**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae)

Marcos Aurélio Araújo Lima

Tese apresentada para obtenção de título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Entomologia

**Piracicaba
2012**

Marcos Aurélio Araújo Lima
Engenheiro Agrônomo

Resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora *Liriomyza sativae*
(Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae)

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ DJAIR VENDRAMIM**

Tese apresentada para obtenção de título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Lima, Marcos Aurélio Araújo

Resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora *Liriomyza sativae*
(Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae) / Marcos Aurélio Araújo Lima. -
Piracicaba, 2012.
120 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Genótipos 2. Melão 3. Mosca minadora 4. Pragas de plantas 5. Resistência
I. Título

CDD 635.61
L732r

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus, pelo dom da vida, pela proteção e todas as bênçãos recebidas.

AGRADEÇO

Aos meus pais, Francisco de Assis Lima e Fátima Maria Araújo Lima,
pelo carinho, incentivo, apoio, confiança e por serem exemplos de dignidade e
força que levarei para toda a vida, e ao meu irmão,
Victor Hugo Araújo Lima, pelo companheirismo de todos esses anos.

OFEREÇO

A minha amada esposa, Cynthia Renata Lima Sá,
que através dos anos de relacionamento, sempre me incentivou a crescer
profissionalmente e pessoalmente, como uma amiga dedicada e uma companheira
amorosa, carinhosa e compreensiva

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Djair Vendramim, professor titular do Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), por todos os ensinamentos nesses anos de convívio e pela confiança em mim depositada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ/USP, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro ao projeto de pesquisa.

Ao Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes, pela colaboração com a multiplicação dos genótipos de meloeiro durante toda a tese.

Ao Dr. Fernando Antônio Souza de Aragão, pelo auxílio na multiplicação dos genótipos de meloeiro no início da tese.

Ao Dr. Raimundo Braga Sobrinho, pelo auxílio na obtenção de sementes de cultivares resistentes.

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra, pela cessão de casa de vegetação e equipamentos do Laboratório de Biologia de Insetos para o desenvolvimento de algumas fases do trabalho.

Aos demais professores do PPG Entomologia, Drs., Fernando Luis Cônsoli, José Mauricio Simões Bento, Wesley Augusto Conde Godoy, Roberto Antonio Zucchi, Celso Omoto, Ítalo Delalibera Jr., Pedro Takao Yamamoto, Luís Carlos Marchini, Evôneo Berti Filho, Gilberto José de Moraes, Carlos Flechtmann, Otávio Nakano, Sinval Silveira Neto e João Roberto Spotti Lopes, por compartilharem seus conhecimentos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia e Acarologia, sempre prestativos quando necessário.

Às colegas biólogas Cristina Jensen Ramos e Carla Sarruge Trevizan, por suas valiosas colaborações na execução dessa tese.

Aos colegas e amigos que passaram ou permanecem no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas, pela “preferência” e “tolerância”: Ana Paula, Angelina Marcomini, Carla Trevizan, Maria Auxiliadora (Cia),

Cristina Jensen Ramos, Eliane Grisoto, Fátima Rampelotti Ferreira, Gabriel Gonçalves, Gerane Celly, Kaira Pauli, Leandro Ribeiro, Márcio Silva, Mônica Santos, Paulo Bogorni, Rafael Pitta, Sheila Carvalho, Thiago Ansante, Marcos Conceschi, Breno Bortoletto, Constance Beri, Marcelo Dimase e Jaci Mendes. Agradecimento especial ao amigo Márcio pelo apoio, incentivo e exemplo de dedicação e à amiga Mônica pelo excelente convívio, palavras de incentivo, e pelo exemplo de esforço e dedicação.

Aos colegas e amigos do PPG Entomologia, Oderlei Bernardi, Bruno De Conti, Aloisio Coelho Junior, Juliana Balbinotte, Lorena Nunes, Leandro Geremias, Aline Rocha, Agustín Cerna Mendoza, Tiago Costa Lima, Cherre Sade, Guilherme Rossi, Cristiane Müller, Gleidyane Lopes, Osmar Díaz, Edgar, Erika Pessoa, Rízia, Clederson, Jaci Mendes, Amanda, Elisangela, Leonardo, José Wilson, Alexandre Diniz, Fernanda Engels, Raphael Castilho, Fábio Dossi, Oscar e Luzimário

Aos colegas Tiago Costa Lima e Alexandre Begiato, pelo auxílio na execução da tese, especialmente no início com a criação de mosca-minadora.

Ao estatístico Ricardo Olinda, doutorando do PPG em Estatística e Experimentação Agronômica, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Reginaldo Barros, pelo incentivo e inspiração.

Ao Dr. Jorge Anderson Guimarães, pelo incentivo e apoio.

Aos amigos de Mossoró, Alexandre Menezes, Carlos Henrique, Karla Diana, Carlos Eduardo e Daniell Rodrigo, pelo apoio e amizade.

Aos familiares e amigos do Ceará, pelo apoio, compreensão e amizade.

À bibliotecária Eliana Maria Garcia, pelas correções das normas da tese.

“Para ser um PhD em orgulho basta estar vivo um dia, mas para ser um especialista em humildade é necessário aprender a vida toda.”

Augusto Cury

“Por vale, sertão e serra
Já cantei e tenho cantado
Quem não ama a sua terra
É desnaturalizado.

Digo com muita verdade
Ser cearense é ser bravo
Foi onde o primeiro escravo
Alcançou a liberdade.

Sou cearense e me orgulho
Morro pelo Ceará
E trago comigo essa força
Que jamais se acabará.”

(Patativa do Assaré)

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
LISTA DE FIGURAS.....	17
LISTA DE TABELAS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 Meloeiro, <i>Cucumis melo</i> L.....	25
2.1.1 Origem e domesticação.....	25
2.1.2 Classificação botânica.....	26
2.1.3 Tipos comerciais de meloeiro.....	27
2.1.4 Aspectos socioeconômicos.....	29
2.2 Mosca-minadora, <i>Liriomyza</i> spp.....	30
2.2.1 Aspectos taxonômicos.....	30
2.2.2 Distribuição geográfica no mundo.....	31
2.2.3. Distribuição geográfica no Brasil.....	32
2.2.4 Plantas hospedeiras.....	33
2.2.5 Aspectos biológicos.....	33
2.2.6 Danos e importância econômica.....	36
2.3 Resistência de cucurbitáceas a insetos.....	37
2.3.1 Resistência a insetos mastigadores.....	37
2.3.2 Resistência a insetos sugadores.....	38
2.3.3 Resistência à mosca-minadora.....	41
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1 Criação da mosca-minadora e manutenção das plantas hospedeiras.....	43
3.2 Genótipos de meloeiro avaliados.....	45
3.3 Avaliação do tempo de exposição e do número de casais da mosca-minadora por planta adequados para estudos de resistência.....	47
3.4 Triagem para identificação dos genótipos resistentes à mosca-minadora.....	49
3.5 Preferência para oviposição da mosca-minadora pelos genótipos selecionados.....	50
3.5.1 Teste de livre escolha.....	51
3.5.2 Teste de confinamento.....	52

3.6 Efeitos dos diferentes genótipos de meloeiro sobre a biologia da mosca-minadora.....	52
3.6.1 Influência dos genótipos no desenvolvimento da mosca-minadora.....	52
3.6.2 Influência dos genótipos nos parâmetros biológicos dos adultos da mosca-minadora.....	53
3.7 Avaliação da tolerância dos genótipos de meloeiro à mosca-minadora.....	55
3.7.1 Avaliação da quantidade de clorofila nas folhas.....	55
3.7.2 Avaliação do comprimento e largura das folhas.....	56
3.7.3 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca das folhas.....	56
3.7.4 Avaliação do comprimento do ramo principal.....	57
3.7.5 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca do ramo principal.....	57
3.8 Análise estatística.....	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
4.1 Avaliação do tempo de exposição e do número de casais da mosca-minadora por planta adequados para estudos de resistência.....	59
4.2 Triagem para identificação dos genótipos resistentes à mosca-minadora.....	62
4.3 Preferência para oviposição da mosca-minadora pelos genótipos selecionados.....	67
4.3.1 Teste de livre escolha.....	67
4.3.2 Teste de confinamento.....	71
4.4 Efeitos dos diferentes genótipos de meloeiro sobre a biologia da mosca-minadora.....	74
4.4.1 Influência dos genótipos no desenvolvimento da mosca-minadora.....	74
4.4.2 Influência dos genótipos nos parâmetros biológicos dos adultos da mosca-minadora.....	81
4.5 Avaliação da tolerância dos genótipos de meloeiro à mosca-minadora.....	90
4.5.1 Avaliação da quantidade de clorofila nas folhas.....	90
4.5.2 Avaliação do comprimento e largura das folhas.....	94
4.5.3 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca das folhas.....	96
4.5.4 Avaliação do comprimento do ramo principal.....	99
4.5.5 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca do ramo principal.....	100
5 CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS.....	105

RESUMO

Resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae)

Atualmente, a mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) é uma das principais pragas da cultura do meloeiro no Brasil. É comumente relatado que as moscas-minadoras se tornam pragas devido a um desequilíbrio biológico provocado pelo uso incorreto de inseticidas além do seu grande potencial biótico. Portanto, é fundamental que sejam desenvolvidas estratégias de manejo que atuem em equilíbrio com o ambiente. Assim, a resistência de plantas a insetos assume papel fundamental nesse contexto. Diante desses fatos, a presente pesquisa objetivou avaliar a resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora. A criação do inseto foi mantida em plantas de feijão-caupi. Foram realizados ensaios preliminares com diferentes números de casais e diferentes tempos de exposição das plantas aos insetos visando determinar a combinação mais adequada para estudos de resistência. Os resultados indicaram que são necessários quatro casais/planta e um tempo mínimo de infestação de 24 horas. Foram testados inicialmente 44 genótipos divididos em cinco grupos, comparados sempre a uma testemunha suscetível ('Vereda'). Cada grupo foi mantido numa gaiola onde ocorreu a infestação pelos adultos. Após cinco dias, foi avaliado o número de minas por planta, com base no que foi calculado o Índice de Resistência. A partir desse índice, foram selecionados, os oito genótipos mais promissores (os acessos A5, A15, A22, A29, A42 e A44 e as cultivares Mc Laren e Guaporé) para avaliação dos possíveis tipos de resistência envolvidos. No teste de antixenose para oviposição, constatou-se que, no teste de livre escolha, todos os genótipos foram menos preferidos para oviposição que a testemunha, enquanto no teste de confinamento os menos preferidos foram os genótipos A5, A22, A29, A42, A44 e 'Guaporé'. Os genótipos A22, A29, A42, A44 e 'Mc Laren' prolongaram a duração do período embrionário do inseto, enquanto a cultivar Guaporé provocou sobrevivência larval nula e 'Mc Laren' prolongou a fase larval e, juntamente com o acesso A44, reduziu a sobrevivência dessa fase. Por outro lado, o acesso A15 foi o que proporcionou a maior duração da fase de pupa, sendo o tamanho pupal reduzido pelos acessos A29, A42 e A44. A maior duração da fase imatura do inseto ocorreu nos genótipos A29 e 'Mc Laren'. Os diferentes genótipos de meloeiro não influenciaram a longevidade, a razão sexual, os períodos de pré-oviposição e de oviposição e a fecundidade total dos adultos de *L. sativae*. Com base na avaliação do efeito dos genótipos sobre a biologia do inseto, constatou-se que 'Mc Laren', 'Guaporé', A22, A29, A42 e A44 apresentam resistência do tipo antibiose e/ou antixenose para alimentação. No ensaio de tolerância, concluiu-se que a quantidade de clorofila nas folhas foi um parâmetro adequado para caracterizar o efeito do ataque de *L. sativae* sobre o meloeiro; por outro lado, os pesos de matéria fresca e seca e o comprimento do ramo principal não foram parâmetros adequados para avaliação da tolerância. Considerando todos os parâmetros estudados nesse ensaio, os genótipos A44 e 'Guaporé' se comportaram como tolerantes.

