOTYPES TO THE LEAFMINER *Liriomyza sativae* BLANCHARD

(DIPTERA: AGROMYZIDAE)

ABSTRACT - The leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard is a major pest of melon crop in the world. The presence of this pest in the producing areas of melon has caused various problems and high production costs, since the control methods used by producers has not proven effective in the control of this pest. The development of new control methods is of fundamental importance for the management of leafminer, therefore, this study aimed to select melon genotypes resistant to leafminer *L. sativae*. We evaluated 27 genotypes of muskmelon in tests with and no choice for food and oviposition. We selected 10 hits based on fewer eggs (no preference) and most larval mortality (antibiosis). In less preferred genotypes for oviposition was studied the effect on *L. sativae* biology. For preference test with chance of choice for food and oviposition, 12 accessions were classified as moderately resistant. In tests no choice has been observed that the NO24 and NO26 genotypes were the least preferred by leafminer female for feeding and oviposition. In biology studies, it was found that four genotypes (G76, No23, NO24 and NO26) caused 100% larval mortality.

KEYWORDS: IPM, antixenosis, antibiosis, *Cucumis melo*

## Introdução

As moscas-minadoras são importantes pragas para muitas culturas de importância econômica (Parrella 1987). A *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) tem se destacado como sendo o principal problema de ordem fitossanitária em cultivos de meloeiro, ocasionando sérios problemas a esta cultura (Araujo *et al.* 2007, Guimarães *et al.* 2008).

Os danos acometidos à cultura são ocasionados apenas pelas fêmeas da moscas-minadora, que através do seu ovipositor realizam puncturas de alimentação e oviposição nas folhas (Sánchez, 1994). Após o surgimento das larvas, estas se alimentam do parênquima foliar provocando a redução da capacidade fotossintética das plantas, consequentemente frutos com baixo teor de sólidos solúveis totais (°Brix) (Elmore & Ranney 1954, Parrella 1987, Haghani *et al.* 2007).

Vários métodos são utilizados pelos produtores visando o controle desta praga, dentre estes o mais comum é o uso de inseticidas. Atualmente há apenas cinco princípios ativos registrados para o controle desta praga na cultura do meloeiro, somada ao seu uso incorreto, torna-se um problema grave. Dentre estes, o desequilíbrio causado pela eliminação dos inimigos naturais e a seleção de linhagens resistentes a determinados produtos químicos (Hossain & Poehling 2006).

A seleção de variedades de meloeiro que apresentem características que as tornam menos atraente para a mosca-minadora realizar a postura e alimentação são interessantes resistência do tipo antixenose ou antibiose é fundamental para não são preferidas para alimentação e oviposição da mosca-minadora irá contribuir

O desenvolvimento e utilização de variedades de meloeiro resistentes à mosca-minadora é uma alternativa bastante promissora, porém ainda pouco explorada. Nesse contexto, a avaliação da resistência de variedades de meloeiro é fundamental para que sejam desenvolvidas estratégias de manejo que atuem em harmonia com o ambiente (Nunes *et al.* 2013).

Sendo assim, visando contribuir para o manejo integrado da mosca-minadora na cultura do meloeiro, o presente trabalho teve por objetivo selecionar genótipos resistentes à *L. sativae*, por meio de testes com e sem chance de escolha e avaliar o efeito destes sobre a biologia dessa espécie.

### **Material e Métodos**

**Criação de *Liriomyza sativae*.** A criação de *L. sativae* foi realizada de acordo com Costa-Lima (2011). Mudas de feijão-caupi, *Vigna unguiculata*, foram utilizadas como planta hospedeira para multiplicação da mosca-minadora. As sementes foram plantadas em vasos de polietileno tendo como substrato uma mistura de areia e matéria orgânica na proporção de 1:1. As plantas foram acondicionadas em casa de vegetação até a formação das folhas cotiledonares.

As plantas contendo as folhas cotiledonares desenvolvidas foram transferidas para gaiolas de criação (90 x 38 cm de base e 50 cm de altura) com laterais de tela anti-afídeo e estrutura de PVC. Solução de mel à 10% foi fornecido para os adultos como fonte de alimento. As gaiolas permaneceram em salas climatizadas com temperatura de  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar (UR) de  $70 \pm 20\%$  e fotofase de 12h.

As plantas ficaram expostas à infestação por um período de 24 horas, e em seguida foram levadas de volta à casa de vegetação para que ocorresse o desenvolvimento das fases de ovo e larva. Após um período de 4 a 5 dias, as folhas foram cortadas na região do pecíolo e levadas para o laboratório para serem acondicionadas em câmaras de pupação. Após a formação das pupas, estas foram armazenadas em placas de Petri e cobertas com filme plástico. Com a emergência dos adultos, estes eram liberados no interior das gaiolas para a manutenção da criação.

**Definição do Número de Casais.** Para o estabelecimento de uma condição padrão para a realização dos ensaios de resistência de genótipos de meloeiro a mosca minadora em condições de

laboratório, foi realizado um bioensaio para definir o número de casais a serem usados nos testes posteriores.

Inicialmente pupas oriundas da criação de manutenção de *L. sativae* foram individualizadas em Eppendorf® e lacrados com papel filme PVC, neste papel era feito um pequeno furo com um estilete de maneira que permitisse o fornecimento de alimento aos adultos. Após a emergência era realizada a diferenciação de machos e fêmeas tendo como parâmetro a presença do ovipositor no final do abdome nas fêmeas enquanto que o macho não apresentava esta estrutura. Os adultos permaneceram confinados até o seu quarto dia de vida, idade em que a fêmea atinge sua maturidade sexual, em seguida os adultos foram transferidos para gaiolas de PVC revestida com tecido *voil* contendo mudas de meloeiro, como alimento para os insetos foi fornecido mel diluído a 10%.

Foram testados três densidades sendo o primeiro tratamento composto pela densidade de 2 casais por planta, o segundo tratamento foi de 3 casais por planta e o terceiro tratamento foi de 4 casais por planta. Cada tratamento foi composto por três gaiolas (blocos) que continham em seu interior 25 mudas de meloeiro da variedade Mandacaru, variedade conhecida por sua suscetibilidade a essa praga na região do Vale do São Francisco.

Foi estabelecido que o tempo de exposição fosse de 24 horas, pois um tempo maior poderia “mascarar” os resultados visto que, algumas larvas de mosca minadora começam a sair dos ovos com menos de 48 horas da postura.

Diferentemente de outros estudos onde se contabilizava o número de larvas, neste experimento foi contabilizado o número de ovos, visto que, a inviabilidade de ovos poderia nos induzir a uma decisão equivocada com relação à densidade a ser utilizada. Após 24 horas de exposição foi realizada a contagem do número de ovos por folha, através de um auxílio de um microscópio estereoscópico (x40) com luz por transmissão. O delineamento experimental adotado

foi o de blocos ao acaso com 75 repetições, sendo cada repetição composta por uma planta. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Teste com Chance de Escolha.** Foram realizados testes com chance de escolhas para alimentação e oviposição. Os 27 genótipos utilizados no presente estudo foram obtidos do Programa de melhoramento genético de melão da Embrapa Hortaliças. Inicialmente as sementes dos genótipos de meloeiro foram semeadas em bandejas de poliestireno contendo substrato para plantio de hortaliças. As mudas foram transplantadas após dez dias para copos de plástico de 500 mL, contendo como substrato areia e húmus de minhoca na proporção de 1:1. As plantas permaneceram na casa de vegetação até o desenvolvimento de duas folhas verdadeiras completamente expandidas.

Os genótipos foram inseridos em gaiola com estrutura de PVC e com laterais de tela *voile* (60 x 60 cm de base e 60 cm de altura). De acordo com os testes prévios, foi utilizada a proporção de três casais de *L. sativae* por planta, sendo estes adultos com idade de 4 a 6 dias, visto que, nesta idade a fêmea apresenta o seu pico de oviposição (Costa-Lima *et al.* 2010). Após 24h as plantas foram retiradas das gaiolas. Sob microscópio estereoscópico (x40) com luz por transmissão foi contabilizado o número de ovos e de puncturas de alimentação, baseado em Costa-Lima *et al.* (2015). Para os estudos seguintes, foram selecionados seis materiais que foram menos preferidos para oviposição e quatro acessos que apresentaram 100% de mortalidade larval.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com 27 tratamentos com 12 repetições, cada repetição consistiu de uma planta de meloeiro contendo duas folhas verdadeiras. A testemunha utilizada foi a linhagem de melão EHMEL200910 do tipo Amarelo, conhecida como suscetível a *L. sativae*. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através do teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Os genótipos foram

classificados com base na classificação sugerida por Barros (1998), que se baseia na comparação do erro padrão da média (EP) ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste t, agrupando-se em três graus de resistência:

Moderadamente resistente:  $Mg < Mgt - EP$

Suscetível:  $Mgt - EP \leq Mc \leq Mgt + EP$

Altamente suscetível:  $Mg \geq Mgt + EP$

Em que:  $Mg$  = Média do genótipo

$Mgt$  = Média entre todos os genótipos testados

$EP$  = Erro padrão.

Foi realizada uma correlação simples do número de ovos de cada material em função do número de puncturas de alimentação de cada material para se conhecer o grau de associação entre estes dois parâmetros.

**Teste sem Chance de Escolha.** Dos 27 genótipos avaliados nos testes com chance de escolha, foram selecionados os 10 genótipos e a testemunha. Estes foram expostos a infestação de *L. sativae* isoladamente utilizando o mesmo método descrito anteriormente. Após 24h de exposição à mosca-minadora foi contabilizado o número de puncturas de alimentação e de oviposição.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso composto por 11 tratamentos com 12 repetições, sendo uma repetição representada por uma planta. Foi também utilizado a linhagem de melão EHMEL200910 do tipo Amarelo como testemunha. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através do teste de Scott Knott ( $P < 0,05$ ).

**Aspectos Biológicos de *Liriomyza sativae* em Diferentes Genótipos de Meloeiro.** Neste experimento foi avaliada a influência dos 11 genótipos de meloeiro selecionados sobre o desenvolvimento de *L. sativae*. O método para infestação dos acessos foi similar ao descrito anteriormente. As plantas foram deixadas por 24h nas gaiolas. Após esse período foi

contabilizado o número de ovos nas folhas e em seguida as plantas foram acondicionadas em câmaras climatizadas ( $25 \pm 2^\circ \text{C}$ , UR de  $70 \pm 20 \%$  e fotofase de 12 h). Diariamente avaliou-se o experimento para verificar o estágio de desenvolvimento do inseto e a mortalidade. Próximo das larvas saírem das folhas foi acoplado um copo plástico de 500 mL no caule da planta para coletar as pré-pupas. Com o auxílio de um pincel fino, as pupas foram transferidas para microtubos de 1,5 mL e revestidos com plástico filme.

Após a emergência, os insetos foram sexados e alimentados com uma solução de mel a 10% através de um orifício no plástico filme. Com 4 a 6 dias, 10 casais foram transferidos para gaiolas contendo duas mudas de meloeiro da variedade Mandacaru. Desta forma, também foi avaliado a duração e viabilidade da fase de ovo dos insetos oriundos dos genótipos testados.

Para saber a influência dos genótipos sobre o desenvolvimento de *L. sativae* foram avaliados a duração e viabilidade das fases de ovo, larva e pupa e a longevidade e razão sexual dos adultos.

Para análise dos dados obtidos de viabilidade e duração do período de ovo, larva, pupa, longevidade dos adultos e a razão sexual as pressuposições de homogeneidade e normalidade das variâncias foram testadas pelos testes de Bartlett e Shapiro Wilk, respectivamente, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) pelo Software R (R Development Core Team, 2011).