Palavras-chave: Resistência; *Cucumis melo*; Acessos; Mosca-minadora; *Liriomyza sativae*

ABSTRACT

Resistance of melon genotypes to the leafminer *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae)

Nowadays, the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) is one of the major melon pests in Brazil. The outbreak of this pest has been frequently reported to be due to biological control disruptions caused by the incorrect use of insecticides and to its high biotic potential. Therefore, it is important that management strategies acting in balance with the environment are developed. Studies on host plant resistance to insects play a fundamental role in this context. In this research project, we intended to evaluate the resistance of melon genotypes to the vegetable leafminer. The insect population was reared under laboratory conditions on bean plants. Preliminary assays were carried out with different numbers of couples and different infestation times aiming to find the most adequate combination to be used in plant resistance studies. The best results were obtained with four couples per plant and 24 hours of infestation. Initially, 44 melon genotypes were screened in five groups of nine genotypes compared to a susceptible control genotype ('Vereda'). Each group was placed in one cage for infestation with adult leafminer flies. After four days, the mean number of mines per plant was evaluated. Based on this data, the Resistance Index was estimated and eight genotypes were selected (accessions A5, A15, A22, A29, A42 and A44 and cultivars Mc Laren and Guapore). In the oviposition preference study, all genotypes were less preferred than the control in the multiple-choice test while in the no-choice test genotypes A5, A22, A29, A42, A44 and 'Guaporé' was less preferred. Egg duration was longer in genotypes A22, A29, A42, A44 and 'Mc Laren' than in control. In 'Guapore' no larvae survived while in A44 and 'Mc Laren' larval survival was smaller than in control, moreover in 'Mc Laren' larval duration was longer than in control. Accession A15 provided the longest pupal duration, while accessions A29, A42 and A44 presented the smallest pupal sizes. In genotypes A29 and 'Mc Laren' the egg-adult period was longer than the control. The different genotypes did not affect longevity, sex ratio, preoviposition and oviposition periods and fecundity of females. Based on the evaluation of host plant effect on the vegetable leafminer's biology it was established that the genotypes A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' and 'Guapore' present resistance by antibiosis and/or antixenosis for feeding. In the tolerance test, it was concluded that chlorophyll content was an adequate parameter for discriminating the genotypes in relation to attack by *L. sativae*; on the other hand, main branch length and fresh and dry weight were not adequate parameters for tolerance study. Based on all parameters evaluated, genotypes A44 and 'Guapore' seems to be tolerant.

Keywords: Resistance; *Cucumis melo*; Accessions; Vegetable leafminer; *Liriomyza sativae*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gaiola utilizada na criação da mosca-minadora.....	43
Figura 2 - Alimentador para adultos da mosca-minadora. A - Círculo de plástico perfurado no centro e retângulo de papel de filtro; B - Frasco de vidro com solução de mel, fita de papel de filtro, círculo de plástico e retângulo de papel de filtro.....	44
Figura 3 - Sistema de coleta de pupas. A - Câmara climatizada do tipo BOD com os recipientes plásticos; B - Recipiente mostrando o detalhe das folhas penduradas por fios de arame; C - Placa de Petri de plástico com as pupas coletadas.....	45
Figura 4 - Gaiola dividida ao meio para a realização de dois testes simultaneamente. A - Detalhe da lona plástica branca.....	47
Figura 5 - Gaiolas cilíndricas com adultos recém-emergidos alimentados com solução de mel a 10%.....	48
Figura 6 - Gaiolas circulares utilizadas na triagem para identificação dos genótipos resistentes à mosca-minadora.....	49
Figura 7 - Gaiolas circulares feitas com armações de ferro e revestidas por tecido, contendo as plantas de meloeiro para do teste de livre escolha.....	51
Figura 8 - Placa de Petri com folha de feijão-caupi usada nos estudos de fecundidade.....	54
Figura 9 - A - Medidor portátil de clorofila SPAD – 502 (Konica Minolta Sensing). B – Vista lateral indicando a abertura na qual a planta é inserida.....	56

Figura 10 - Médias ($\pm$ erro padrão) dos índices de resistência para o número de minas de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Em cinza os resistentes e em preto os neutros, de acordo com o intervalo de classificação. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 66

Figura 11 - Médias ($\pm$ erro padrão) do número de ovos por planta de *Liriomyza sativae* em teste de livre escolha em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas. Barras com a mesma letra não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey). Dados originais foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$ para a análise estatística..... 71

Figura 12 - Médias ($\pm$ erro padrão) do número de ovos por planta de *Liriomyza sativae* em teste de confinamento em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas. Barras com a mesma letra não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey). Dados originais foram transformados em $\frac{1}{\sqrt{(x+1)}}$ para análise estatística..... 73

Figura 13 - Taxa de oviposição de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas. A seta indica o momento em que se obteve 50% do total de ovos..... 88

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Genótipos de meloeiro e seus respectivos grupos botânicos avaliados para a resistência à mosca-minadora..... 46
- Tabela 2 - Médias ($\pm$ erro padrão) de minas por planta em função dos diferentes números de casais de *Liriomyza sativae* e dos tempos de exposição das plantas aos insetos. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 62
- Tabela 3 - Número médio de minas (M), índice de resistência (IR) (média $\pm$ erro padrão), intervalo de classificação (I.Class.) e a classificação dos genótipos em relação ao índice de resistência de *Liriomyza sativae* nos genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 65
- Tabela 4 - Médias ($\pm$ erro padrão) da duração do período embrionário de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^{\circ}\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 77
- Tabela 5 - Médias ($\pm$ erro padrão) da duração e da sobrevivência larval de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^{\circ}\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 77
- Tabela 6 - Médias ($\pm$ erro padrão) da duração e da sobrevivência pupal de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^{\circ}\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 79
- Tabela 7 - Médias ($\pm$ erro padrão) do tamanho e do peso pupal de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^{\circ}\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 80

Tabela 8 - Médias ($\pm$ erro padrão) da duração da fase imatura (ovo à emergência do adulto) de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 81

Tabela 9 - Médias ($\pm$ erro padrão) da longevidade e da razão sexual de adultos (machos e fêmeas) de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas.... 85

Tabela 10 - Médias ($\pm$ erro padrão) dos períodos de pré-oviposição e de oviposição de adultos de *Liriomyza sativae* criados em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas.. 86

Tabela 11 - Médias ($\pm$ erro padrão) da fecundidade de adultos de *Liriomyza sativae* criados em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 86

Tabela 12 - Médias ($\pm$ erro padrão) do número de ovos por dia de adultos de *Liriomyza sativae* criados em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas..... 87

Tabela 13 - Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) de *Liriomyza sativae*, em diferentes genótipos de meloeiro, para o período de 60 dias. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 90

Tabela 14 - Médias ($\pm$ erro padrão) do número de minas por folha e do teor de clorofila das folhas em diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 94

Tabela 15 - Médias ($\pm$ erro padrão) do comprimento das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 95

- Tabela 16 - Médias ($\pm$ erro padrão) da largura das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 96
- Tabela 17 - Médias ($\pm$ erro padrão) do peso da matéria fresca das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 98
- Tabela 18 - Médias ($\pm$ erro padrão) do peso da matéria seca das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 98
- Tabela 19 - Médias ($\pm$ erro padrão) do comprimento do ramo principal de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 99
- Tabela 20 - Médias ($\pm$ erro padrão) da matéria fresca do ramo principal de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 101
- Tabela 21 - Médias ($\pm$ erro padrão) da matéria seca do ramo principal de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas..... 101

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira é destaque mundial em termos de produção e área plantada, gerando milhares de empregos diretos e indiretos além de um PIB agrícola de bilhões de dólares. Sob a ótica social, esse setor é muito importante por demandar mão-de-obra intensiva e qualificada, mantendo o homem no campo de forma digna (BRAGA SOBRINHO et al., 2008). Nesse contexto, a cultura do melão (*Cucumis melo* L.) merece destaque, pois vem sendo uma das frutas frescas mais exportadas pelo Brasil; em 2007 o valor exportado foi em torno de US\$ 128 milhões, já em 2008, esse valor subiu para pouco mais de US\$ 152 milhões. Com esse crescimento, o melão assumiu a primeira colocação no *ranking* de exportações de frutas frescas em 2009. Em 2010 voltou para a segunda colocação perdendo apenas para a uva (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF, 2012). Em termos de produção, a região Nordeste do Brasil tem se destacado, pois das 478 mil toneladas produzidas em 2010, essa região foi responsável por cerca de 95% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

No Brasil, algumas pragas têm limitado a produção de melão e, entre elas, podem ser citadas: a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B Gennadius (Hem.: Aleyrodidae); a mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Dip.: Agromyzidae); a broca-das-cucurbitáceas *Diaphania nitidalis* Cramer (Lep.: Pyralidae); o pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hem.: Aphididae) e a lagarta-rosca *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lep.: Noctuidae) (ALENCAR et al., 2002; FERNANDES, 1998).

Nos últimos anos, apesar da alta tecnologia empregada, a mosca-minadora vem causando sérios prejuízos aos produtores de melão, provocando perdas de até 15% da área, em função do baixo teor de sólidos solúveis totais dos frutos (ARAUJO et al., 2007).

Diversos estudos têm mostrado a capacidade destrutiva da mosca-minadora em diferentes culturas (CHANDLER; THOMAS, 1983; FOSTER; SANCHEZ, 1988; JOHNSON et al., 1983; WOLFENBARGER; WOLFENBARGER, 1966). A injúria é causada principalmente pela larva que se alimenta do mesófilo foliar e pelo comportamento de alimentação e oviposição da fêmea, que faz puncturas nas folhas. Juntas, essas ações diminuem a capacidade fotossintética da planta (PARRELLA, 1987).

O uso abusivo de inseticidas para controlar as pragas de culturas onde a mosca-minadora é praga secundária, contribui para a diminuição da população dos inimigos naturais e para a seleção de indivíduos resistentes a inseticidas nas populações da praga (PARRELLA; TRUMBLE, 1989; MASON; TABASHNIK; JOHNSON, 1989).

Diante desse fato, é fundamental que sejam desenvolvidas estratégias de manejo que atuem em equilíbrio com o ambiente. Assim, a resistência de plantas a insetos assume papel fundamental nesse contexto. Existem poucos estudos no mundo que buscam avaliar a resistência de genótipos de meloeiro à mosca-minadora. A identificação de uma linhagem que possui resistência dominante monogênica, entretanto, dá muita esperança para o futuro dos programas de melhoramento de meloeiro (DOGIMONT et al., 1995, 1999). No Brasil, porém, ainda não foram realizados estudos visando avaliar a resistência de meloeiro à mosca-minadora.

Assim, objetivou-se avaliar a resistência de genótipos de meloeiro a *L. sativae*, tomando por base acessos oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido (Petrolina-PE).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Meloeiro, *Cucumis melo* L.

2.1.1 Origem e domesticação

São várias as teorias que buscam explicar a origem do meloeiro. Essas teorias apontam para diferentes centros, localizados desde a África até a Índia (KERJE; GRUM, 2000; MALLICK; MASUI, 1986; ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1997).

De acordo com Mallick e Masui (1986), a separação da Terra em continentes há milhões de anos é a chave para o entendimento da dispersão dos vegetais. Se a origem do meloeiro for considerada por esse ângulo, o sudoeste da África e a Índia peninsular estariam no centro da massa de terra antes da deriva continental e teriam levado toda a vegetação junto. Consequentemente, essas duas regiões seriam o centro de origem do meloeiro, explicando assim como uma única espécie vegetal teria sido originada de regiões distintas. Essa hipótese é fundamentada pela presença de tipos de meloeiros idênticos dentro e ao redor dessas regiões citadas. A atual variação e distribuição do meloeiro no mundo é fruto de hibridização interespecífica e mudanças ambientais ocorridas no decorrer dos séculos e influenciadas pela ação animal e humana.

A domesticação do meloeiro deve ter ocorrido por volta de 3000 anos a.C. (PITRAT; CHAUVET; FOURY, 1999). Segundo Robinson e Decker-Walters (1997), registros históricos e arqueológicos comprovam a presença do meloeiro no Egito 2000 anos a.C. e no Irã 3000 anos a.C. Os primeiros cultivos foram registrados no Egito e na Índia por volta de 2000 e 1000 anos a.C., respectivamente. O centro secundário de diversificação do meloeiro encontra-se na Ásia, do Mar Mediterrâneo até o Japão (PITRAT; CHAUVET; FOURY, 1999). O comércio precoce deve ter provocado a dispersão do meloeiro da África para a Ásia. Já na Ásia, além do intenso comércio, a alta população deve ter contribuído para a domesticação e rápida dispersão mundial do meloeiro (KERJE; GRUM, 2000).

2.1.2 Classificação botânica

O meloeiro, cientificamente denominado de *Cucumis melo* (L.), pertence à subtribo Cucumerinae, tribo Melothrieae, subfamília Cucurbitoideae, família Cucurbitaceae (BOBINSON; DECKER-WALTERS, 1997). No entanto, a sistemática da espécie não é muito simples, de tal, modo que o alto polimorfismo levou os botânicos a proporem diferentes classificações infraespecíficas ao longo do tempo (PITRAT; HANELT; HAMMER, 2000). A mais simples e objetiva dessas classificações foi proposta por Munger e Robinson (1991) sugerindo uma nova reorganização, na qual juntaram os grupos botânicos *reticulatus* e *cantalupensis*, num único grupo denominado *cantalupensis* e formaram um outro grupo juntando *chito* e *dudain*, e ainda, incluíram os melões indicados no grupo *momordica*, os quais não eram contemplados em classificações anteriores.

Com base nestas sugestões, *C. melo* L. passou a ter sete grupos:

- *C. melo agrestis* Naud. Tipos selvagens com poucas ramas, frutos pequenos e não comestíveis.
- *C. melo cantalupensis* Naud. Melão Cantaloupe ou *muskmelon*. Frutos de tamanho médio, com superfície da casca rendilhada, verrugosa ou escamosa. Polpa normalmente laranja, mas algumas vezes verde. Sabor aromático ou almiscarado.
- *C. melo inodorus* Naud. Melões de inverno. Superfície lisa ou rugosa, com polpa branca ou verde e sem odor, de tamanho grande, com maturidade tardia e maior conservação que o *cantalupensis*.
- *C. melo flexuosus* Naud. *Snake melon*. Fruto longo e delgado, quando imaturo utilizado em substituição ao pepino.
- *C. melo conomon* Mak. *Pickling melon*, *sweet melon*. Frutos pequenos com casca lisa, polpa branca, maturidade precoce e, normalmente com pouca doçura e odor.
- *C. melo chito* e *C. melo dudaim* Naud. Denominado popularmente de *Mango melon* ou *vine peach* em função do formato do fruto. A diferença entre os dois tipos não é clara, mas *dudaim* tem aroma mais leve.
- *C. melo* L. *momordica*. *Phoot* ou *snap melon*. É cultivado na Índia e em outros países asiáticos e é diferente de todos os outros grupos. A polpa é branca ou levemente laranja, com baixo teor de açúcar e a casca é lisa e fina e o fruto, quando maduro, se parte.

2.1.3 Tipos comerciais de meloeiro

Considerando a classificação botânica descrita anteriormente, os principais melões produzidos comercialmente hoje pertencem somente a dois grupos: *C. melo inodorus* Naud. e *C. melo cantalupensis* Naud., que correspondem, respectivamente, aos melões inodoros e aromáticos. Dentro do grupo dos melões inodoros são cultivados três tipos comerciais: o Amarelo, o Pele-de-sapo e o Honeydew, enquanto que do grupo dos melões aromáticos são cultivados os tipos comerciais Cantaloupe, Gália e Charentais (MENEZES et al., 2000).

A maior parte do melão produzido no Brasil é do tipo Amarelo, ao qual correspondem diversas cultivares híbridas. A menor parte da produção pertence aos melões dos tipos Cantaloupe, Pele-de-sapo, Honeydew, Gália e Charentais. Esses cinco tipos apresentam alto valor de comercialização, principalmente no mercado externo, contudo, são pouco cultivados porque os frutos apresentam difícil conservação na fase pós-colheita o que acarreta em dificuldade no transporte (COSTA; SILVA, 2003).

No Brasil, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Mossoró-RN) e as unidades de pesquisa do Meio Norte, Semi-Árido e Hortaliças da Embrapa têm feito grandes esforços com o objetivo de indicar cultivares de meloeiro produtivas e mais adequadas para as regiões Nordeste e Meio Norte do Brasil. Os principais parâmetros estudados nos trabalhos têm focado a produtividade e as características físicas e químicas que determinam o sabor e outras características dos frutos importantes para o mercado (SOUZA et al., 1999).

Os principais tipos comerciais de melão com as respectivas caracterizações são:

- Tipo Amarelo

O tipo Amarelo é representado por melões inodoros de origem espanhola. Os frutos são caracterizados pela casca amarela e pela polpa branco-creme, têm formato oblongo ou oblongo-arredondados com casca lisa ou levemente enrugada longitudinalmente, polpa espessa, de textura fina e doce, com teor de açúcar entre 8°Brix e 12°Brix, peso médio de 1,5 kg, boa conservação pós-colheita e colheita precoce, entre 65 e 75 dias (COSTA; SILVA, 2003; MENEZES et al., 2000). Entre as principais cultivares híbridas do tipo Amarelo estão: AF 682, Vereda e Iracema

(Agroflora/Sakata) e Goldex, 10/00 e Tropical (Agristar/Topseed) (COSTA; GRANGEIRO, 2012).

- Tipo Pele-de-Sapo

Também conhecido como melão verde espanhol, esse tipo de melão inodoro possui várias cultivares híbridas, tais como Sancho (Syngenta/Rogers), Medellin (Nunhens) e Grand Prix (Agroflora/Sakata). Apresenta casca escriturada, característica que se deve a incisões longitudinais formadas sobre a casca em determinado momento do desenvolvimento do fruto e que cicatrizam posteriormente. Além disso, a casca possui coloração verde, com manchas verde-escuras e amarelas. O Pele-de-Sapo possui frutos de tamanho grande, em geral, com formato elíptico ou oval com polpa verde e consistência firme (COSTA; GRANGEIRO, 2012; COSTA; SILVA, 2003; MENEZES et al., 2000).

- Tipo Honeydew

Uma característica do Honeydew é que o fruto não se destaca da rama como em outros tipos, havendo necessidade de corte com tesoura. Os frutos não têm odor, a casca é bem lisa e de coloração creme, formato redondo, peso variando de 1,5 a 1,8 kg, polpa laranja-escura com cavidade interna pequena, succulenta, de textura fina e doce. Ciclo de 60 a 64 dias. A principal cultivar híbrida, Orange County (Seminis), se destaca pela alta produtividade, acima de 20 t/ha, apresentando plantas vigorosas com padrão de frutos tanto para mercado interno como externo (COSTA; GRANGEIRO, 2012; COSTA; SILVA, 2003).

- Tipo Cantaloupe

O tipo Cantaloupe é representado por melões aromáticos de origem americana, alcançando a primeira posição na produção mundial. Os frutos apresentam formato levemente arredondado, com reticulação intensa em toda a superfície da casca, sem suturas e polpa de cor salmão muito forte e aroma muito intenso. A maturação ocorre aos 60-68 dias, aproximadamente, acompanhada do início de desprendimento do pedúnculo. As principais cultivares híbridas são: Torreón (Agristar/Topseed), Vera Cruz, Acclaim, Sedna (Syngenta/Rogers) e Olympic Express (Agroflora/Sakata) (COSTA; GRANGEIRO, 2012; COSTA; SILVA, 2003; MENEZES et al., 2000).

- Tipo Gália

O tipo Gália é representado por melões aromáticos de origem israelense. Apresentam frutos de forma arredondada, casca verde que muda para amarelo

quando amadurece, pouca reticulação, polpa branco-esverdeada, doces e com aroma intenso, peso médio entre 0,8 e 1,2 kg encaixando-se no padrão para mercado externo. As principais cultivares híbridas são: Ciro (De Ruiters), Néctar (Clause Tézier) e Estoril (Nunhens) (COSTA; GRANGEIRO, 2012; COSTA; SILVA, 2003; MENEZES et al., 2000).

- Tipo Charentais

O tipo Charentais é representado por melões aromáticos de origem francesa. Os frutos são em geral redondos, muito aromáticos, apresentando suturas ou costelas, peso médio de 1 kg, polpa espessa de coloração magenta e sólidos solúveis variando de 12º a 15º Brix. Início da colheita aos 65 dias. Padrão para mercado externo. As seguintes cultivares híbridas desse tipo são encontradas no mercado de sementes: Magisto e Magrite (Nunhens) (COSTA; GRANGEIRO, 2012; COSTA; SILVA, 2003; MENEZES et al., 2000).

2.1.4 Aspectos socioeconômicos

A implantação comercial da cultura do meloeiro no Brasil ocorreu na década de 60. Até então, o Chile e a Espanha eram os principais fornecedores para o mercado nacional. Nesse período, as principais áreas produtoras se concentravam nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Entretanto, a produtividade e a qualidade do produto eram muito limitadas por causa de fatores climáticos. Em meados da década de 60, iniciou-se o cultivo de meloeiro no Submédio do Vale do São Francisco nos projetos de irrigação dos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA. No início da década de 80, a cultura foi introduzida no Rio Grande do Norte, especificamente no Agropolo de Mossoró e Açu, já no fim da mesma década a cultura foi introduzida no Ceará, no Agropolo do Baixo Jaguaribe (ARAÚJO; VILELA, 2003).