## **Resultados e Discussão**

**Definição do Número de Casais.** Vários trabalhos têm divergido com relação ao número de adultos a serem utilizados em experimentos com mosca minadora. Alguns destes trabalhos têm utilizado números absurdos de adultos, conseqüentemente obtendo uma alta infestação sobre as plantas o que muitas vezes pode ocasionar a inviabilização dos experimentos. Além de que, para a

obtenção de muitos adultos pode ser complicado em virtude principalmente do trabalho para criar estes insetos e do custo para manter uma criação de manutenção.

Através dos dados obtidos pode-se verificar que à medida que foi aumentada a densidade de casais por plantas, o número de ovos também aumentava. Entre os tratamentos avaliados houve diferença estatística, na densidade de dois casais por planta o número médio de ovos foi de apenas 3,5, enquanto que no tratamento com a densidade de três casais para uma planta o número médio de ovos foi de 5,2 no tratamento com a densidade de quatro casais por planta foi observado o maior número médio 7,8 ovos (Tabela 1).

Em estudos realizados por Dogimont *et al.* (1999) avaliando a resistência de meloeiro a *L. trifolii*, estes autores utilizaram a densidade média de 2,5 fêmeas por planta. Wei *et al.* (2000), em estudos sobre a influência da estrutura das folhas de ervilhas sobre a alimentação de *L. huidobrensis*, também utilizou a densidade de duas fêmeas por planta. Porém a utilização somente de fêmeas pode comprometer o número de larvas visto que, não se tem garantia daquela fêmea estar acasalada. Segundo Kaspi e Parrela (2008), a fêmea da mosca minadora pode ter várias cópulas e parceiros para que realize a postura, daí a necessidade de ter indivíduos machos por perto.

Para os experimentos a serem realizados será considerada a densidade de três casais por planta, considerando uma planta com duas folhas verdadeiras. Com essa densidade é possível obter uma infestação que não venha ocasionar competição entre as larvas de maneira que comprometa os resultados.

**Teste com Chance de Escolha.** Dentre os 27 genótipos avaliados para puncturas de alimentação e oviposição de *L. sativae*, 11 foram classificados como moderadamente resistente (MR), oito como suscetível (S) e sete como altamente suscetível (AS) (Tabela 2). As médias de punctura de



alimentação e de oviposição variaram de 11,5 a 57,1 e de 1,8 a 9,5, respectivamente (Tabelas 2 e 3).

Apesar dos genótipos G13 (26,5), 309 (26,5), 300 (26,8), G99 (26,8), G60 (28,5), 304 (29,0) e G20 (30,2) terem sido estatisticamente iguais aos genótipos anteriores, estes apresentaram um número médio de puncturas de alimentação maior do que o grupo anterior, e foram classificados como S (Tabela 2).

O grupo formado pelos materiais 310, 308, 302, NO26, G31, 303 e 301 foram os genótipos mais preferido pela mosca-minadora para a alimentação, o número médio de puncturas neste grupo variou de  $31,5 \pm 5,1$  a  $57,1 \pm 13,8$ . Estes acessos foram classificados como sendo AS a *L. sativae* para a alimentação (Tabela 2).

Com relação ao número médio de ovos verificou-se que os materiais G29, G76, 309, 310, G40, 302, G78, G06, EHMEL200910, NO23, G60 e 308 foram MR. Apenas o genótipo 299 foi classificado como S enquanto que os demais como AS (Tabela 3).

Dos 12 genótipos classificados como MR para a alimentação, apenas os materiais G29, G76, G40, G78, G06, EHMEL200910 e NO23 obtiveram esta mesma classificação em relação à preferência por oviposição. Esta característica pode indicar uma possível fonte de resistência do tipo antixenose.

Essa resistência pode estar relacionada com a distribuição e a densidade de tricomas na folha, bem como a presença de substâncias químicas na planta. Segundo Fagoonee & Toory (1983) estes fatores podem influenciar as fêmeas de mosca-minadora na seleção do hospedeiro para se alimentarem ou ovipositarem. Hawthorne *et al.* (1992) verificaram que a presença de acilaçúcares secretadas por tricomas glandulares inibiram a alimentação e oviposição de *L. trifolii* em plantas de tomates selvagens.

Mesmo utilizando o material EHMEL200910 conhecido por sua suscetibilidade à mosca-minadora, verificaram-se acessos mais suscetíveis para alimentação e oviposição. Os materiais 309, 310, 302, G60 e 308, que foram preferidos para alimentação, não mostraram o mesmo comportamento para oviposição. Onze genótipos (G99, 301, G13, G20, G94, 304, 300, NO26, 303 e G31) se mostraram S e AS para alimentação e AS para oviposição.

Foi observado correlação ( $r = 0,94$   $P < 0,05$ ) entre o número de ovos e de puncturas de alimentação (Fig. 1). Esse dado corrobora com o relatado por Bethke e Parrela (1985), que o número de puncturas de alimentação na folha favorece a seleção desta para a oviposição pelas fêmeas da *L. trifolii*.

A seleção de materiais que apresentam resistência do tipo antixenose para alimentação e oviposição é importante, pois pode reduzir as injúrias causadas pelas puncturas de alimentação e oviposição das fêmeas (Trumble *et al.* 1985).

**Teste sem Chance de Escolha.** Houve diferença entre os materiais avaliados para alimentação e oviposição. Dos acessos avaliados, o genótipo 309 foi o que se mostrou mais suscetível a alimentação da mosca-minadora ( $124 \pm 5,2$  puncturas/folha), seguido do G40 ( $93,3 \pm 7,1$  puncturas/folha). Entre os materiais menos preferidos para alimentação destacaram-se os genótipo NO26, NO24, G29 e G78, que tiveram médias variando de 15,7 a 32,2 puncturas/folha. Na testemunha foi encontrada uma média de  $67 \pm 8,3$  puncturas/folha (Fig. 2).

O tratamento testemunha e o genótipo 309 apresentaram uma média de  $40,2 \pm 4,5$  ovos/folha. Assim como para puncturas de alimentação, os genótipos NO24, NO26 e G29 foram os que demonstraram menores médias, que variaram de  $5,1 \pm 1,0$  a  $10,9 \pm 1,1$  ovos/folha (Fig. 3).

Os genótipos NO24 e NO26 foram os únicos tratamentos que apresentaram um número de ovos menor do que o observado no teste com chance de escolha, os demais acessos apresentaram um número superior de ovos. De acordo com Dethier *et al.* (1960), as plantas podem emitir várias

substâncias voláteis que podem atrair ou repelir os insetos. O efeito inibitório na alimentação e oviposição da mosca-minadora já foram comprovados em alguns trabalhos (Hawthorne *et al.* 1992, Mekuria *et al.* 2005, Dekebo *et al.* 2007). Em situação de escolha o adulto prefere plantas que não emitem tais substâncias, porém em situação contrária a mosca pode se alimentar e ovipositar no hospedeiro.

Dentre os genótipos avaliados apenas o 309, 310 e NO24 apresentaram correlação entre puncturas de alimentação e oviposição. Provavelmente a fêmea selecionou estes genótipos após ter se alimentado dos mesmos. O genótipo 310 apresentou uma correlação negativa, enquanto que os genótipos 309 e NO24 apresentaram correlação positiva.

Considerando os resultados de punctura de alimentação e oviposição os genótipos G29 e G76 foram os menos preferidos. O mais provável é que tenha ocorrido uma resistência do tipo antixenose. Possivelmente as fêmeas de *L. sativae* selecionaram este material no momento da sua alimentação, como não sendo um bom hospedeiro para realizar postura, e por isso realizaram poucas puncturas de alimentação e depositaram poucos ovos.

#### **Aspectos Biológicos de *Liriomyza sativae* em Diferentes Genótipos de Meloeiro.**

Não houve diferença na duração do período embrionário de *L. sativae* entre os 11 genótipos avaliados, que teve média de 3,1 dias. Os acessos G78, 302 e 310 tiveram a viabilidade da fase de ovo inferior (85,7 a 91,1%) aos demais genótipos (95,9 a 100%) (Tabela 4).

Para a fase larval destacaram-se quatro genótipos que tiveram 100% de mortalidade (NO23, NO24, NO26 e G76), nestes materiais as larvas morriam com menos de 24h após a eclosão, proporcionando apenas um pequeno risco sobre as folhas. A duração e a viabilidade larval dos demais acessos avaliados não diferiram, variando de 4,1 a 4,4 dias e 69,4 a 89,4%, respectivamente.

A mortalidade total das larvas recém eclodidas, observada em quatro genótipos, é uma característica importante considerando-se que não chegaram a causar danos na planta. Segundo Trumbe e Quiros (1988), a resistência do tipo antibiose à larvas de *Liriomyza* spp. é mais relevante que a do tipo antixenose, pois irá proporcionar um controle mais efetivo. Lima (2012) também avaliou a resistência de 45 genótipos de meloeiro à *L. sativae* e verificou apenas uma cultivar, a Guaporé, que ocasionou 100% de mortalidade larval.

É interessante que novas pesquisas sejam realizadas com os genótipos NO23, NO24, NO26 e G76 com o intuito de descobrir se essa resistência é conferida por genes dominantes ou recessivos e também para identificar quais substâncias presentes nestes materiais são letais à praga. Dogimont *et al.* (1999), observaram que a linhagem Nantais Oblong também provocou 100% de mortalidade larval e que o gene que conferia essa resistência era dominante. Desta forma, os autores sugerem que este gene pode ser incorporado a plantas de meloeiro que não apresente essa característica.

Em relação a duração da fase de pupa os genótipos G78 ( $9,4 \pm 0,04$  dias) e 302 ( $9,2 \pm 0,07$  dias) ocasionaram um prolongamento de um dia em relação a testemunha ( $8,1 \pm 0,03$  dias). O genótipo 310 foi o único a apresentar uma duração menor que a testemunha, com  $7,7 \pm 0,06$  dias. A viabilidade pupal foi similar em todos os tratamento, variando de 74,2 a 90,5% (Tabela 4).

A média de duração dos estágios imaturos e do período ovo-adulto foram próximos ao relatado para *L. sativae* na variedade de melão Goldex (Araujo *et al.* 2013) e para a mesma espécie em feijão-caupi, a partir de população oriunda de meloeiro (Costa-Lima *et al.* 2009).

Com relação aos adultos apenas os machos e fêmeas obtidos do genótipo G29 tiveram longevidade inferior aos demais materiais avaliados e a testemunha (Tabela 4). Os valores obtidos foram próximos ao observados por Araujo *et al.* (2013) e superiores aos de Costa-Lima *et al.*

(2010) e Lima (2012). Com relação a razão sexual não houve diferença entre os tratamentos tendo os valores variado de  $0,45 \pm 0,05$  a  $0,50 \pm 0,06$  (Tabela 5).

Dentre os genótipos de meloeiro avaliados o NO23, NO24, NO26 e G76 são os de maior destaque devido à resistência do tipo antibiose sobre as larvas da *L. sativae*. Logo, estes acessos são os mais promissores para os programas de melhoramento genético da cultura visando o desenvolvimento de uma variedade resistente à *L. sativae*. Trabalhos para identificar as causas dessa resistência serão realizados, assim como, a avaliação do comportamento desses materiais em condições de campo.

### Literatura Citada

- Araujo, E.L., D.R.R. Fernandes, L.D. Geremias, A. C. M. Netto, & M. A. Filgueira. 2007.** Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. Rev. Caatinga 20: 210-212.
- Araujo, E.L., C. H .F. Nogueira, A. C. M. Netto & C.E.S. Bezerra. 2013.** Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). Ciênc. Rural 43: 579-582.
- Barros, R. 1998.** Efeito de cultivares de repolho, *Brassica oleracea* Var. capitata (L.) na biologia da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) e do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Tese de Doutorado, ESALQ-USP, Piracicaba, 98p.
- Bethke, J.A. & M.P. Parrella. 1985.** Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. Entomol. Exp. Appl. 39: 149-154.
- Costa-Lima, T.C., L.D. Geremias & J.R.P. Parra. 2009.** Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. Neotrop. Entomol. 38: 727-733.
- Costa-Lima, T.C., L.D. Geremias & J.R.P. Parra. 2010.** Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. Environ. Entomol. 39: 195-201.
- Costa-Lima, T.C. 2011.** Bioecologia e competição de duas espécies de parasitóides neotropicais (Hymenoptera: Braconidae e Eulophidae) de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae). Piracicaba, Tese de Doutorado, ESALQ, 129 p.

- Costa-Lima TC, A.C. Silva & J.R.P. Parra. 2015.** Moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera:Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia. Série Documentos. Petrolina: Embrapa Semiárido, 36p.
- Dethier, V.G., L.B. Browne & C.N. Smith. 1960.** The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. J. Econ. Entomol. 53: 134-136.
- Dekebo A, T. Kashiwagi, S.I. Tebayashi & C.S. Kim. 2007.** Nitrogenous ovipositional deterrents in the leaves of sweet pepper (*Capsicum annuum*) at the mature stage against the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). Biosci. Biotech. Biochem. 71:421-26
- Dogimont, C., D. Bordat, C. Pages, N. Boissot & M. Pitrat. 1999.** One dominant gene conferring the resistance to the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) Diptera: Agromyzidae in melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica 105: 63-67.
- Elmore, J. C. & Ranney, C. A. Jr. 1954.** Injury to pepper plants by the pea leaf miner. J. Econ. Entomol. 47:357-58.
- Fagoonee I. & V. Toory. 1983.** Preliminary investigations of host selection mechanisms by the leafminer *Liriomyza trifolii*. Insect Sci. Appl. 4: 337-341.
- Guimarães, J.A., R. Braga Sobrinho, F.R. Azevedo, E.L. Araujo, D. & Terão, A.L.M. Mesquita. 2008.** Manejo integrado de pragas do meloeiro, p.183-199. In R. Braga Sobrinho, J.A. Guimarães, J.A.D. Freitas & D. Terão (eds.), Produção Integrada de Melão. Fortaleza: EMBRAPA Agroindustrial Tropical, 338p
- Haghani, M., Y. Fathipour, A.A. Talebi & V. Baniameri. 2007.** Thermal requirement and development of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on cucumber. J. Econ. Entomol. 100: 350-356.
- Hawthorne D.J., J. A. Shapiro, W. M. Tingey & M.A. Mutschler. 1992.** Trichome-borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and oviposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. Entomol. Exp. Appl. 65: 65-73.
- Hossain, M.B. & M.H. Poehling. 2006.** Non-target effects of three biorationale insecticides on two endolarval parasitoids of *Liriomyza sativae* (Dip., Agromyzidae). J. Appl. Entomol. 130 - 360-367.
- Kaspi, R. & Parrella, M.P. 2008.** Polyandry and reproduction in the serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Insect Behav. 21: 323-336.
- Lima, M.A.A. 2012.** Resistência de meloeiro à mosca minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae). Piracicaba, Tese de Doutorado, ESALQ, 121p.

- Nunes, G.H.S., A.C. Medeiros, E.L. Araujo, C.H.F. Nogueira & K.D.S. Sombra. 2013.** Resistência de acessos de meloeiro à mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Rev. Bras. Frutic. 35:746-754.
- Parrella, M.P. 1987.** Biology of *Liriomyza*. Annu. Rev. Entomol. 32: 201-224.
- R Development Core Team. 2011.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Sánchez, J.M. 1994.** Agromíctidos minadores en hojas, p. 223-240. In R. Moreno (ed.), Sanidad vegetal en horticultura protegida. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, 441p.
- Trumble, J. T. & C. F. Quiros. 1985.** Antixenotic and antibiotic resistance in *Apiuns* species to *Lirimyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 81: 602-607.
- Trumble, J.T., I. P. Ting & Y L. Bates 1985.** Analysis of physiological, growth, and yield reponses of celery to *Liriomyza trifolii*. Entomol. Exp. Appl. 38: 15-2.
- Wei, J. L. Zou, R. Kuang & L. He. 2000.** Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by pea leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Ditera: Agromyzidae). Zool. Stud. 39: 295-300.

Tabela 1. Número médio de ovos ( $\pm$  erro padrão) por planta em função dos diferentes números de casais de *Liriomyza sativae*.

Densidades	Número de ovos $\pm$ (EP) <sup>1</sup>
2:1	3,5 $\pm$ 0,40 c
3:1	5,2 $\pm$ 0,52 b
4:1	7,8 $\pm$ 0,70 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Sott & Knott a 5% de probabilidade.



Tabela 2. Número médio de puncturas de alimentação (média  $\pm$  EP), e classificação dos genótipos de meloeiro em relação ao grau de resistência a *Liriomyza sativae*. Teste com chance de escolha (Temp.  $27 \pm 2$  °C, UR  $60 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

Genótipos	Puncturas de alimentação (M) <sup>1</sup>	Classificação <sup>3</sup>
G29	11,5 $\pm$ 2,9 b	MR
G76	12,3 $\pm$ 3,6 b	MR
G40	19,5 $\pm$ 5,4 b	MR
G80	19,7 $\pm$ 5,1 b	MR
G22	23,2 $\pm$ 4,5 b	MR
N023	23,5 $\pm$ 5,0 b	MR
G78	23,8 $\pm$ 3,7 b	MR
G96	24,2 $\pm$ 5,3 b	MR
N024	24,6 $\pm$ 4,8 b	MR
G06	25,2 b $\pm$ 5,4 b	MR
EHMEL200910 <sup>1</sup>	26,1 b $\pm$ 7,8 b	MR
299	26,4 b $\pm$ 7,7 b	MR
G13	26,5 b $\pm$ 5,3 b	S
309	26,5 b $\pm$ 5,5 b	S
300	26,8 b $\pm$ 4,5 b	S
G99	26,8 b $\pm$ 4,6 b	S
G60	28,5 b $\pm$ 3,2 b	S
304	29,0 b $\pm$ 6,6 b	S
G20	30,2 b $\pm$ 7,8 b	S
G94	31,5 a $\pm$ 5,1 a	S
310	33,9 a $\pm$ 7,6 a	AS
308	34,3 a $\pm$ 11,0 a	AS
302	35,7 a $\pm$ 5,3 a	AS
N026	35,7 a $\pm$ 7,9 a	AS
G31	42,3 a $\pm$ 8,0 a	AS
303	55,3 a $\pm$ 11,2 a	AS
301	57,1 a $\pm$ 13,8 a	AS

<sup>1</sup>Testemunha.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

<sup>3</sup>MR = Moderadamente resistente; S = Suscetível; AS = Altamente Suscetível.

Tabela 3. Número médio de ovos (média  $\pm$  EP), e classificação dos genótipos de meloeiro em relação ao grau de resistência a *Liriomyza sativae*. Teste com chance de escolha (Temp.  $27 \pm 2$  °C, UR  $60 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

Genótipos	Número de ovos	Classificação <sup>3</sup>
G29	1,8 $\pm$ 0,4 b	MR
G76	2,5 $\pm$ 0,6 b	MR
309	2,7 $\pm$ 0,4 b	MR
310	3,1 $\pm$ 0,6 b	MR
G40	3,7 $\pm$ 0,9 b	MR
302	3,7 $\pm$ 1,7 b	MR
G78	3,9 $\pm$ 1,3 b	MR
G06	4,6 $\pm$ 0,5 b	MR
EHMEL200910 <sup>1</sup>	4,6 $\pm$ 1,2 b	MR
N023	4,6 $\pm$ 1,2 b	MR
G60	4,7 $\pm$ 0,9 b	MR
308	4,7 $\pm$ 1,4 b	MR
299	5,5 $\pm$ 0,9 b	S
NO24	5,7 $\pm$ 1,5 a	AS
G99	5,7 $\pm$ 0,8 a	AS
301	6,0 $\pm$ 0,7 a	AS
G13	6,6 $\pm$ 1,7 a	AS
G20	6,8 $\pm$ 1,7 a	AS
G94	7,8 $\pm$ 1,3 a	AS
G96	7,9 $\pm$ 1,2 a	AS
G80	8,0 $\pm$ 1,2 a	AS
304	8,0 $\pm$ 1,6 a	AS
300	9,4 $\pm$ 1,2 a	AS
G22	9,5 $\pm$ 1,3 a	AS
NO26	11,1 $\pm$ 3,2 a	AS
303	11,5 $\pm$ 1,5 a	AS
G31	12,2 $\pm$ 2,5 a	AS

<sup>1</sup>Testemunha.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Sott & Knott a 5% de probabilidade.

<sup>3</sup>MR = Moderadamente resistente; S = Suscetível; AS = Altamente Suscetível.

Tabela 4. Médias ( $\pm$  EP) da duração e viabilidade ( $\pm$  erro padrão) dos estágios imaturos e do período ovo-adulto de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro (Temp.  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

Genótipos	OVO		LARVA		PUPA	
	Duração <sup>2</sup>	Viabilidade (%) <sup>2</sup>	Duração <sup>2</sup>	Viabilidade (%) <sup>2</sup>	Duração <sup>2</sup>	Viabilidade (%) <sup>2</sup>
G78	$3,0 \pm 0,14$ a	$89,4 \pm 3,79$ ab	$4,1 \pm 0,03$ a	$69,4 \pm 1,48$ a	$9,4 \pm 0,04$ a	$74,2 \pm 2,46$ a
309	$3,1 \pm 0,09$ a	$100,0 \pm 0,0$ a	$4,4 \pm 0,04$ a	$82,1 \pm 1,91$ a	$8,5 \pm 0,06$ b	$80,2 \pm 1,69$ a
G29	$3,2 \pm 0,07$ a	$100,0 \pm 0,0$ a	$4,3 \pm 0,05$ a	$78,0 \pm 3,16$ a	$8,0 \pm 0,07$ c	$84,4 \pm 3,67$ a
G40	$3,2 \pm 0,06$ a	$100,0 \pm 0,0$ a	$4,3 \pm 0,05$ a	$86,0 \pm 3,64$ a	$8,0 \pm 0,12$ c	$90,3 \pm 3,40$ a
302	$3,1 \pm 0,08$ a	$85,7 \pm 1,9$ b	$4,4 \pm 0,03$ a	$81,1 \pm 1,48$ a	$9,2 \pm 0,07$ a	$66,1 \pm 2,16$ a
310	$3,2 \pm 0,09$ a	$91,1 \pm 3,9$ ab	$4,3 \pm 0,04$ a	$78,0 \pm 1,03$ a	$7,7 \pm 0,06$ d	$84,4 \pm 4,81$ a
EHMEL200 910 <sup>1</sup>	$3,2 \pm 0,07$ a	$95,9 \pm 2,3$ ab	$4,3 \pm 0,03$ a	$89,4 \pm 1,45$ a	$8,1 \pm 0,03$ c	$90,5 \pm 2,22$ a
G76	$3,7 \pm 0,06$ a	$81,4 \pm 2,7$ b	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ e	$0,0 \pm 0,0$ b
NO26	$3,2 \pm 0,05$ a	$72,5 \pm 1,8$ c	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ e	$0,0 \pm 0,0$ b
NO24	$3,5 \pm 0,08$ a	$88,9 \pm 2,4$ b	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ e	$0,0 \pm 0,0$ b
NO23	$3,9 \pm 0,06$ a	$62,1 \pm 2,2$ d	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ b	$0,0 \pm 0,0$ e	$0,0 \pm 0,0$ b