O melão vem sendo uma das frutas frescas mais exportadas pelo Brasil; em 2007 o valor exportado foi em torno de US\$ 128 milhões, já em 2008, esse valor subiu para pouco mais de US\$ 152 milhões. Com esse crescimento o melão assumiu a primeira colocação no *ranking* de exportações de frutas frescas em 2009. Em 2010 voltou para a segunda colocação perdendo apenas para a uva (IBRAF, 2012). Em termos de produção, a região Nordeste do Brasil tem se destacado, pois das 478 mil toneladas produzidas em 2010, essa região foi responsável por 456 mil.

Entre os municípios produtores, destacam-se Mossoró e Baraúna no Rio Grande do Norte e Icapuí e Aracati no Ceará, que, juntos, possuem quase 12 mil hectares dos 16.308 hectares plantados no Nordeste em 2010 (IBGE, 2012).

2.2 Mosca-minadora, *Liriomyza* spp.

2.2.1 Aspectos taxonômicos

Liriomyza pertence à ordem Diptera, família Agromyzidae. São conhecidas mais de 300 espécies de *Liriomyza*, sendo 23 de importância econômica; destas, 10 são consideradas polípagas, o que representa cerca de 0,6% da população total de agromizídeos. Entre estas podem ser citadas *L. sativae* (Blanchard, 1938), *L. trifolii*, *L. huidobrensis*, *L. bryonidae*, *L. strigata*, *L. schmidtii* e *L. cocculi* (PARRELLA, 1987; SPENCER, 1973, 1990).

A grande quantidade de hospedeiros comuns e a similaridade morfológica entre os agromizídeos polípagos ocasionou bastante confusão na taxonomia dessas espécies, principalmente nas do gênero *Liriomyza* (PARRELLA, 1982). Como *L. trifolii* tem sua origem na América do Norte e se tornou, há muitas décadas, uma praga muito importante naquele continente, o início dos trabalhos básicos de sistemática das espécies de Agromyzidae tem uma grande contribuição dos pesquisadores americanos. A maioria desses estudos foi baseada na genitália masculina (SPENCER, 1973, 1990).

Com o objetivo de complementar a descrição morfológica dessas espécies foram incorporadas algumas técnicas moleculares, como a utilização de eletroforese de aloenzima (MENKEN; ULENBERG, 1983, 1986). Posteriormente, esses métodos foram aprimorados por diversos autores (COLLINS, 1996; OUDMAN et al., 1995).

A comparação entre sequências gênicas mitocondriais e nucleares tem sido muito utilizada nos estudos de sistemática desse grupo (SCHEFFER, 2000; SCHEFFER; LEWIS, 2001). Scheffer, Lewis e Joshi (2006) usaram uma técnica molecular chamada de *DNA barcoding* para identificar espécies de moscas-minadoras nas Filipinas. Segundo os autores, essa técnica envolve o sequenciamento de uma única região do gene de todas as espécies. O grande diferencial desse método de identificação comparado à identificação taxonômica convencional é que esta é baseada em caracteres morfológicos dos machos adultos

e a molecular pode usar qualquer estágio do desenvolvimento. Apesar da eficiência e rapidez da técnica, os autores alertam que ela só deve ser usada para espécies bem estudadas, permitindo assim a comparação com estudos anteriores.

A utilização de PCR em tempo real foi proposta como uma ferramenta rápida e precisa para a identificação de *L. trifolii* (FENG et al., 2007). Mais recentemente, foi publicada a sequência completa do genoma mitocondrial de *L. trifolii* e, segundo os autores, essa descoberta permitirá a identificação mais precisa de espécies de moscas-minadoras, facilitará estudos com diferentes populações e permitirá a comparação com outros dípteros a fim de estudar a evolução molecular dessa ordem de insetos (WANG et al., 2011).

2.2.2 Distribuição geográfica no mundo

As espécies do gênero *Liriomyza* são largamente distribuídas no Mundo, embora se encontrem mais comumente em regiões temperadas (PARRELLA, 1987). Segundo Spencer (1973), *L. bryoniae* e *L. strigata* se distribuem por toda a Europa, enquanto *L. huidobrensis*, *L. sativae* e *L. trifolii* tem sua distribuição pelas Américas do Norte e do Sul. *L. chinensis* está presente na Ásia com registros na China, no Japão e na Malásia. Além disso, na Oceania, foram registradas a ocorrência de *L. caulophaga*, *L. chenopodii* e *L. clianthi* na Austrália e na Nova Zelândia.

Devido à importância quarentenária de algumas espécies de moscas-minadoras, anualmente a Organização Europeia e do Mediterrâneo para Proteção de Plantas (EPPO) atualiza a distribuição geográfica dessas espécies. Segundo essa instituição, *L. sativae* está presente hoje em países da África como Camarões e Quênia, em vários países da América do Norte, Central e do Sul, em vários países da Ásia, em alguns países da Oceania e de forma restrita na Europa (EPPO, 2012). Seus registros na Europa foram realizados unicamente na Turquia, onde os agromizídeos são importantes pragas de cultivos protegidos (ÇIKMAN; CIVELEK, 2005; CIVELEK, 2003).

A mosca-minadora *L. trifolii*, que anteriormente só ocorria nos Estados Unidos e em alguns países do Caribe, passou a ser considerada uma importante praga internacional. Provavelmente, o que contribuiu para o estabelecimento desse inseto em diversos países foi o transporte de material vegetal entre regiões produtoras (MINKENBERG, 1988a). Atualmente, *L. trifolii* está presente em vários países da

África, das Américas e da Ásia e em alguns países da Europa e da Oceania (EPPO, 2012).

L. huidobrensis, por outro lado, está presente em seis países africanos, em vários países das Américas, da Ásia e da Europa, além de apresentar poucas ocorrências na ilha de Guam na Oceania (EPPO, 2012).

2.2.3 Distribuição geográfica no Brasil

Os primeiros registros de espécies do gênero *Liriomyza* atacando cultivos agrícolas no Brasil foram feitos no estado de São Paulo. Segundo Rossetto e Mendonça (1968), que realizaram cultivo de melancia em uma estação experimental em Campinas, quando não devidamente controlada *L. langei* pode ser um fator limitante para a cultura.

No final da década de 70 e início da década de 80, pesquisadores da empresa de pesquisa agropecuária do estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO) realizaram uma série de atividades de pesquisa visando o controle de espécies do gênero *Liriomyza* que estavam infestando cultivos de tomateiro na região (CRUZ; OLIVEIRA; GOMES, 1982; CRUZ; OLIVEIRA; GONÇALVES, 1980; OLIVEIRA et al., 1983). De acordo com Cruz, Oliveira e Gonçalves (1980), naquela época a mosca-minadora ocorria na região serrana, baixadas litorâneas, na região do Médio Paraíba e Norte Fluminense. Ainda na região sudeste, *L. huidobrensis* é considerada uma praga potencial na cultura da batata cultivada no sul de Minas Gerais (SOUZA et al., 1998).

Na região Sul do país os primeiros registros dessa praga ocorreram no início dos anos 80. Nessa época a mosca-minadora passou a ocorrer em regiões produtoras de hortaliças do estado de Santa Catarina (SCHMITT, 1984) e na cultura do pepino no litoral do Paraná (LORINI; FOERSTER, 1985).

Na região Nordeste do Brasil um dos primeiros registros de ataque de moscas-minadoras relata o dano severo causado por *L. sativae* em feijão-caupi na região de Petrolina, Pernambuco (MORAES; MAGALHÃES; OLIVEIRA, 1981). Além disso, a mosca-minadora, já, há bastante tempo, é uma praga importante nas áreas onde é cultivado o meloeiro (FERNANDES, 1998).

É interessante ressaltar que, na atualidade, possivelmente a distribuição das moscas-minadoras no Brasil seja bem mais abrangente do que está documentado,

devido principalmente à escassez de taxonomistas especializados nesse grupo de insetos. Esse fato dificulta a realização de estudos de levantamento e flutuação populacional, ações estas fundamentais para o melhor conhecimento e manejo do inseto.

2.2.4 Plantas hospedeiras

Das moscas-minadoras do gênero *Liriomyza*, a mais polífaga é *L. strigata* que possui hospedeiros em 29 famílias botânicas e tem sua distribuição restrita à Europa (SPENCER, 1990).

Entre as espécies de moscas-minadoras nativas das Américas, *L. trifolii* merece destaque por possuir hospedeiros em 25 famílias botânicas distintas, entre as quais se destacam Apiaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae, Poaceae e Solanaceae (SPENCER, 1990). Segundo Parrela (1987), já, em 1986, o número de hospedeiros era superior a 400. Inicialmente, *L. trifolii* ocorria como praga importante na cultura do crisântemo e do aipo e, posteriormente, é que foi aumentando a sua gama de hospedeiros (LEIBEE, 1984; SPENCER, 1973).

Em termos de número de hospedeiros, *L. huidobrensis* também se destaca, atacando diversas culturas em 14 famílias botânicas, das quais merecem destaque por sua importância econômica as famílias Alliaceae, Cucurbitaceae, Leguminosae e Solanaceae (SPENCER, 1990). No Brasil, um dos hospedeiros de maior importância econômica é a batata (CRUZ, 1988; SOUZA et al., 1998).

Outra espécie polífaga é *L. sativae*, que infesta cerca de nove famílias botânicas com especial preferência pelas plantas das famílias Cucurbitaceae, Leguminosae e Solanaceae (SPENCER, 1973, 1990). Na família Cucurbitaceae, os principais hospedeiros são melão, pepino e abobrinha. Na família Leguminosae, alguns hospedeiros importantes são o feijão-guandu, a alfafa e algumas espécies de feijões dos gêneros *Phaseolus* e *Vigna*. Já na família Solanaceae, pode-se destacar o pimentão, o tomate, a berinjela e a batata (Spencer, 1973).

2.2.5 Aspectos biológicos

Os adultos de moscas-minadoras geralmente demoram de cinco minutos à uma hora para emergir do pupário e cerca de 20 minutos para expandir

completamente as asas. Normalmente emergem nas primeiras horas da manhã e apresentam razão sexual de 1:1 (OATMAN; MICHELbacher, 1958; PARRELA, 1987). O acasalamento ocorre logo nas primeiras horas após a emergência dos adultos e pode se repetir várias vezes durante o dia e por vários dias, predominantemente no horário da manhã (OATMAN; MICHELbacher, 1958).

Os machos se alimentam principalmente de exsudações naturais das plantas, mas podem se alimentar também de exsudações produzidas pelas fêmeas através de puncturas de alimentação e oviposição. As fêmeas também podem se alimentar de exsudações naturais, contudo as exsudações provenientes das puncturas tem um papel mais relevante devido ao tempo que as fêmeas gastam realizando essas puncturas de alimentação e oviposição (OATMAN; MICHELbacher, 1958). Quando a fêmea inicia a sequência de movimentos para realizar a punctura na folha, o primeiro evento observado é que ela curva o abdome de modo a ficar com o ovipositor perpendicular à superfície e, em seguida, através de impulsos rápidos, ela insere o acúleo no mesófilo foliar. Depois disso, a fêmea diminui a velocidade dos movimentos com o ovipositor e pode apresentar dois tipos de comportamento: com movimentação lateral do abdome, ocasionando uma punctura em forma de leque e sem essa movimentação, formando uma punctura tubular. Esta última é geralmente realizada para oviposição enquanto a primeira, para alimentação (BETHKE; PARRELLA, 1985; OATMAN; MICHELbacher, 1958; PARRELA, 1987). A quantidade de puncturas de alimentação é normalmente maior do que a de oviposição, podendo chegar a ser até 40 vezes maior (PARRELA, 1984, 1987). Esse comportamento das fêmeas de moscas-minadoras tem papel fundamental na seleção hospedeira dessas espécies, fato esse que motivou alguns estudos com a hipótese de que as fêmeas preferem ovipositar em hospedeiros mais adequados para os adultos do que para sua prole (SCHEIRS et al., 2004; VIDELA; VALLADARES; SALVO, 2010, 2012).