<sup>1</sup>Testemunha.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Médias ( $\pm$  EP) da longevidade e da razão sexual de adultos (machos e fêmeas) de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro (temperatura  $25 \pm 2$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

Genótipos	Longevidade		Razão Sexual <sup>2</sup>
	Machos <sup>2</sup>	Fêmeas <sup>2</sup>	
G78	18,0 $\pm$ 0,13 b	18,1 $\pm$ 0,10 b	0,45 $\pm$ 0,05 a
309	18,4 $\pm$ 1,36 a	18,3 $\pm$ 0,12 b	0,50 $\pm$ 0,03 a
G29	15,1 $\pm$ 0,19 d	15,7 $\pm$ 0,13 d	0,52 $\pm$ 0,06 a
G40	18,5 $\pm$ 0,24 a	18,8 $\pm$ 0,21 a	0,50 $\pm$ 0,05 a
302	17,2 $\pm$ 0,09 c	17,3 $\pm$ 0,07 c	0,52 $\pm$ 0,02 a
310	18,4 $\pm$ 0,09 a	18,2 $\pm$ 0,06 b	0,49 $\pm$ 0,04 a
EHMEL200910 <sup>1</sup>	18,3 $\pm$ 0,05 a	18,2 $\pm$ 0,05 b	0,49 $\pm$ 0,02 a

<sup>1</sup>Testemunha.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tuley a 5% de probabilidade.

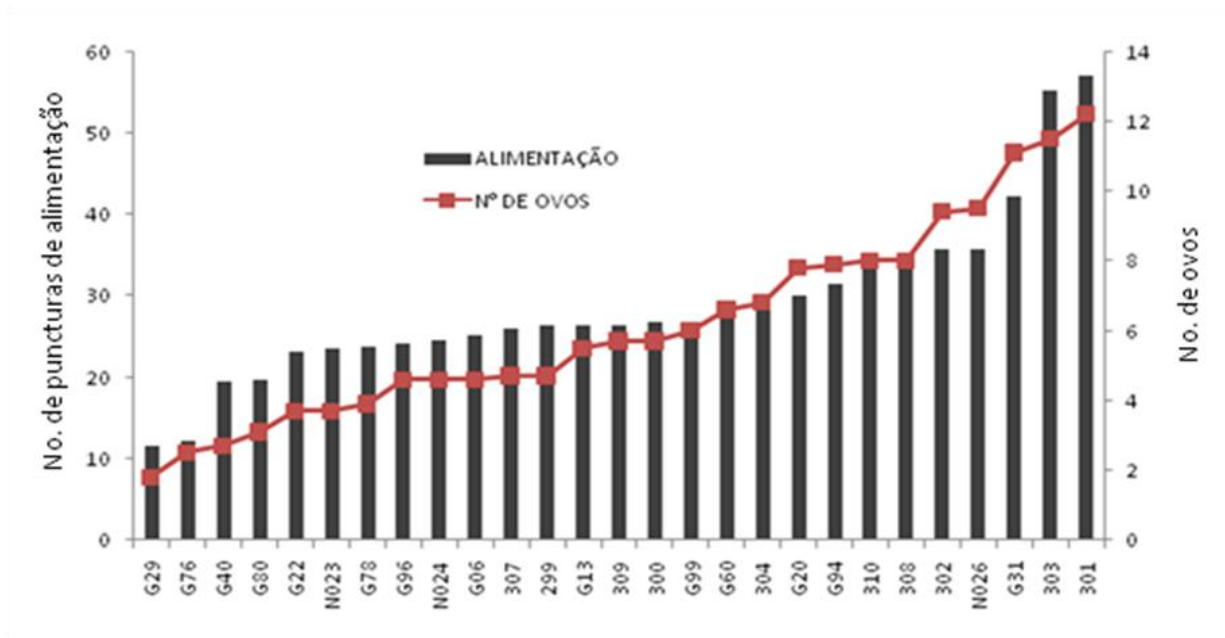


Figura 1. Correlação ( $r = 0,94$   $P < 0,05$ ) do número de ovos e puncturas de alimentação de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Experimento com chance de escolha, com 3 casais de mosca-minadora/planta expostas por um período de 24h (Temp.  $25 \pm 2$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

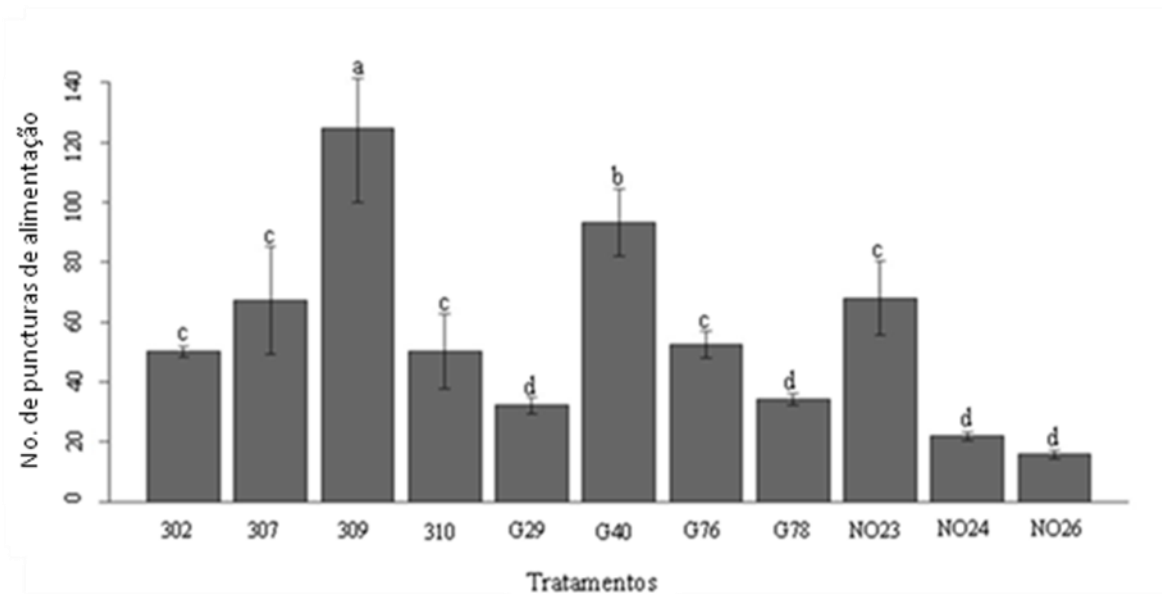


Figura 2. Médias ( $\pm$  EP) do número de puncturas de alimentação de *Liriomyza sativae* em teste sem chance de escolha em diferentes genótipos de meloeiro, com exposição de 3 casais de mosca-minadora/planta por um período de 24h (Temperatura  $25 \pm 2$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

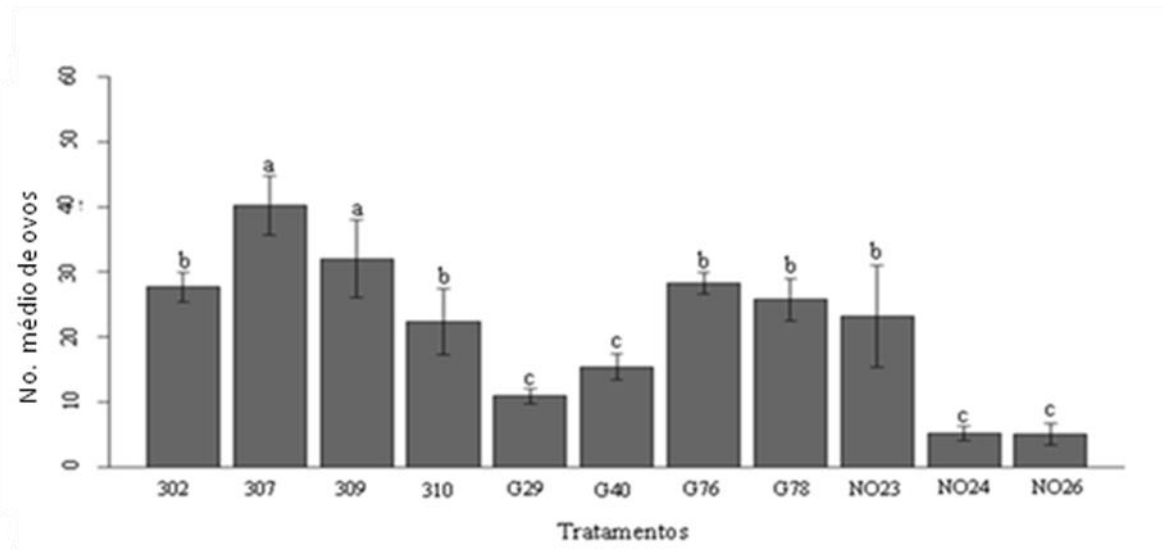


Figura 3. Médias ( $\pm$  EP) do número de ovos de *Liriomyza sativae* em teste sem chance de escolha em diferentes genótipos de meloeiro, com exposição de 3 casais de mosca-minadora/planta por um período de 24h (temperatura  $25 \pm 2$  °C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase 12 horas).

### CAPÍTULO 3

#### MÉTODO DE AMOSTRAGEM LARVAL DE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EM MELOEIRO

CARLOS H.F. NOGUEIRA<sup>1</sup>, REGINALDO BARROS<sup>1</sup>, TIAGO C. COSTA-LIMA<sup>2</sup>, JEFERSON F. D. FILHO<sup>3</sup> E  
VALTER R. OLIVEIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua  
Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Entomologia, Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Zona Rural, CEP: 56302-  
970, Petrolina, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Dupont do Brasil, Caixa Postal 1413, CEP:  
47850-000, Luis Eduardo Magalhães, BA, Brasil.

<sup>4</sup>Laboratório de Melhoramento Genético, Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, Km 09, CEP:  
70351-970, Brasília, DF, Brasil.

<sup>1</sup>Nogueira, C.H.F., R. Barros, T.C. Costa-Lima, J.F.D. Filho, V.R. Oliveira. Métodos de amostragem larval de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzazidae). A ser submetido.