A longevidade das moscas-minadoras nunca foi avaliada em condições de campo devido à dificuldade de realização de estudos com insetos individualizados nessas condições (PARRELLA, 1987). Contudo, em condições de casa de vegetação, com temperatura variando de 17,2°C a 36,7°C, as fêmeas viveram de 17 a 57 dias e os machos de 13 a 45 dias (OATMAN; MICHELbacher, 1958). Em condições de laboratório, com diferentes hospedeiros e temperaturas constantes, as fêmeas viveram de 5,6 a 27,7 dias e os machos de 2,3 a 13,9 dias (CHARLTON;

ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988b; PARRELLA, 1984; PARRELLA; BETHKE, 1984; PARRELLA; ROBB; BETHKE, 1983; PRANDO; CRUZ 1986).

A oviposição é realizada tanto na face adaxial quanto abaxial das folhas (PARRELLA, 1987; PARRELLA; BETHKE, 1984). Os ovos são inicialmente translúcidos e à medida que se desenvolvem se tornam opacos, sendo seu tamanho variável de acordo com o tamanho da espécie de mosca-minadora (PARRELLA, 1987). O período de desenvolvimento do ovo é inversamente proporcional à temperatura e varia de 2,13 a 3,8 dias, em função do hospedeiro (CHARLTON; ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988b; PARRELLA; BETHKE, 1984; PRANDO; CRUZ 1986).

A larva é cilíndrica e vermiforme, com a extremidade anterior pontiaguda e a extremidade posterior truncada. O estágio larval apresenta quatro ínstar. Devido à dificuldade de separar os estágios larvais, em geral os autores se referem simplesmente à duração da fase larval (PARRELLA, 1987). Logo após a eclosão a larva inicia sua alimentação, que pode ocorrer tanto no mesófilo paliádico como no esponjoso dependendo da espécie (OATMAN; MICHELbacher, 1958; PARRELLA, 1987). A duração da fase larval varia de 3,6 a 7,9 dias, em função do hospedeiro (CHARLTON; ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; PARRELLA; BETHKE, 1984; PRANDO; CRUZ, 1986).

No final do seu desenvolvimento, a larva realiza um corte semicircular na superfície da folha próximo ao fim da mina e através de movimentos peristálticos sai da folha (OATMAN; MICHELbacher, 1958; PARRELLA, 1987). O período compreendido entre a saída da larva da folha e a formação do pupário é referido como fase de pré-pupa e tem duração de duas a cinco horas dependendo da temperatura (LEIBEE, 1984; PARRELLA, 1987). Dependendo da arquitetura das plantas, a pupação pode ocorrer na superfície das folhas, na base das folhas ou no caule, mas é mais comum que as larvas caiam das folhas e a pupação ocorra no solo (PARRELLA, 1987).

A duração da fase de pupa, assim como nas outras fases, diminui com o aumento da temperatura (PARRELLA, 1987). Do período de desenvolvimento de ovo a adulto de *Liriomyza* é nessa fase que o inseto gasta mais tempo, sendo a duração variável de 8,2 a 9,3 dias, dependendo do hospedeiro (CHARLTON;

ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988b; PARRELLA, 1987; PARRELLA; BETHKE, 1984).

2.2.6 Danos e importância econômica

As moscas-minadoras causam danos nas plantas em decorrência do hábito minador das larvas no mesófilo foliar e através das puncturas de alimentação e oviposição realizadas pelas fêmeas (OATMAN; MICHELbacher, 1958).

Além disso, segundo Parrella (1987), as moscas-minadoras podem impactar as culturas agrícolas de diversas outras formas, entre estas pode-se citar: transmissão de doenças (COSTA; SILVA; DUFFUS, 1958); dano severo em mudas (CHANDLER; THOMAS, 1983; DHILLON; SHARMA, 2010); redução na produção das culturas (LEDIEU; HELYER, 1985; SHEPARD; SAMSUDIN; BRAUN, 1998; WOLFENBARGER; WOLFENBARGER, 1966); redução do valor estético de plantas olerícolas e ornamentais (FOSTER; SANCHEZ, 1988; RAUF; SHEPARD; JOHNSON, 2000); diminuição da capacidade fotossintética das plantas (JOHNSON et al., 1983; TRUMBLE; TING; BATES, 1985); redução do teor de açúcar de frutos (ARAUJO et al., 2007) e necessidade de medidas quarentenárias (CUTHBERTSON et al., 2009; HALLMAN; GUO; LIU, 2011; KOO et al., 2012).

O impacto econômico causado pelas moscas-minadoras nos Estados Unidos já vem sendo relatado desde o final da década de 40, essa praga tem causado prejuízos aos produtores de melão e crisântemo na Califórnia e de tomate e aipo na Flórida (MUSGRAVE et al., 1976; OATMAN; MICHELbacher, 1958; PARRELLA, 1987; SPENCER, 1973; WOLFENBARGER; WOLFENBARGER, 1966). Por todo o mundo não é diferente e no Reino Unido uma espécie de mosca-minadora chegou a causar perda de 10% na produção de tomate (LEDIEU; HELYER, 1985). No final da década de 90, foi relatado que *L. huidobrensis* acarretou perda de 70% na cultura do pepino na Indonésia (RAUF; SHEPARD; JOHNSON, 2000). No nordeste do Brasil, na safra de meloeiro de 2004-2005, ataques de mosca-minadora acarretaram perdas de 10 a 15% em função do baixo teor de sólidos solúveis totais dos frutos (ARAUJO et al., 2007).

2.3 Resistência de cucurbitáceas a insetos

2.3.1 Resistência a insetos mastigadores

Entre os insetos mastigadores que atacam as cucurbitáceas, pode-se considerar que as espécies do gênero *Diaphania* possuem grande importância (ALENCAR et al., 2002). Desse modo, alguns estudos têm sido realizados em busca de mecanismos de resistência a esses insetos (ELSEY, 1985; GUILLAUME; BOISSOT, 2001; WEHNER; ELSEY; KENNEDY, 1985). Em um desses estudos foi realizada uma avaliação de 1.160 linhagens de pepino (*Cucumis sativus*) no campo, para selecionar as 36 mais resistentes e as 36 mais suscetíveis a *Diaphania nitidalis*. A partir dos resultados obtidos foram realizados diversos testes para confirmar a presença de algum grau de antibiose nesse material. Apesar de observações anteriores em campo terem mostrado uma pequena variação genética para resistência à infestação em frutos, não foi comprovada a existência de antibiose a esse inseto nessa coleção de germoplasma (WEHNER; ELSEY; KENNEDY, 1985).

Ensaio de laboratório e de campo com duas cultivares de abóbora demonstraram que o principal tipo de resistência a *D. nitidalis* e a *D. hyalinata* foi a antixenose de oviposição, contudo a cultivar Calabaza também apresentou antibiose (ELSEY, 1985).

Em outra pesquisa, dessa vez buscando resistência de genótipos de meloeiro e duas cucurbitáceas selvagens a *D. hyalinata*, foram realizados ensaios de campo e de laboratório. Os resultados dos estudos, sob condições controladas, mostraram que existia certo grau de antibiose em alguns genótipos de meloeiro testados, porém esses genótipos nem sempre foram os mesmos que apresentaram resistência no campo. Por isso, os autores sugeriram que alguns genótipos tenham expressado antixenose no campo (GUILLAUME; BOISSOT, 2001).

Em um estudo realizado nas Antilhas Francesas, os pesquisadores avaliaram o ataque de diferentes insetos sob infestação natural ao acesso de meloeiro 90625. Nessa pesquisa foram realizados ensaios em laboratório com o objetivo de avaliar o possível efeito dessa planta sobre a biologia de *D. hyalinata*. Com os resultados observados os autores puderam concluir que esse acesso apresentou antixenose contra *D. hyalinata* (BOISSOT et al., 2000).

No início dos anos 70, começou nos Estados Unidos uma pesquisa buscando desenvolver linhagens de meloeiro resistentes aos besouros do gênero *Diabrotica*, outro inseto mastigador importante para as cucurbitáceas, tendo sido identificados dois genes que conferem resistência a três espécies desses besouros (NUGENT; CUTHBERT; HOFFMAN, 1984).

2.3.2 Resistência a insetos sugadores

Em estudos realizados com seis cultivares de abóbora (*Cucurbita* spp.) e cultivares de outras cucurbitáceas foi constatada a preferência para oviposição do percevejo *Anasa tristis* (De Geer) a duas cultivares de *Cucurbita pepo* (L.). Nessa pesquisa, não foram investigados os aspectos físicos e químicos relacionados com a antixenose observada (BONJOUR; FARGO; RENSNER, 1990).

Entre as cucurbitáceas, o meloeiro possui dois insetos sugadores como pragas principais, o pulgão *Aphis gossypii* (Glover) e a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (ALENCAR et al., 2002). Por tal importância, diversos estudos têm investigado a resistência de genótipos de meloeiro a esses insetos (BOISSOT et al., 2003; KISHABA; BOHN; TOBA, 1971; McCREIGHT; KISHABA; BOHN, 1984; SAUVION et al., 2005; SORIA; LÓPEZ-SESÉ; GÓMEZ-GUILLAMÓN, 1999).

Na busca por genótipos de meloeiro resistentes ao pulgão *A. gossypii*, pesquisadores americanos buscaram materiais na Índia que apresentavam elevado grau de antibiose para serem introduzidos no programa de melhoramento americano. Foi usada nessa pesquisa a linhagem de melão PI 371795, sendo que a seleção de sucessivas gerações e os cruzamentos realizados aumentaram a uniformidade e o potencial de antibiose do material. Os ensaios realizados mostraram que a antibiose foi conferida devido a um gene dominante principal, mas uma variação nessa resistência indicou que alguns genes secundários poderiam conferir certa suscetibilidade aos cruzamentos (KISHABA; BOHN; TOBA, 1976). Posteriormente, foram desenvolvidas três linhagens de meloeiro resistentes a esse pulgão originárias de cruzamentos que envolveram a linhagem PI 371795 (McCREIGHT; KISHABA; BOHN, 1984).

A resistência de meloeiro a *A. gossypii* é muito peculiar porque essa cultura é a única espécie de planta que possui resistência monogênica a esta praga. Com base nisso, Klingler et al. (2000) construíram um mapa genético do *locus* resistente

a *A. gossypii* também utilizando o melão PI 371795 para tentar entender melhor as propriedades químicas do mecanismo de resistência. O próximo passo para o avanço desse conhecimento é o isolamento e a caracterização desse gene.