RESUMO – A mosca minadora *Liriomyza sativae* Blanchard é uma inseto polífago, considerada umas das principais pragas do meloeiro na região semiárida brasileira. A definição de um método de amostragem é fundamental para a implementação de um programa de manejo integrado dessa praga. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo definir a folha amostral para larvas de *Liriomyza sativae* na cultura do meloeiro. O estudo foi desenvolvido em duas áreas comerciais de melão no município de Juazeiro (BA). Após a emergência das plântulas, semanalmente realizou-se o monitoramento para acompanhar a ocorrência de mosca-minadora até o término do ciclo. O ramo principal era observado para a presença de larvas de *L. sativae*, com a constatação, a folha era destacada e identificada a sua posição a partir da base do ramo. Sob microscópio óptico (40x) com luz por transmissão foi contabilizado o número de larvas vivas por folha. Foram realizadas sete coletas semanais a partir do décimo quinto dia após o plantio. Verificou-se que, de acordo com a fenologia da planta, difere a folha a ser amostrada. Para o monitoramento da mosca-minadora deve-se amostrar as folhas da base para o ápice da rama principal do meloeiro. Para as semanas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 após o plantio, as folhas a serem amostradas devem ser a 1, 2 ou 3, 4, 6, 9, 14 e 20, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: MIP, mosca-minadora, controle, incidência

SAMPLING METHODOLOGY FOR LARVAE OF *Liriomyza sativae* BLANCHARD  
(DIPTERA: AGROMYZIDAE) ON MELON PLANTS

ABSTRACT - The leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard is a polyphagous insect, considered one of the main pests of melon in the Brazilian semiarid region. The definition of a sampling method is crucial for the implementation of an integrated management program for this pest. Therefore, this study aimed to define the sample sheet to *L. sativae* larvae in the melon crop. The study was conducted in two commercial areas of melon in Juazeiro (BA). After seedling emergence, weekly held monitoring to track the occurrence of leafminer fly until the end of the cycle. The main branch was observed for the presence of larvae of *L. sativae*, with the finding, the sheet was highlighted and identified its position from the branch base. Under optical microscope (40x) with light transmission was recorded the number of living larvae per leaf. Seven weekly collections were carried out from the fifteenth day after planting. It was found that, according to the plant phenology, differs from the sheet to be sampled. For monitoring the leafminer should be sampled leaves from the base to the apex of the main raw melon. For week 1, 2, 3, 4, 5 and 6 after planting, the sheets to be sampled should be 1, 2 or 3, 4, 6, 9, 14 and 20, respectively.

KEYWORDS: IPM, leafminer, control, incidence

## Introdução

A mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) é um inseto polífago, considerado praga primária em diversas culturas de importância econômica (Chandler & Thomas 1983, Parrela 1987, Foster & Sanchez 1988). Nos últimos anos tem sido o principal problema de ordem fitossanitário enfrentado pelos produtores de melão no Submédio do Vale do São Francisco (PE/BA), no polo Mossoró-Assu (RN) e no Baixo Jaguaribe (CE) (Araujo *et al.* 2007a, Costa-Lima *et al.* 2013).

Os danos ocasionados por moscas-minadoras no meloeiro são decorrentes da alimentação das larvas no mesófilo foliar, em que formam galerias reduzindo a área fotossintética da planta. Como consequência, os frutos apresentam baixo teor de sólidos solúveis totais (°Brix) (Araujo *et al.* 2007b). Após finalizar a alimentação larval, estas abandonam as folhas e passam pela fase de pupa no solo, onde irão emergir novos adultos (Minkenberg & Lenteren 1986).

Comumente os produtores de melão adotam apenas o método químico para o controle da mosca-minadora, porém a decisão de quando realizar uma intervenção ainda é feita de maneira empírica, o que acarreta em falhas de controle bem como a elevação dos custos (Araujo *et al.* 2012). A adoção de um plano de amostragem para o controle de mosca-minadora irá contribuir para que o produtor saiba o momento ideal de quando realizar a aplicação.

Para o manejo adequado da mosca-minadora em meloeiro é fundamental conhecer o momento ideal para efetuar a medida de controle (Trumble & Alavarado-Rodriguez 1992). Através da determinação da unidade amostral que melhor represente a variação populacional de mosca-minadora é possível ter uma estimativa precisa da densidade da praga para a tomada de decisão de controle (Gusmão 2004).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo determinar a unidade amostral para a amostragem de *L. sativae* na cultura do meloeiro tendo como base a contagem do número de larvas vivas durante todo o ciclo da cultura.

### **Material e Métodos**

O presente trabalho foi realizado no período de Maio a Julho de 2015 em duas áreas comerciais de meloeiro, localizada na Fazenda Saraiva (Area I - Latitude 09°24'12,6'' S, Longitude 40°24'42,1'', Área II – 9° 23'19,3''S, 40°25'21,1''), situada no Projeto Mandacaru I, município de Juazeiro (BA).

**Áreas Experimentais.** As áreas foram plantadas com sementes de melão da variedade Gladial, no dia 06-05-2015 (Área I) e no dia 12-05-2015 (Área II), cinco dias após a emergência foi realizado o replantio na área com sementes da mesma variedade. A adubação da área foi de acordo com o manejo nutricional adotado pelo produtor. Não foi utilizada a manta agrotêxtil (TNT) para a proteção do cultivo.

O controle das pragas foi realizado com base apenas na utilização de inseticidas químicos, obedecendo a um calendário de aplicação utilizado pelo produtor. Nas duas áreas foram utilizados os inseticidas ciromazine, abamectina, imidacloprid e thiametoxan (Tabela 1).

**Condução do Experimento.** Após a emergência das plântulas semanalmente foi realizado o monitoramento das áreas para verificar o surgimento das primeiras larvas sobre as folhas verdadeiras. A lista com a idade das plantas e o número médio de folhas coletados por planta podem ser observados na Tabela 2.

Após o aparecimento das larvas na primeira folha verdadeira, semanalmente foi realizada a coleta de todas as folhas do ramo principal. Para a amostragem das plantas foi feito o caminhar em zigue-zague conforme recomendação de Guimarães *et al.* (2009), com

distanciamento de 10 m por ponto. Semanalmente eram coletadas folhas de 40 plantas diferentes da semana anterior.

As folhas eram cortadas no pecíolo e acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o laboratório. Sob microscópio estereoscópico (x40) com luz por transmissão, eram contabilizados o número de larvas vivas. O delineamento foi o de blocos ao acaso, sendo os tratamentos representados pelas folhas que continha larvas vivas no dia da coleta, cada tratamento continha 40 repetições.

**Definição da Folha a ser Amostrada.** Foi realizada a contagem do número total de larvas vivas de *L. sativae* aos 7, 15, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após o plantio (DAP). Os números médios de larvas vivas por folha foram comparados pelo teste de Scott-Knott a nível de 5 % de probabilidade pelo Software R (R Development Core Team, 2011).

### **Resultados e Discussão**

Dos sete aos 56 DAP (Dias após o plantio), a rama principal do meloeiro variou de uma a 26 folhas, respectivamente. Em ambas as áreas foram constatadas a presença de larvas de *L. sativae* a partir da segunda semana de avaliação. Foi observado que a mosca-minadora tem preferência por ovipositar em folhas novas (Tabela 2).

A quantidade de folhas com larvas vivas foi ampliando a medida do crescimento da planta, variando de uma a sete folhas. De acordo com a fenologia da planta, variou a posição da folha com maior quantidade de larvas de mosca-minadora. Considerando a folha a partir da base, foram estas: 1<sup>a</sup> (15 DAP), 2<sup>a</sup> ou 3<sup>a</sup> (21 DAP), 4<sup>a</sup> (28 DAP), 6<sup>a</sup> (25 DAP), 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> ou 10<sup>a</sup> (42 DAP), 14<sup>a</sup> (49 DAP) e 19<sup>a</sup> ou 20<sup>a</sup> (56 DAP) (Tabela 3 a 9). De acordo com os resultados, não é possível padronizar uma folha para o monitoramento de *L. sativae*, esta deve variar de acordo com a fenologia da planta.

Azevedo *et al.* (2005) também avaliaram a distribuição larval de *L. sativae* em folhas de meloeiro. No entanto, devido a diferenças metodológicas, torna-se difícil a comparação dos resultados. Os autores acompanharam área com cobertura agrotêxtil, avaliando apenas após 21 DAP, entre as folhas 10 e 20. Assim como, os mesmos não contabilizaram o número de larvas vivas, mas o número total de minas. Como forma de padronização, recomendaram a avaliação da 12<sup>a</sup> folha, entre 35 e 63 DAP, mesmo esta não sendo a folha mais infestada em todas as semanas. Levins *et al.* (1975) ressaltam que a contagem de minas pode se referir a danos anteriores, desse modo, reduzindo a precisão do método.

Dentre as semanas de avaliação, a sexta (41 DAP), foi a que apresentou maior número de folhas com médias similares de larvas de *L. sativae*, da sétima à décima. No entanto, as larvas presentes na folha 10 eram de ínstaes iniciais e das folhas 7 e 8 muito desenvolvidas, próximas a sair da folha. Desta forma, considera-se que a folha 9 foi a mais representativa para sexta semana em virtude de ter larvas de primeiro e segundo instar. Para a terceira (22 DAP) e oitava semana (56 DAP) foi observado duas folhas com infestações similares. Para estes casos, como recomendação para padronização, sugerimos adotar o maior valor absoluto, no caso, a folha 3 (semana 3) e 20 (semana 8), visto que nessas folhas as larvas presentes eram de primeiro e segundo instar.

Pôde-se observar que as fêmeas de *L. sativae* preferiram ovipositar em folhas mais novas, este comportamento também foi observado por Azevedo *et al.* (2005) na cultura do meloeiro e por Dove (1985) na cultura da batata. Estes autores relatam que esta atração se dá pela facilidade do inseto em visualizar as folhas novas e ao crescimento vegetativo da planta. Minkenberg e Ottenheim (1990) verificaram que *L. trifolii* apresentou preferência para se alimentar e ovipositar em folhas de tomateiro com alto teor de nitrogênio, composto este mais elevado em folhas jovens.

De acordo com Braga Sobrinho *et al.* (2011), a folha a ser amostrada no meloeiro é a folha mais desenvolvida da rama, evitando as folhas em senescência. Porém, essa recomendação pode induzir ao produtor ao erro, visto que, foi observado que nas folhas mais desenvolvidas todas as larvas estavam desenvolvidas, próximas a saírem das folhas para pupação. Assim como, os inseticidas registrados para o controle de moscas-minadoras possuem uma eficiência maior em larvas pequenas de primeiro e segundo ínstares (Araujo *et al.* 2012).

Na área comercial em que se realizou o experimento, o produtor adotou o controle químico por calendário. Neste caso, semanalmente foram aplicados produtos (abamectina e ciromazina) direcionados à *L. sativae* (Tabela 1). No entanto, verificou-se que a média de larvas ultrapassou o nível de controle recomendado (Guimarães *et al.* 2008) de 5 larvas, em quatro das sete avaliações. Considerando o uso contínuo de inseticidas, não se adotando o monitoramento, é provável a existência de populações resistentes aos produtos químicos aplicados. Há vários casos de resistência de *Liriomyza* spp. a vários princípios ativos (Sanderson *et al.* 1989, Parrella & Trumble 1989, Fergusson 2004, Nadagouda *et al.* 2010).

Considerando a recomendação de quatro larvas vivas por folha, a unidade amostral a ser utilizada na amostragem da mosca-minadora na cultura do meloeiro nas condições de plantio sem o uso do TNT aos 15, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após o plantio é a 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> ou 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup> e a 20<sup>a</sup> ou 21<sup>a</sup> folha verdadeira da rama principal, respectivamente, considerando as folhas da base para o ápice da planta.

Os resultados do presente trabalho irão colaborar para a realização de um monitoramento de *L. sativae* mais preciso na cultura do meloeiro. Desta forma, podendo auxiliar em programas de manejo integrado da praga na cultura, assim como, para definição de metodologia para estudos com a mosca-minadora em condições de campo.