Apesar das evidências de materiais resistentes a pulgões nos bancos de germoplasma de meloeiro, é importante se considerar a espécie de inseto nos programas de melhoramento (LARA, 1991), pois, foi observado que a linhagem LJ 90234 é resistente a um biótipo de pulgão que ocorre na Califórnia e suscetível a outro, além de ser suscetível ao tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (KISHABA; BOHN; TOBA, 1971).

A resistência de dois genótipos de meloeiro (96625 e TGR-1551) a *A. gossypii* foi observada através do uso da técnica denominada *Electrical Penetration Graph* (EPG). Nesses estudos foi comprovado que o pulgão não conseguiu alcançar o floema das plantas para se alimentar (BOISSOT et al., 2000; GARZO et al., 2002). Mais recentemente, um estudo mostrou que resistência presente no genótipo TGR-1551 é devido à alta densidade de tricomas glandulares (SARRIA et al., 2010).

Em um estudo recente usando marcadores microssatélites foram caracterizadas as interações entre seis clones de pulgão e 33 acessos de meloeiro, os resultados mostraram pequena variação na habilidade dos pulgões em colonizar os acessos. Segundo os autores, esses marcadores podem ser usados para inferir sobre a frequência de biótipos no campo e ajudar a elucidar a diversidade de alelos nos genes de resistência de meloeiro (THOMAS; DOGIMONT; BOISSOT, 2012).

Um outro grupo de insetos sugadores muito importante para a cultura do meloeiro são as moscas-brancas, pois além de causarem danos diretos pela sucção da seiva, também são importantes vetores de viroses (ALENCAR et al., 2002; VILLAS BÔAS; BUSO; VIEIRA, 2004). Nesse contexto, a variedade *Cucumis melo* var. *agrestis* possui um papel muito importante, pois essa planta apresenta antixenose e antibiose à mosca-branca *Trialeurodes vaporariorum* (West.), inseto que atua como vetor de um cloterovírus em cultivos protegidos. Dessa forma, o melhoramento de cultivares comerciais de meloeiro com esses mecanismos de resistência representaria uma ferramenta fundamental no controle dessa doença (SORIA; LÓPEZ-SESÉ; GÓMEZ-GUILLAMÓN, 1996). Ainda nessa linha de pesquisa, foram realizados estudos visando comparar a resistência de alguns genótipos de meloeiro à mosca-branca *B. tabaci*, importante vetor de viroses nos cultivos protegidos da região Sudeste da Espanha. Os autores observaram que o

acesso de meloeiro TGR-1551 que foi descrito como resistente ao vírus CYSDV também apresentou resistência ao inseto; além disso, a cultivar 87 de *Cucumis melo* var. *agrestis* que havia apresentado resistência a *T. vaporariorum* também se apresentou como resistente a *B. tabaci* (SORIA; LÓPEZ-SESÉ; GÓMEZ-GUILLAMÓN, 1999).

Segundo Simmons e McCreight (1996), durante o outono na Califórnia, as condições de campo não são favoráveis para a avaliação de resistência de meloeiro à mosca-branca. Por isso, eles propuseram uma técnica de seleção de genótipos para ser realizada em casa-de-vegetação e num curto espaço de tempo. Nesse estudo, foram avaliados 22 acessos de um banco de germoplasma e entre os que apresentaram moderada a boa resistência estava uma variedade local proveniente de um centro de pesquisa da Arábia Saudita. Não foram realizados, entretanto, ensaios para identificar os mecanismos de resistência envolvidos.

Em uma seleção de 80 genótipos realizada em condições de campo por Boissot et al. (2003), nas Antilhas Francesas, foi constatado que alguns genótipos de origem asiática apresentaram resistência ao biótipo B de *B. tabaci*. Esses genótipos apresentaram de 3,6 a 6 vezes menos adultos do que os mais suscetíveis e de 11 a 29 vezes menos ninfas. Em um período de três anos foram realizadas cinco seleções de campo em condições de infestação natural da praga. Todavia, os genótipos mais promissores ainda precisam ser mais bem estudados para possibilitar um maior entendimento dos níveis de resistência do meloeiro a este inseto.

Devido à importância do pulgão *A. gossypii* e da mosca-branca *B. tabaci* para a cultura do meloeiro, Sauvion et al. (2005) realizaram uma pesquisa na qual avaliaram a resistência de diferentes genótipos de meloeiro à mosca-branca, na qual, foram utilizados cinco genótipos que expressam o gene Vat que confere resistência ao pulgão. Entretanto, apenas dois desses genótipos também apresentaram resistência à mosca-branca e os outros três foram suscetíveis. Os autores propuseram uma estratégia de melhoramento para obtenção, em pouco tempo, de linhagens resistentes a essas duas pragas.

2.3.3 Resistência à mosca-minadora

Potenciais níveis de resistência à mosca-minadora *L. sativae*, em meloeiro, foram identificados em estudos realizados em diferentes anos e em locais distintos com mais de 50 acessos em casa-de-vegetação e em condições de campo. Linhagens resistentes foram selecionadas pela contagem do número de minas por folha. Fontes aparentemente distintas de resistência foram encontradas em dois acessos, um introduzido da África (PI 282448) e outro da Índia (PI 313970). Em um teste simples de híbridos F1, o acesso PI 282448 pareceu possuir sua resistência controlada por genes recessivos, enquanto que o acesso PI 313970 por genes dominantes. As linhagens introduzidas da Ásia foram em geral as mais suscetíveis e os autores discutem esse fato em função da não existência desse inseto nessa região até a época de realização da pesquisa, o que teria impedido a coevolução dessas linhagens de meloeiro com a mosca-minadora (KENNEDY et al., 1978).

Na busca por cultivares de meloeiro resistentes a *L. trifolii* foram investigadas 120 cultivares das mais variadas origens, em ensaios com plântulas no estágio de duas folhas. Como resultado dessa seleção foi possível encontrar uma cultivar de meloeiro do tipo Charentais (Nantais Oblong) que apresentou resistência. Para caracterizar melhor essa resistência foram desenvolvidos outros ensaios visando comparar esse material resistente com uma cultivar suscetível também do tipo Charentais, Védrantais (controle), e com uma cultivar do tipo Cantaloupe (B 66-5) ainda mais suscetível do que o controle; posteriormente, foram realizados ensaios com plantas adultas comparando novamente as três cultivares. Em todos os ensaios a cultivar Nantais Oblong confirmou a sua resistência, pois o número de minas por folha foi sempre inferior às outras duas cultivares, chegando a apresentar 4,3 minas/planta, enquanto a cultivar B 66-5 apresentou 26 minas/planta. Além disso, a cultivar resistente provocou total mortalidade larval do primeiro ínstar de *L. trifolii*. Essa antibiose revelada na cultivar Nantais Oblong é de grande importância para os programas de melhoramento de meloeiro, especialmente pelo fato de essa cultivar apresentar também alto potencial agrônomo (DOGIMONT et al., 1995).

Com o objetivo de conhecer o controle genético da resistência da cultivar Nantais Oblong, foram realizados estudos de resistência envolvendo cruzamentos dessa cultivar com a cv. Védrantais (suscetível). Vários ensaios de suscetibilidade envolvendo essas duas cultivares, os seus híbridos F1, suas progênes F2 e os

retrocruzamentos foram realizados, nos quais a alta mortalidade larval era o indicativo de resistência. Para os híbridos F1, os resultados indicaram uma resistência dominante, pois as plantas apresentaram o mesmo fenótipo de Nantais Oblong. Com relação às progênies F2, ocorreu segregação na razão de três plantas resistentes para uma suscetível, sugerindo um controle monogênico dominante da resistência. Além disso, a segregação observada nas progênies dos retrocruzamentos ocorreu na razão de uma planta resistente para uma suscetível, o que é esperado para dominância monogênica. Como esse foi o primeiro registro de gene resistente a *L. trifolii* em meloeiro, os autores sugeriram que este fosse designado pelo símbolo (Lt). Sendo assim, esse gene figura como uma importante ferramenta para os programas de melhoramento mundiais, pois foi encontrado em uma antiga cultivar francesa que é próxima das cultivares modernas, facilitando assim sua introdução em novos híbridos comerciais (DOGIMONT et al., 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas e em casa de vegetação do Departamento de Entomologia e Acarologia (LEA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), com a mosca-minadora *Liriomyza sativae* (Blanchard, 1938) (Diptera: Agromyzidae) em 45 genótipos de meloeiro.

3.1 Criação da mosca-minadora e manutenção das plantas hospedeiras

A população inicial de *L. sativae* foi obtida no estágio de pupa a partir da criação já existente no laboratório de Biologia de Insetos do LEA/ESALQ. A metodologia de criação foi adaptada de Costa-Lima, Geremias e Parra (2009). Os adultos foram mantidos em gaiolas retangulares de alumínio com 71 cm de largura x 55 cm de altura x 51 cm de comprimento, recobertas nas laterais por tela branca antiafídeos. A parte frontal da gaiola era de acrílico, onde foi instalada, em cada lado, uma “manga” confeccionada de tecido *voil*, em uma abertura circular de 13 cm de diâmetro para facilitar a colocação e retirada de plantas no seu interior e duas portas de 34,5 x 55 cm para facilitar o manuseio da gaiola (Figura1).

Figura 1 – Gaiola utilizada na criação da mosca-minadora

A criação foi mantida em plantas de feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., cultivar BRS Amapá, em vasos de polietileno com diâmetro menor de 6,5 cm, diâmetro maior de 9 cm e altura de 7 cm, em substrato com mistura de areia, terra e esterco (1:1:1). As plantas foram adubadas com uma solução de 0,5 g de adubo (MAP, K₂SO₄, uréia) dividida em cinco aplicações e diluída em 20 ml por planta a partir de 10 dias após a emergência. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, fornecido por capilaridade, através de fitas de papel filtro (0,3 cm de largura x 7 cm de altura) colocadas em frascos de vidro (2 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura), as quais ficavam em contato com um pequeno retângulo também de papel filtro (Figura 2). Para evitar que as moscas entrassem no frasco e morressem no mel, foi usado um pequeno círculo de plástico branco perfurado no centro (Figura 2). As plantas permaneciam por 24 horas nas gaiolas para obtenção de posturas. Após esse período de infestação, as plantas eram levadas para a casa de vegetação, onde ocorria o desenvolvimento dos estágios de ovo e larva.

Figura 2 — Alimentador para adultos da mosca-minadora. A - Círculo de plástico perfurado no centro e retângulo de papel de filtro; B - Frasco de vidro com solução de mel, fita de papel de filtro, círculo de plástico e retângulo de papel de filtro

Quando as larvas se encontravam em estádios mais adiantados, as folhas eram cortadas e penduradas em arames em recipientes plásticos com 23 cm de largura, 31 cm de comprimento e 10,5 cm de altura. A tampa desses recipientes tinha orifícios circulares (2,5 cm de diâmetro) telados com tecido para facilitar a circulação de ar no interior do mesmo (Figura 3). Os recipientes contendo as folhas foram acondicionados em uma câmara climatizada do tipo BOD a 25°C e umidade relativa de 90%, sendo essa medida necessária já que ocorre baixa sobrevivência pupal em umidade relativa abaixo de 70% (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2009). Após três dias, tempo suficiente para que todas as larvas saíssem das folhas, as folhas secas eram retiradas dos recipientes e as pupas coletadas em placas de

Petri de plástico (6 cm de diâmetro) (Figura 3). Ao emergirem os primeiros adultos, as placas eram colocadas nas gaiolas para liberação dos adultos contribuindo assim para a renovação dos indivíduos da criação. A sala com as gaiolas foi mantida à temperatura de $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$, UR de $64 \pm 1,02\%$ e fotofase de 14 horas.

Figura 3 – Sistema de coleta de pupas. A - Câmara climatizada do tipo BOD com os recipientes plásticos; B - Recipiente mostrando o detalhe das folhas penduradas por fios de arame; C - Placa de Petri de plástico com as pupas coletadas

3.2 Genótipos de meloeiro avaliados

Foram avaliados 45 genótipos de meloeiro, sendo 40 acessos de meloeiro oriundos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido (Petrolina-PE) e cinco genótipos de empresas privadas (Tabela 1). Entre os genótipos de empresas privadas, três ('Guaporé RZ', 'Caribbean Gold RZ' e 'Mc Laren DRG 2516') foram cedidos pela empresa TopPlant Comércio de Mudas Ltda. e um (96N 10295) foi cedido pela empresa Rijk Zwaan Export B.V. com o objetivo de avaliar a resistência à mosca-minadora, enquanto o outro genótipo, 'Vereda', é uma cultivar comercial, incluída no trabalho como testemunha suscetível, já que é amplamente cultivada e altamente danificada pela referida praga nas regiões produtoras de meloeiro. As sementes dos genótipos avaliados foram cultivadas em vasos de polietileno com diâmetro menor de 8 cm, diâmetro maior de 10 cm e altura de 7,5 cm, em substrato com mistura de areia, terra, esterco e vermiculita expandida

(1:2:1:1). As sementes foram plantadas diretamente em bandejas de isopor de 128 células usando fibra de coco como substrato. Em seguida, foram transferidas para os vasos descritos anteriormente. As plântulas receberam uma adubação de cobertura com 1,5 g por planta de uma mistura de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio na proporção de 2:2:1 aos sete e 15 dias após o transplante e foram irrigadas diariamente até apresentarem seis a 12 folhas não cotiledonares, dependendo do ensaio.

Tabela 1 – Genótipos de meloeiro e seus respectivos grupos botânicos avaliados para a resistência à mosca-minadora

Nº	Acesso	Grupo botânico	Nº	Acesso	Grupo botânico	Nº	Acesso/Genótipo	Grupo botânico
1	A1	<i>Cantalupensis</i>	16	A17	<i>Conomon</i>	31	A35	ND
2	A2	<i>Cantalupensis</i>	17	A18	<i>Cantalupensis</i>	32	A36	<i>Cantalupensis</i>
3	A3	<i>Cantalupensis</i>	18	A19	ND	33	A37	ND
4	A4	<i>Cantalupensis</i>	19	A22	<i>Momordica</i>	34	A38	<i>Cantalupensis</i>
5	A5	ND	20	A23	<i>Conomon</i>	35	A39	<i>Momordica</i>
6	A6	<i>Cantalupensis</i>	21	A24	<i>Cantalupensis</i>	36	A41	<i>Momordica</i>
7	A7	<i>Cantalupensis</i>	22	A25	<i>Momordica</i>	37	A42	<i>Cantalupensis</i>
8	A8	ND	23	A26	<i>Cantalupensis</i>	38	A43	<i>Momordica</i>
9	A9	<i>Conomon</i>	24	A27	<i>Cantalupensis</i>	39	A44	<i>Cantalupensis</i>
10	A11	<i>Conomon</i>	25	A28	ND	40	A45	<i>Momordica</i>
11	A12	ND	26	A29	ND	41	'Vereda' ¹	<i>Inodorus</i>
12	A13	<i>Cantalupensis</i>	27	A30	<i>Cantalupensis</i>	42	'Guaporé' ²	<i>Cantalupensis</i>
13	A14	<i>Cantalupensis</i>	28	A32	<i>Momordica</i>	43	'Caribbean Gold' ³	<i>Cantalupensis</i>
14	A15	<i>Momordica</i>	29	A33	<i>Cantalupensis</i>	44	'Mc Laren' ⁴	<i>Cantalupensis</i>
15	A16	<i>Conomon</i>	30	A34	<i>Momordica</i>	45	96N 10295 ⁵	ND

ND: não definido;

¹ 'Vereda' – Melão tipo Amarelo da empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda.;

² 'Guaporé RZ' – Melão tipo Galia da empresa Rijk Zwaan;

³ 'Caribbean Gold RZ' - Melão tipo Cantaloupe italiano da empresa Rijk Zwaan;

⁴ 'Mc Laren DRG 2516' - Melão tipo Galia da empresa Seminis (De Ruiter Seeds);

⁵ 96N 10295 – Genótipo em teste da empresa Rijk Zwaan.

3.3 Avaliação do tempo de exposição e do número de casais da mosca-minadora por planta adequados para estudos de resistência

Em razão da necessidade de padronizar as condições para a realização dos ensaios subsequentes, foi executado um ensaio preliminar a fim de definir o tempo e o número ideal de casais por planta. Os tratamentos foram formados por diferentes números de casais por planta nas proporções de 2:1, 3:1 e 4:1 por cinco períodos (8, 12, 24, 48 e 72 horas).

Este bioensaio foi realizado com gaiolas de alumínio descritas no item 3.1. Elas foram divididas ao meio com uma lona plástica branca fixada nas paredes internas da gaiola com velcro, impedindo a passagem dos insetos de um lado para o outro e possibilitando a realização de dois testes simultaneamente (Figura 4).

Figura 4 – Gaiola dividida ao meio para a realização de dois testes simultaneamente. A - Detalhe da lona plástica branca

Foram utilizadas para este bioensaio plantas de melão do tipo Amarelo, *Cucumis melo* var. *inodorus* (Naud.), híbrido 'Vereda'®, utilizadas nos outros experimentos como padrão suscetível (testemunha). As plantas foram utilizadas quando apresentavam seis a sete folhas além das cotiledonares, as quais foram retiradas das plantas com o auxílio de uma tesoura de poda a fim de padronizar as avaliações. Pupas provenientes da criação foram acondicionadas em pequenas gaiolas cilíndricas (16 cm de altura x 10 cm de diâmetro) confeccionadas a partir de garrafas plásticas de politereftalato de etileno (PET) antes da emergência dos adultos. Os insetos foram alimentados com solução de mel a 10% e permaneceram

nessas gaiolas por aproximadamente 36 horas, tempo suficiente para acasalamento e superior à duração média do período de pré-oviposição das fêmeas criadas em feijoeiro (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2010) (Figura 5). Em seguida, os diferentes números de casais usados nos tratamentos foram individualizados em tubos de vidro (8,5 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro). A separação dos sexos foi feita pela observação do final do abdome das moscas, em microscópio estereoscópico, caracterizando-se a fêmea pela presença do ovipositor no último segmento abdominal. Na manhã do segundo dia, antes de completarem 48 horas de vida, entre sete e oito horas da manhã, os casais foram liberados nas gaiolas, em diferentes proporções, de acordo com os tratamentos descritos anteriormente. Os insetos foram alimentados com solução de mel a 10% durante a infestação em todos os tratamentos.

Figura 5 – Gaiolas cilíndricas com adultos recém-emergidos alimentados com solução de mel a 10%

Os ensaios foram conduzidos à temperatura de $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$, UR de $64 \pm 1,02\%$ e fotofase de 14 horas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 12 repetições. Cada repetição era composta por 15 gaiolas, cada uma contendo uma planta, representando os 15 tratamentos oriundos do fatorial de três números de casais e cinco tempos de infestação. Quatro dias após a infestação, foi realizada a contagem do número de minas em cada folha com o auxílio de uma lente de aumento (10X).

3.4 Triagem para identificação dos genótipos resistentes à mosca-minadora

Para a realização deste teste, os vasos contendo as plantas (45 genótipos descritos no item 3.2) foram distribuídos em gaiolas circulares construídas com armações metálicas (45 cm de altura x 60 cm de diâmetro) e uma cobertura de tecido *voil* (Figura 6). As plantas foram utilizadas quando apresentavam seis a sete folhas além das cotiledonares, as quais foram retiradas das plantas com o auxílio de uma tesoura de poda a fim de padronizar as avaliações. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório à temperatura de $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$, UR de $64 \pm 1,02\%$ e fotofase de 14 horas.

Figura 6 – Gaiolas circulares utilizadas na triagem para identificação dos genótipos resistentes à mosca-minadora

O delineamento do ensaio foi em blocos casualizados com 10 repetições. Cada repetição era composta por cinco gaiolas. Em cada gaiola foram colocados nove genótipos testes mais a testemunha suscetível (padrão) com exceção da quinta gaiola que continha oito genótipos testes mais a testemunha suscetível, totalizando 44 genótipos testados. Estes foram colocados nas gaiolas de forma aleatória e equidistantes entre si. No interior de cada gaiola, os adultos foram liberados numa proporção de quatro casais por planta por um período de 24 horas

como determinado no ensaio anterior (item 3.3). Dessa forma, em cada gaiola foram liberados 40 casais, com exceção da quinta gaiola na qual foram liberados 36 casais. Em seguida, os insetos foram retirados e as plantas foram deixadas por cinco dias para desenvolvimento das fases de ovo e larva. Após esse período, foi feita a contagem do número de minas em cada genótipo com o auxílio de uma lente de aumento (10X).

Com base nesses dados, foi aplicado um Índice de Resistência (IR) adaptado de Smith e Brim (1979) para todos os genótipos testados, levando-se em conta, o número de minas aos cinco dias após a infestação. O IR foi calculado pela fórmula: $IR = \left(\frac{A-B}{A+B} \right) \times 100$, onde: A = número de minas no genótipo padrão; B = número de minas no genótipo teste.

Desse modo, o índice, que varia de -100 (alta suscetibilidade) a +100 (alta resistência), permite a comparação entre todos os genótipos testados, mesmo que avaliados em bioensaios distintos. Com base no IR e no desvio padrão obtidos, determinou-se o Intervalo de Classificação (I.Class.) para as médias dos tratamentos, pela fórmula: $I.Class. = 0 \pm t (n - 1; \alpha = 0,05) \times \frac{DP}{\sqrt{n}}$, onde: t = valor de “t” tabelado; DP = desvio padrão e n = número de repetições. Com base nessa fórmula, os genótipos foram considerados neutros quando os valores de IR estiveram dentro do intervalo de classificação, resistentes quando estiveram acima desse intervalo e suscetíveis quando estiveram abaixo deste. A partir dessa avaliação foi possível selecionar os oito genótipos mais promissores (resistentes) para serem avaliados de forma mais detalhada em ensaios posteriores.

3.5 Preferência para oviposição da mosca-minadora pelos genótipos selecionados

Visando avaliar a preferência para oviposição de *L. sativae* pelos genótipos selecionados no item 3.4, foram conduzidos testes de livre escolha e de confinamento, à temperatura de $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$, UR de $64 \pm 1,02\%$ e fotofase de 14 horas. As plantas foram utilizadas quando apresentavam seis a sete folhas além das cotiledonares, as quais foram retiradas das plantas com o auxílio de uma tesoura de poda a fim de padronizar as avaliações.

Nestes experimentos, os procedimentos para separação de insetos adultos e distinção dos sexos foram realizados de acordo com a descrição feita no item 3.3.