## Literatura Citada

- Araujo, E.L., D.R.R. Fernandes, L.D. Geremias, A. C. M. Netto, & M. A. Filgueira. 2007a.** Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. Rev. Caatinga 20: 210-212.
- Araujo, E.L., S.A.M. Pinheiro, L.D. Geremias, A.C. Menezes Netto & L.P.M. Macedo. 2007b.** Técnica de criação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Cpo. Digital, 2: 22-28.
- Araujo, E.L., E.M. Costa, E.R. Moura Filho, C.H.F. Nogueira & M.R.D. Santos. 2012.** Efeito de inseticidas sobre a mosca minadora (Diptera: Agromyzidae), quando aplicado durante a fase de ovo. Agropec. Cient. Semi-árido 8: 18-22.
- Azevedo, F.R., J.A. Guimarães, D. Terao, L.G.P. Neto & J.A.D. Freitas. 2005.** Distribuição vertical de minas de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) em folhas de meloeiro, em plantio comercial. Rev. Ciênc. Agric. 36: 322-326.
- Costa-Lima, T.C., V.H.P. Bueno & J.A. Alencar. 2013.** Pragas de meloeiro. Rev. Plasti. 18: 8-11.
- Chandler, L.D. & C.E. Thomas. 1983.** Seasonal population trends and foliar damage of agromyzid leafminers on cantapoup in the Lower Rio Grande Valley, Texas. J. Georgia. Entomol. Soc. 18:112-120.
- Dove, J. H. 1985.** The Agromyzidae leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess), a new pest of potatoes and other vegetable crops in Mauritius. Acta Hortic. 153: 207-218.
- Foster, R.E.; Sanchez, C.A. 1988.** Effect of *Liriomyza trifolii* (Diptera, Agromyzidae) larval damage on growth, yield and cosmetic quality of celery in Florida. J. Econ. Entomol. 81: 1721-1725.
- Ferguson, J.S. 2004.** Development and stability of insecticide resistance in the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to cyromazine, abamectin, and spinosad. J. Econ. Entomol. 97 112-119.
- Gusmão, M.R. 2004.** Amostragem de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) no tomateiro. Tese de Doutorado, UFV, Viçosa, 97p.
- Guimarães, J. A., R. Braga Sobrinho, F.R. Azevedo, E.L. Araujo, D. Terão, A.L.M. Mesquita. 2008.** Manejo integrado de pragas do meloeiro, p.183-199. In R. Braga Sobrinho, J. A. Guimarães, J.A.D. Freitas, D. Terão (eds.), Produção Integrada de Melão. Fortaleza: EMBRAPA Agroindustrial Tropical, 338p.
- Guimarães, J.A., M.M. Filho, V.R. Oliveira, R.S. Liz & E.L. Araujo. 2009.** Biologia e manejo de mosca minadora no meloeiro. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical. 9p. (Circular Técnica 77).



- Levins, R.A., S.L. Poe, R.C. Littell, J.P. Jones. 1975.** Effectiveness of a leafminer control program for Florida tomato production. *J. Econ. Entomol.* 68: 772-774.
- Minkerbeg, O.P.J.M. & J.C.V. Lenteren. 1986.** The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agric. Univ. Wageningen Pap.* 86: 1-50.
- Minkenberg, O.P.J.M. & J.J.G.W. Ottenheim. 1990.** Effect of leaf nitrogen content of tomato plants on preference and performance of a leafmining fly. *Oecologia* 83: 291-298.
- Nadagouda, S., B.V. Patil, Venkatshalu & A.G. Sreenivas. 2010.** Studies on development of resistance in serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Agromyzidae: Diptera) to insecticides. *Karnataka J. Agric. Sci.* 23: 56-58.
- Parrella, M.P. 1987.** Biology of *Liriomyza*. *Annu. Rev. Entomol.* 32: 201-224.
- Parrella, M.P. & J.T. Trumble. 1989.** Decline of resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in the absence of insecticide selection pressure. *J. Econ. Entomol.* 82: 365-368.
- R Development Core Team. 2011.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Sanderson, J.P., M.P. Parrella & J.T. Trumble. 1989.** Monitoring insecticide resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) with yellow sticky cards. *J. Econ. Entomol.* 82: 1011-1018.
- Braga Sobrinho, R. J.A. Guimarães, E.L. Araujo, M.A.B. Moreira & A.L.M. Mesquita. 2011.** Manejo integrado de pragas do meloeiro. Fortaleza: hEmbrapa Agroindustrial Tropical. 19p. (Circular Técnica 143).
- Trumble, J.T. & B. Alvarado-Rodriguez. 1992.** Development and economic evaluation of IPM program for fresh market tomato production in Mexico. *Agric. Ecosyst. Environ.* 43: 267-284.

Tabela 1. Data de aplicação, ingrediente ativo e dose comercial dos inseticidas utilizados no cultivo do meloeiro durante a condução do ensaio. Maio a Junho de 2015, Juazeiro, Bahia.

Data	Ingrediente Ativo	Dose Comercial / 100L ou ha
16-05-2015	Abamectina/ Imidacloprido	75 mL/ 300g
19-05-2015	Ciromazina	120 g
27-05-2015	Abamectina/Thiametoxan	75 mL/120g
02-06-2015	Abamectina	75 mL
08-06-2015	Ciromazina/Thiametoxan	120 g/120g
15-06-2015	Abamectina	75 mL
20-06-2015	Ciromazina	120 g
27-06-2015	Abamectina	75 mL

Tabela 2. Dias após o plantio e número médio de folhas por planta de meloeiro no momento da coleta das folhas nas duas áreas. Maio a Junho de 2015, Juazeiro, Bahia.

Dias após o plantio	No. médio de folhas por ramo principal
7	1
15	2
22	4
29	10
34	12
41	18
47	23
56	26

Tabela 3. Número médio de larvas vivas (média  $\pm$  erro padrão) de *L. sativae* em folhas de meloeiro aos 15 dias após a aplicação. Área I de Maio a Junho de 2015, Área II de Maio a Julho, Juazeiro, Bahia.

Folha <sup>2</sup>	15 D. A. P. <sup>1</sup>	
	Área I <sup>3</sup>	Área II <sup>3</sup>
1 <sup>a</sup>	3,2 $\pm$ 0,27 a	5,1 $\pm$ 0,37 a
2 <sup>a</sup>	0,0 $\pm$ 0,0 b	0,3 $\pm$ 0,2 b
<u>22 D.A.P</u>		
2 <sup>a</sup>	2,0 $\pm$ 0,48 a	4,2 $\pm$ 0,35 a
3 <sup>a</sup>	2,7 $\pm$ 0,50 a	3,9 $\pm$ 0,55 a
<u>29 D.A.P.</u>		
3 <sup>a</sup>	1,8 $\pm$ 0,22 c	2,4 $\pm$ 0,39 c
4 <sup>a</sup>	9,5 $\pm$ 0,53 a	10,6 $\pm$ 0,44 a
5 <sup>a</sup>	6,6 $\pm$ 0,50 b	5,4 $\pm$ 0,15 b
<u>34 D. A. P.</u>		
4 <sup>a</sup>	4,1 $\pm$ 0,28 c	3,3 $\pm$ 0,38 c
5 <sup>a</sup>	6,8 $\pm$ 0,39 b	7,9 $\pm$ 0,29 b
6 <sup>a</sup>	8,7 $\pm$ 1,04 a	10,7 $\pm$ 0,44 a
7 <sup>a</sup>	4,2 $\pm$ 0,61 c	4,9 $\pm$ 0,51 c
<u>41 D. A. P.</u>		
7 <sup>a</sup>	1,9 $\pm$ 0,32 a	7,3 $\pm$ 0,52 a
8 <sup>a</sup>	2,7 $\pm$ 0,50 a	8,6 $\pm$ 0,30 a
9 <sup>a</sup>	2,9 $\pm$ 0,44 a	9,9 $\pm$ 0,34 a
10 <sup>a</sup>	2,3 $\pm$ 0,43 a	7,1 $\pm$ 0,63 a
<u>47 D. A. P.</u>		
11 <sup>a</sup>	2,6 $\pm$ 0,25 d	4,5 $\pm$ 0,23 d
12 <sup>a</sup>	7,6 $\pm$ 0,55 c	10,3 $\pm$ 0,45 c
13 <sup>a</sup>	10 $\pm$ 0,55 b	14,4 $\pm$ 0,34 b
14 <sup>a</sup>	13,7 $\pm$ 1,05 a	23,7 $\pm$ 0,29 a
15 <sup>a</sup>	8,7 $\pm$ 0,50 c	11,7 $\pm$ 0,68 c
<u>56 D. A. P.</u>		
16 <sup>a</sup>	3,27 $\pm$ 0,37 d	2,67 $\pm$ 0,27 d
17 <sup>a</sup>	11,2 $\pm$ 0,68 c	16,3 $\pm$ 0,61 c
18 <sup>a</sup>	13,0 $\pm$ 0,87 b	14,5 $\pm$ 0,38 b
19 <sup>a</sup>	17,0 $\pm$ 0,84 a	21,4 $\pm$ 0,97 a
20 <sup>a</sup>	15,4 $\pm$ 0,83 a	19,3 $\pm$ 0,91 a
21 <sup>a</sup>	10,1 $\pm$ 0,67 c	14,9 $\pm$ 0,87 c

<sup>1</sup>Dias Após o Plantio;

<sup>2</sup>Folha verdadeira;

<sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Sott & Knott a 5% de probabilidade.

## CAPÍTULO 4

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE MELOEIRO À *Liriomyza sativae* BLANCHARD

(DIPTERA: AGROMYZIDAE)

CARLOS H. F. NOGUEIRA<sup>1</sup>, REGINALDO BARROS<sup>1</sup>, TIAGO C. COSTA-LIMA<sup>2</sup> JEFERSON F. DINIZ-  
FILHO<sup>3</sup> E VALTER R. OLIVEIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>2</sup>Laboratório de Entomologia, Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Zona Rural, CEP: 56302-970, Petrolina, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Dupont do Brasil, Caixa Postal 1413, CEP: 47850-000, Luis Eduardo Magalhães, BA, Brasil.

<sup>4</sup>Laboratório de Melhoramento Genético, Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, Km 09, CEP: 70351-970, Brasília, DF, Brasil.

<sup>1</sup>Nogueira, C.H.F., R. Barros, T.C. Costa-Lima, J.F.D. Filho, V.R. Oliveira. Resistência de genótipos de meloeiro a mosca minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). A ser submetido.

RESUMO – A mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard é uma importante praga para várias espécies vegetais de importância agrícola no mundo. O uso de variedades de meloeiro resistente a mosca-minadora, é um método que irá proporcionar a redução do uso de inseticidas bem como contribuir para o sucesso do manejo integrado dessa praga. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de genótipos de meloeiro à *Liriomyza sativae* em condições de campo. Os 11 genótipos avaliados, oriundos da Embrapa Hortaliças, foram previamente selecionados a partir de testes em laboratório. O estudo foi conduzido entre outubro e novembro de 2015, em Juazeiro, BA. Semanalmente foi contabilizado o número de larvas de *L. sativae* vivas e mortas. Com base no número total de larvas, o genótipo 310 foi o menos preferido dentre os materiais avaliados, enquanto que o genótipo G76 apresentou a maior mortalidade larval. O genótipo 310 e G76 se destacam como acessos promissores para uso em programas de melhoramento do meloeiro visando a obtenção de uma variedade resistente à *L. sativae*.

PALAVRAS-CHAVE: Mosca-minadora, *Cucumis melo*, MIP, antixenose

RESISTANCE OF MELON GENOTYPES TO THE LEAFMINER *Liriomyza sativae*  
BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) AND THEIR EFFECT ON PARASITISM

ABSTRACT - The leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard is an important pest for several vegetable species of agricultural importance in the world. The use of melon varieties resistant to leafminer, is a method that will provide a reduction in the use of insecticides and contribute to the success of the integrated management of this pest. Thus, the aim of this study was to evaluate the resistance of melon genotypes to *L. sativae* in field conditions. The 11 genotypes, originating from Embrapa Vegetables were previously selected from laboratory tests. The study was conducted between October and November 2015, in Juazeiro, BA. Weekly was recorded the number of live and dead *L. sativae* larvae. Based on the total number of larvae genotype 310 was the least preferred among the materials evaluated, while G76 genotype showed the highest larval mortality. The 310 and G76 genotype stand out as promising access for use in melon breeding programs aimed at obtaining a variety resistant to *L. sativae*.

KEYWORDS: Leafminer, *Cucumismelo*, IPM, antixonsis

## Introdução

A mosca-minadora, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), é considerada praga principal em diversas culturas no mundo, dentre estas, a do meloeiro *Cucumis melo* (Parrella 1987, Fernandes 1998, Costa-Lima *et al.* 2009). Esta é uma espécie cosmopolita que apresenta uma elevada capacidade de dispersão (Spencer 1973).

A presença de *L. sativae* em cultivos de meloeiro tem ocasionado grandes prejuízos aos produtores (Araujo *et al.* 2007). O principal dano ocasionado por essa praga é causado pela larva que se desenvolve alimentando-se do mesófilo foliar, originando as minas características destes insetos. Este comportamento provoca a redução da área foliar e conseqüentemente afeta a capacidade fotossintética da planta, originando frutos com baixo teor de sólidos solúveis (°Brix) (Minkenber & Lenteren 1986, Parrella 1987, Fernandes 2004).

O controle químico é o método mais adotado pelos produtores para controle da mosca-minadora na cultura do meloeiro. No entanto, o número reduzido de princípios ativos registrado nesta cultura para esta praga associado ao uso excessivo desses produtos acarretam a redução da eficiência de controle (Mason *et al.* 1987). Provavelmente, relacionado a seleção de populações resistentes a estes inseticidas, o que já foi confirmado em outras culturas para moscas-minadoras (Parrella & Trumble 1989, Keil & Parrella 1990). Assim como, o uso exclusivo do controle químico também reduz a população de inimigos naturais causando desequilíbrio populacional da praga (Araujo *et al.* 2015).

A utilização de variedades de meloeiro resistentes à mosca-minadora é um método que pode ser associado a outras táticas de controle. Basij *et al.* (2011), ressalta que a resistência de plantas é um dos métodos mais econômicos para o produtor, pois além de não onerar o custo irá contribuir para a redução do uso de inseticidas, diminuindo o efeito sobre os inimigos naturais. Para os insetos minadores, os principais agentes de controle biológico são os parasitoides (Connor &



Taverner 1997). Estudos com parasitoides de *L. sativae* em meloeiro apontam a presença de diferentes espécies pertencentes à família Braconidae e Eulophidae (Silva 2008, Araujo *et al.* 2007, Costa-Lima *et al.* 2014).

Dessa forma visando contribuir para o sucesso do manejo integrado da mosca minadora na cultura do meloeiro, este trabalho objetiva selecionar genótipos de meloeiro resistentes à *L. sativae* em condições de campo.

### **Material e Métodos**

O presente trabalho foi realizado no período de Outubro a Novembro de 2015, em área comercial de meloeiro, localizada na Fazenda Saraiva (Latitude 09°24'12,6'' S, Longitude 40°24'42,1''), situada no Projeto Mandacaru I, município de Juazeiro – BA.

**Área Experimental.** O preparo do solo constou de duas arações e uma gradagem, em seguida foi feito o sulcamento em linhas espaçadas em 2,0 m. Foi realizada uma adubação de fundação com esterco bovino e com NPK, a dose utilizada baseada na análise do solo. A textura do solo da área experimental é argilosa e o sistema de irrigação por gotejo. Os tratos culturais realizados na área foram de acordo com as recomendações preconizadas para a cultura na região, com exceção da aplicação de inseticidas que não foi realizada na área experimental.

**Materiais Avaliados.** Um total de 10 genótipos oriundos da Embrapa Hortaliças foram previamente selecionados em experimentos de laboratório, quanto a resistência à *L. sativae* (Tabela 1). A testemunha foi a linhagem EHMEL200910, adotada como o padrão suscetível. Inicialmente as sementes dos materiais foram semeadas em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo como substrato fibra de coco. Após 12 dias do plantio as mudas foram transportadas para o campo experimental, onde foi realizado o transplântio no dia 09-10-2015.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 11 tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro plantas, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 1,5 metros entre linhas. O experimento foi composto por quatro blocos, sendo as duas plantas centrais consideradas como área útil.

**Avaliação do Experimento.** As avaliações em campo foram semanais, iniciando com seis dias após o plantio (DAP) até 44 DAP, totalizando sete coletas. A folha amostral variou de acordo com a semana baseado em estudo anterior (dados não publicados) (Tabela 2). As folhas eram cortadas em seu pecíolo, acondicionadas em sacos de papel e transportadas ao Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido. Os materiais foram avaliados sob microscópio estereoscópico (40X) com luz por transmissão, com base na contagem do número de larvas vivas, mortas e parasitadas. Neste último caso, foram considerados os parasitoides idiobiontes, que paralisam as larvas no momento do parasitismo e a pupação ocorre no interior da mina. A identificação das larvas parasitadas foi baseada em Costa-Lima (2011).

Os dados de número de larvas, mortalidade larval e o percentual de parasitismo foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ( $P < 0,05$ ) pelo Software R (R Development Core Team, 2011). Com relação ao número total de larvas, os genótipos foram classificados com base na classificação sugerida por Barros (1998), que se baseia na comparação do erro padrão da média (EP) ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste t, agrupando-se em três graus de resistência:

Moderadamente resistente:  $Mg < Mgt - EP$

Suscetível:  $Mgt - EP \leq Mc \leq Mgt + EP$

Altamente suscetível:  $Mg \geq Mgt + EP$

Em que:

$Mg$  = Média do genótipo

Mgt = Média entre todos os genótipos testados

EP = Erro padrão.

## Resultados e Discussão

Foram constatadas larvas de *L. sativae* a partir da terceira semana de avaliação (19 DAP). A não infestação inicial provavelmente foi decorrente do ensaio ter sido implantado no início da safra de melão na região, período em que a praga ainda não havia se estabelecido.

A avaliação sobre o número total de larvas, três genótipos se enquadraram como moderadamente resistentes (MR) (309, 310 e NO26), o G78 como suscetível (S) e os seis restantes (incluindo a testemunha) como altamente suscetíveis (AS) (Tabela 3). Dentre os MR, destacou-se o 310, o único acesso selvagem avaliado, com um média de apenas 3,3 larvas/folha. Guimarães *et al.* (2009) avaliaram resistência de genótipos de meloeiro à outra espécie, *L. huidobrensis*, em Brasília. Os autores relataram dois acessos com médias similares de larvas/folha ao do presente estudo.

Embora a utilização de materiais selvagens em programas de melhoramento possa transmitir algumas características indesejáveis para a planta (Mou & Liu 2003), a utilização destes pode ampliar a base genética da resistência e, através de retrocruzamento, é possível eliminar características indesejáveis (Mou & Liu 2004). Nunes *et al.* (2013) verificaram que o acesso selvagem de meloeiro AC-22 foi o menos infestado por *Liriomyza* spp. em testes realizados em condições de campo classificando este material como resistente a mosca-minadora. Mou e Liu (2003) através de estudos de resistência de alface a *Liriomyza* sp., também verificaram que as espécies selvagens foram menos infestadas em relação às espécies cultivadas.

Os genótipos classificados como MR sugerem uma resistência do tipo antixenose. Dentre as causas, a presença de tricomas foliares e glandulares já foram relatadas associadas a resistência à

*L. sativae* (Basij *et al.*, 2011) e à *L. huidobrensis* (Wei *et al.* 2000). A morfologia das folhas não foi avaliada no presente estudo, no entanto, era visível a maior quantidade de tricomas do genótipo 310 em relação aos demais.

Outros possíveis fatores associados são a presença de voláteis produzidos pelas plantas que podem repelir as fêmeas das moscas-minadoras. Plantas atacadas por moscas-minadoras emitem voláteis que atraem mais adultos, enquanto que os voláteis emitidos pelas plantas sadias não são tão atrativos para os adultos (Wei *et al.* 2006, Facknath & Lalljee 2005). Abdel & Ismail (1999) verificaram que a presença de glucosinolatos em brássicas foi responsável por repelir adultos de *L. brassicae*.

Em relação a viabilidade das larvas de *L. sativae*, os genótipos G76, NO23, NO24 e NO26 haviam causado 100% de mortalidade larval em laboratório (dados não publicados). No experimento de campo não se obteve esse mesmo resultado, no entanto, estes genótipos e o 309 apresentaram as maiores médias de mortalidade larval. Dentre estes, destacou-se o G76, o qual obteve aproximadamente 50% de larvas mortas, entre a terceira e a sexta avaliação.

Alguns fatores podem estar envolvidos na diferença de resultados obtidos entre os experimentos de laboratório e campo. A quantidade de adultos é uma destas, a pressão populacional no campo é muito superior a realizada em laboratório. Assim como, a diversidade de populações pode ser um fator crucial. Scheffer e Lewis (2005), a partir de estudos moleculares com diversas populações de *L. sativae*, verificaram que os clados formados sugerem a presença de um complexo de espécies crípticas. Logo, esses diferentes clados podem apresentar comportamentos distintos, como de suscetibilidade aos genótipos testados.

A maior mortalidade larval verificada para o genótipo G76 indica uma possível fonte de resistência do tipo antibiose. Variedades que apresentam esse tipo de resistência são interessantes, pois podem provocar redução na população da praga no período de maior incidência no campo

(Minkenburg & van Lenteren 1986). Compostos letais as larvas de *L. sativae* devem estar presentes no acesso G76. Abe *et al.* (2013) constataram que o ácido jasmônico além de inibir a alimentação dos adultos também ocasionava mortalidade larval de *L. trifolii* em *Arabidopsis thaliana* Linnaeus. Estes mesmos autores também verificaram que a aplicação do ácido jasmônico em plantas suscetíveis a mosca-minadora causava a morte das larvas de *L. trifolii*.

O uso de variedades resistentes é um método viável e eficaz para o manejo da mosca-minadora na cultura do meloeiro. Apesar de o material G76 ter sido o genótipo que ocasionou maior mortalidade larval, o mesmo apresentou parasitismo natural similar a testemunha.

Dentre os materiais avaliados, os genótipos 310 e G76 podem ser considerados promissores, pois apresentaram características que conferem resistência à *L. sativae* do tipo antixenose e antibiose, respectivamente. Estudos visando à identificação das causas da resistência são necessários para que estas possam ser utilizadas em programas de melhoramento, visando o desenvolvimento de variedades de meloeiro que sejam resistentes à *L. sativae*.

### Literatura Citada

- Araujo, E.L., D.R.R. Fernandes, L.D. Geremias, A.C.M. Netto & M.A. Filgueira. 2007.** Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. *Rev. Caatinga* 20: 210-212.
- Araujo, E.L., C.H.F. Nogueira, C.E.S. Bezerra, E.M. Costa. 2015.** Toxicity of insecticides used in melon crops to *Opis scabriventris* (Hymenoptera: Braconidae). *Bioscience J.* 31: 1370-1377.
- Abe, H., K. Tateishi, S. Seo, S. Kugimiya, M.Y. Hirai, Y. Sawada, Y. Murata, K. Yara, T. Shimoda & M. Kobayashi. 2013.** Disarming the jasmonate-dependent plant defense makes nonhost arabidopsis plants accessible to the american separtine leafminer. *Pl. Physiol.* 163: 1242-1253.
- Abdel I. & K. Ismail. 1999.** Impact of glucosinolate in relation to leafminer, *Liriomyza brassicae* Riley (Diptera: Agromyzidae), infestation in crucifers. *Anz. Schadl. J. Pest Sci.* 72:104–6

- Barros, R. 1998.** Efeito de cultivares de repolho, *Brassica oleracea* Var. capitata (L.) na biologia da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) e do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. Tese de Doutorado, ESALQ-USP, Piracicaba, 98p.
- Basij, M. A. Askarianzaeh, S. Asgari, S. Moharramipou & R. Rafezi. 2011.** Evaluation of resistance of cucumber cultivars to the vegetable leafminer (*Liriomyza sativae* Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). Chilean J. Agric. Res. 71: 395-399.
- Connor, E.F. & M.P. Taverner. 1997.** The evolution and adaptive significance of the leaf-mining habit. Oikos 79: 6-25.
- Costa-Lima, T.C., L.D. Geremias & J.R.P. Parra. 2009.** Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. Neotrop. Entomol. 38: p.727-733.
- Costa-Lima, T.C. 2011.** Bioecologia e competição de duas espécies de parasitóides neotropicais (Hymenoptera: Braconidae e Eulophidae) de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae). Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, 129 p.
- Costa-Lima, T.C., M.C.M. Chagas, & J.R.P. Parra. 2014.** Temperature-dependent development of two neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). J. Insect Sci. 14: 1-4.
- Fernandes, O.A. 1998.** Pragas do meloeiro, p. 181-189. In R. Braga Sobrinho, J.E. Cardoso, F.C.O. Freire (eds.). Pragas das fruteiras tropicais de importância agroindustrial. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 209p.
- Fernandes, O.A. 2004.** Melão: Campo minado. Rev. Cult. 4: 26-27.
- Facknath S & B. Lalljee. 2005.** Effect of soil-applied complex fertiliser on an insect-host plant relationship: *Liriomyza trifolii* on *Solanum tuberosum*. Entomol. Exp. Appl. 115:67-77.
- Guimarães, J.A.; V.R. Oliveira, M.M. Filho, R.S. Liz. 2009.** Avaliação da resistência de híbridos de melão tipo amarelo à mosca-minadora *Liriomyza* spp. Brasília: Embrapa Hortaliças, 16p. (Comunicação Técnica 54).
- Keil, C.B. & M.P. Parrella. 1990.** Characterization of Insecticide Resistance in Two Colonies of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 83: 1-26.
- Mason, G.A., M.W. Johnson & B.E. Tabashnik. 1987.** Susceptibility of *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to permethrin and fenvalerate. J. Econ. Entomol. 80:1262-1266.
- Minkeberg, O.P.J.M.; Lenteren, J.C.V. 1986.** The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agric. Univ. Wageningen Pap. 86: 1-50.

- Mou, B. & Y.B. Liu. 2003.** 1. Leafminer resistance in lettuce. *HortScience* 38:570-572.
- Mou, B. & Y.B. Liu. 2004.** Host plant resistance to leafminers in lettuce. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 129:383-388.
- Nunes, G.H.S., A.C. Medeiros, E.L. Araujo, C.H.F. Nogueira & K.D.S. Sombra. 2013.** Resistência de acessos de meloeiro à mosca minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). *Rev. Bras. Frutic.* 35:746-754.
- Parrella, M.P. 1987.** Biology of *Liriomyza*. *Annu. Rev. Entomol.* 32: 201-224.
- Parrella, M.P. & J.T. Trumble. 1989.** Decline of Resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in the Absence of Insecticide Selection Pressure. *J. Econ. Entomol.* 82: 365-368.
- R Development Core Team. 2011.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Silva, R.K.B. 2008.** Técnicas de criação e aspectos do parasitismo de *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) sobre a mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) em meloeiro. Dissertação de Mestrado, UFRSA, Mossoró, 51p.
- Spencer, K.A., 1973.** Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Series Entomologica 9. Dr. W. Junk B.V. Publishers, The Hague, Netherlands, 418 pp.
- Scheffer, S.J. & M.L. Lewis. 2005.** Mitochondrial phylogeography of vegetable pest *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae): divergent clades and invasive populations *Ann. Entomol. Soc. Am.* 98: 181-186.
- Wei, J. L. Zou, R. Kuang & L. He. 2000.** Influence of Leaf Tissue Structure on Host Feeding Selection by Pea Leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Zool. Stud.* 39: 295-300.
- Wei J.N., J. Zhu & L. Kang. 2006.** Volatiles released from bean plants in response to agromyzid files. *Planta* 224:279-287.

Tabela 1. Genótipos utilizados no experimento de campo e a resistência apresentada no ensaio de laboratório.

Genótipos	Tipo de melão	Tipo de resistência
310	-	Antixenose
309	-	Antixenose
G76	Gália	Antibiose
G78	Gália	Antixenose
G29	Gália	Antixenose
NO23	Charentais	Antibiose
NO26	Charentais	Antibiose
NO24	Charentais	Antibiose
G40	Gália	Antibiose
EHMEL200910	Amarelo	Padrão suscetível
302	Amarelo	Antixenose



Tabela 2. Data da coleta, dias após o transplante e a folha verdadeira coletada no dia da avaliação.

Data da coleta	Dias após o transplante	Folha coletada
15-10-2015	6	1 <sup>a</sup>
21-10-2015	12	2 <sup>a</sup>
29-10-2015	19	4 <sup>a</sup>
06-11-2015	28	6 <sup>a</sup>
13-11-2015	29	9 <sup>a</sup>
20-11-2015	36	14 <sup>a</sup>
28-11-2015	44	20 <sup>a</sup>

Tabela 3. Número médio de minas total (média  $\pm$  erro padrão), e classificação dos genótipos de meloeiro em relação ao grau de resistência a *Liriomyza sativae*.

Genótipos	3 <sup>a</sup> coleta	4 <sup>a</sup> coleta	5 <sup>a</sup> coleta	6 <sup>a</sup> coleta	7 <sup>a</sup> coleta	Classificação
310	0,6 $\pm$ 0,32c	3,0 $\pm$ 0,32 b	5,0 $\pm$ 0,75 c	4,5 $\pm$ 0,94 d	3,6 $\pm$ 0,73 d	MR
309	16,2 $\pm$ 3,74 b	8,3 $\pm$ 1,54 b	10,2 $\pm$ 2,11 c	11,1 $\pm$ 2,13 d	11,2 $\pm$ 2,03 c	MR
G76	20,6 $\pm$ 5,43b	15,0 $\pm$ 4,59 a	33,2 $\pm$ 3,46 a	40,0 $\pm$ 9,10 a	42,0 $\pm$ 5,18 a	AS
G78	21,7 $\pm$ 3,13 a	21,5 $\pm$ 2,59 a	10,2 $\pm$ 2,79 c	18,6 $\pm$ 2,07 c	19,1 $\pm$ 3,46 b	S
G29	20,6 $\pm$ 1,74 b	21,5 $\pm$ 3,00 a	23,1 $\pm$ 3,00 b	28,2 $\pm$ 3,33 b	21,2 $\pm$ 1,64 b	AS
NO23	25,0 $\pm$ 3,10 a	16,3 $\pm$ 3,26 a	18,2 $\pm$ 3,40 b	18,1 $\pm$ 2,87 c	20,7 $\pm$ 4,07 b	AS
NO26	29,5 $\pm$ 3,64 a	10,2 $\pm$ 2,72 b	12,8 $\pm$ 1,96 c	9,7 $\pm$ 2,55 d	10,3 $\pm$ 2,05 c	MR
NO24	29,2 $\pm$ 3,62 a	16,5 $\pm$ 2,72 a	21,5 $\pm$ 4,58 b	15,1 $\pm$ 3,42 c	14,6 $\pm$ 2,36 c	AS
G40	22,7 $\pm$ 2,73 a	25,2 $\pm$ 3,26a	23,5 $\pm$ 1,77 b	24,5 $\pm$ 2,06 b	22,6 $\pm$ 2,93 b	AS
EHMEL200910	15,2 $\pm$ 1,88 b	14,0 $\pm$ 2,75 a	24,7 $\pm$ 5,93 b	16,1 $\pm$ 4,01 c	24,6 $\pm$ 3,41 b	AS
302	23,0 $\pm$ 3,15 a	17,5 $\pm$ 3,15 a	18,2 $\pm$ 4,00 b	18,7 $\pm$ 4,60 c	15,3 $\pm$ 2,59 c	AS

<sup>1</sup>Testemunha.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

<sup>3</sup>MR = Moderadamente resistente; S = Suscetível; AS = Altamente Suscetível.

Tabela 4. Média do percentual (%) de larvas mortas ( $\pm$  erro padrão) de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro.

Genótipos	3 <sup>a</sup> coleta	4 <sup>a</sup> coleta	5 <sup>a</sup> coleta	6 <sup>a</sup> coleta	7 <sup>a</sup> coleta
310	18,7 $\pm$ 13,1 c	0,0 $\pm$ 0,0 c	25,1 $\pm$ 7,91 b	27,3 $\pm$ 9,62 b	3,0 $\pm$ 1,83 b
309	27,1 $\pm$ 7,74 c	24,5 $\pm$ 7,48 a	14,4 $\pm$ 3,43 c	15,5 $\pm$ 4,04 c	2,0 $\pm$ 3,26 b
G76	62,3 $\pm$ 13,9 a	30,7 $\pm$ 9,81 a	51,0 $\pm$ 9,88 a	46,8 $\pm$ 9,47 a	5,8 $\pm$ 1,96 a
G78	18,9 $\pm$ 5,86 c	18,9 $\pm$ 4,04 b	9,41 $\pm$ 2,89 c	11,5 $\pm$ 2,86 c	3,4 $\pm$ 2,33 b
G29	29,3 $\pm$ 4,63 c	12,1 $\pm$ 5,35 b	12,3 $\pm$ 3,27 c	17,3 $\pm$ 2,37 c	4,3 $\pm$ 1,63 a
NO23	19,2 $\pm$ 8,58 c	19,7 $\pm$ 6,47 b	21,1 $\pm$ 4,95 b	16,0 $\pm$ 5,03 c	5,2 $\pm$ 2,37 a
NO26	39,2 $\pm$ 10,4 b	6,72 $\pm$ 4,30 b	24,4 $\pm$ 5,18 b	18,5 $\pm$ 6,82 c	4,2 $\pm$ 5,32 a
NO24	39,6 $\pm$ 10,2 b	39,4 $\pm$ 12,6 a	29,1 $\pm$ 7,67 b	20,6 $\pm$ 8,22 c	1,5 $\pm$ 3,84 b
G40	13,6 $\pm$ 2,42 c	13,1 $\pm$ 2,47 b	14,5 $\pm$ 2,48 c	11,0 $\pm$ 3,25 c	3,9 $\pm$ 2,54 a
EHMEL200910	32,6 $\pm$ 3,89 c	7,8 $\pm$ 3,20 b	11,0 $\pm$ 1,93 c	10,2 $\pm$ 2,58 d	3,2 $\pm$ 0,65 b
302	31,2 $\pm$ 7,15 c	15,8 $\pm$ 4,25 b	11,1 $\pm$ 4,12 c	13,2 $\pm$ 3,77 c	4,2 $\pm$ 1,70 a

<sup>1</sup>Testemunha.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.