3.5.1 Teste de livre escolha

Para a realização deste teste, os vasos contendo as plantas dos genótipos selecionados (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé') foram dispostos nas gaiolas circulares (item 3.4) de forma aleatória e equidistantes entre si. No interior de cada gaiola os adultos foram liberados na proporção de quatro casais por planta por um período de 24 horas. Foram constituídos cinco blocos casualizados com duas repetições por bloco totalizando 10 repetições, sendo cada repetição composta por oito plantas dos genótipos testes (uma planta de cada genótipo) mais duas plantas do genótipo padrão de suscetibilidade ('Vereda'), divididos em duas gaiolas, de modo que os insetos tinham cinco opções de escolha dentro de cada gaiola (Gaiola 1= 'Vereda' 1 + A5, A22, A42, 'Mc Laren'; Gaiola 2= 'Vereda' 2 + A15, A29, A44, 'Guaporé') (Figura 7).

Figura 7 – Gaiolas circulares feitas com armações de ferro e revestidas por tecido, contendo as plantas de meloeiro para do teste de livre escolha

Após o período de infestação, as folhas foram destacadas das plantas e foi realizada a contagem do número de ovos com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Leica Wild M10, aumento 12,5 - 25 x).

3.5.2 Teste de confinamento

Para o teste de confinamento, foram utilizadas gaiolas iguais às citadas no item 3.1, divididas por uma lona plástica branca como descrito no item 3.3. Em cada parte da gaiola foram colocadas duas plantas de um dos genótipos e liberados quatro casais de *L. sativae* por planta por 48 horas.

Após o período de infestação, as plantas foram avaliadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico, contando-se o número de ovos por planta de acordo com o método citado no item anterior (3.5.1). O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com 11 repetições. Cada repetição foi composta por duas plantas de cada genótipo.

3.6 Efeitos dos diferentes genótipos de meloeiro sobre a biologia da mosca-minadora

3.6.1 Influência dos genótipos no desenvolvimento da mosca-minadora

Neste experimento objetivou-se avaliar o efeito dos genótipos selecionados (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé') sobre o desenvolvimento (ovo à emergência do adulto) de *L. sativae*. As plantas foram utilizadas quando apresentavam seis a sete folhas além das cotiledonares.

Para obtenção das posturas, as plantas dos genótipos selecionados foram infestadas na gaiola de criação (item 3.1). Como os resultados dos ensaios de preferência (item 3.5) demonstraram que a testemunha suscetível é mais ovipositada que os outros genótipos estudados, foi necessário diferenciar o tempo de infestação dos genótipos e da testemunha. Assim, as plantas dos genótipos testes foram infestadas por 24 horas enquanto as da testemunha foram infestadas por apenas seis horas. Após a infestação, as plantas foram mantidas no laboratório em condições controladas, à temperatura de $24,9 \pm 0,01^\circ\text{C}$, UR de $78,3 \pm 0,14\%$ e fotofase de 14 horas. Como a umidade tem grande influência na sobrevivência das fases imaturas desse inseto (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2009), foi utilizado um aparelho umidificador (Waterclear - Soniclear) para elevar a umidade relativa da sala utilizada.

As plantas infestadas dos genótipos foram acondicionadas em bandejas plásticas (25 cm de largura x 40 cm de comprimento) forradas com papel sulfite. Para que as pupas não caíssem no substrato dos vasos, as plantas foram inclinadas sobre as bandejas de modo que só os ramos e as folhas ficassem dentro da bandeja. Como o inseto possui postura endofítica, o número de ovos em cada genótipo não pôde ser controlado e, dessa forma, foi usado como base o número de larvas de primeiro ínstar. Assim, o número inicial de repetições de cada genótipo foi correspondente ao número de larvas estudadas, o qual variou entre 67 e 195. Para não ocorrer competição intraespecífica, o que poderia interferir na sobrevivência larval (PARRELLA, 1983), as plantas que apresentavam mais de 10 larvas por folha foram descartadas.

As plantas foram observadas duas vezes por dia para determinar o momento aproximado da emergência e mortalidade das larvas, da formação e mortalidade das pupas e da emergência dos adultos. O experimento foi executado em delineamento inteiramente casualizado, considerando os genótipos como tratamentos, distribuídos em um número variável de plantas.

Nesta etapa foram avaliados os seguintes parâmetros: duração do período embrionário, mortalidade e duração das fases larval e pupal, peso das pupas 24 horas após a formação e tamanho das pupas. Para a obtenção do peso médio das pupas, foi utilizada balança analítica com precisão de 0,1 mg, sendo os insetos agrupados em lotes de 10 unidades. O tamanho das pupas foi medido através de um dispositivo digital de medição de cápsula cefálica (marca Wild modelo MMS 235, acoplado ao microscópio).

3.6.2 Influência dos genótipos nos parâmetros biológicos dos adultos da mosca-minadora

Para determinar o efeito dos genótipos sobre a longevidade dos adultos, pupas oriundas de cada genótipo foram individualizadas em tubos de plástico de 10 mm de altura x 0,75 mm de diâmetro, cobertos com filme plástico (PVC®). Por ocasião da emergência dos adultos foi feita a sexagem com auxílio de microscópio estereoscópico e, a partir de então, foram feitas observações diárias até a morte de cada inseto, para cálculo da longevidade. Os insetos foram alimentados com uma

gota de mel colocada na parede do tubo, a qual foi produzida com o auxílio de um estilete confeccionado com alfinete entomológico nº zero e bambu.

Para avaliar o número de ovos de indivíduos oriundos de cada genótipo, foram formados casais. Esses indivíduos recém-emergidos foram isolados em placas de Petri de 14,5 cm de diâmetro x 2 cm de altura, cobertas com filme plástico (PVC®) perfurados com estilete para permitir ventilação. Em cada placa foi mantida uma folha de feijão-caupi com um rolo de algodão dental embebido em água em seu pecíolo, assim como um outro rolo dental embebido em mel a 10% como alimento (Figura 8).

Figura 8 – Placa de Petri com folha de feijão-caupi usada nos estudos de fecundidade

Diariamente, foram trocadas as folhas e o rolo dental contendo o mel a 10% e avaliada a mortalidade de machos e fêmeas. A cada 24 horas, foi realizada a contagem dos ovos com o auxílio de um microscópico estereoscópico (Leica Wild M10, aumento 12,5 - 25 x) com luz por transmissão. Em caso de morte do macho, a fêmea permanecia sozinha até sua morte.

Para facilitar as conclusões referentes ao efeito dos genótipos sobre o desenvolvimento do inseto foi calculado o Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) proposto por Vendramim e Parra (1986), em que $PRC = (rs \times A)^n$, onde:

rs = razão sexual = n° de ♀ / (n° de ♀ + n° de ♂).

A = número de adultos aptos à reprodução. Determinado pelo número de ovos por fêmea, o qual foi corrigido considerando-se as viabilidades de cada fase do desenvolvimento do inseto. Como não se avaliou a viabilidade da fase de ovo foi utilizado para os cálculos o valor de 80%, já que a mortalidade de ovos de *Liriomyza* spp. é normalmente estimada em 20% (PARRELLA, 1987).

n = número de gerações que o inseto apresenta durante o período para o qual está sendo determinado o PRC. Calculado pelo quociente entre o número de dias desse período e a duração, em dias, do ciclo ovo a ovo do inseto, sendo essa

duração obtida pelo somatório dos valores de duração das fases de desenvolvimento e do período de pré-oviposição do inseto.

De acordo com o PRC obtido, foi possível definir os genótipos que causam maior impacto sobre o crescimento populacional dessa praga e, dessa forma, identificar os genótipos com maior grau de resistência.

3.7 Avaliação da tolerância dos genótipos de meloeiro à mosca-minadora

Neste ensaio foram utilizados os genótipos de meloeiro selecionados no item 3.4 (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Guaporé' e 'Vereda'), tendo sido avaliados os seguintes parâmetros: conteúdo de clorofila nas folhas, comprimento e largura das folhas, comprimento dos ramos e peso da matéria fresca e seca das folhas e dos ramos.

Assim, as plantas dos genótipos foram infestadas na gaiola de criação por um número não determinado de insetos, por 24 horas, enquanto que as da testemunha foram infestadas por seis horas como descrito anteriormente (item 3.6.1). As plantas foram utilizadas quando apresentavam 11 a 12 folhas além das cotiledonares. Após a infestação, as plantas foram mantidas no laboratório em condições controladas, à temperatura de $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$, UR de $64 \pm 1,02\%$ e fotofase de 14 horas. No 5º dia após infestação, foi avaliado, com o auxílio de uma lente de aumento (10X), o número de larvas nas folhas de cada genótipo. Em seguida, foi realizada a avaliação dos parâmetros descritos anteriormente. Sabendo que cada genótipo apresenta diferentes taxas de crescimento, para fins de comparação foram utilizadas como padrão, plantas sem infestação dos respectivos genótipos. Para cada tratamento foram utilizadas seis plantas, cada uma configurando uma repetição.

3.7.1 Avaliação da quantidade de clorofila nas folhas

Para medir a quantidade de clorofila nas folhas dos genótipos foi usado o medidor portátil de clorofila SPAD – 502 (Konica Minolta Sensing) (Figura 9). No 5º dia após a infestação, foram realizadas medições em três folhas de cada planta, das quais uma folha da base (F4), uma folha do meio (F6) e uma folha da região apical (F8). A posição das folhas foi considerada da base para o ápice a partir da primeira

não cotiledonar. Após a avaliação, as folhas foram mantidas nas plantas para a realização das demais medições.

Figura 9 – A - Medidor portátil de clorofila SPAD – 502 (Konica Minolta Sensing). B – Vista lateral indicando a abertura na qual a planta é inserida

3.7.2 Avaliação do comprimento e largura das folhas

Para avaliar o comprimento e a largura, as folhas dos genótipos foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O comprimento foi medido a partir da base do pecíolo em linha reta até a outra extremidade. A largura foi medida a partir do ponto mais extremo de uma lateral até a outra em linha reta.

A avaliação desses dois parâmetros, bem como dos descritos nos itens 3.7.3 a 3.7.5 foi feita no 5º dia após infestação das plantas.

3.7.3 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca das folhas

Para esta avaliação, as folhas foram individualizadas em envelopes de papel devidamente etiquetados e utilizou-se uma balança analítica com precisão de 0,1 mg. A pesagem foi feita imediatamente após o corte das folhas para obtenção do peso da matéria fresca de cada tratamento. Em seguida, as folhas foram colocadas em estufa a 40°C por 48 horas e, após esse período, cada folha foi novamente pesada obtendo-se assim o peso da matéria seca.

3.7.4 Avaliação do comprimento do ramo principal

Para esta avaliação, o ramo principal de cada genótipo foi medido com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O comprimento foi medido no 6º dia após infestação das plantas, a partir da base do ramo, rente ao substrato, em linha reta até o ápice.

3.7.5 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca do ramo principal

Da mesma forma que no item 3.7.3, os ramos foram individualizados em envelopes de papel devidamente etiquetados e utilizou-se uma balança analítica com precisão de 0,1 mg. A pesagem foi feita imediatamente após o corte dos ramos para obtenção do peso da matéria fresca de cada tratamento. Em seguida, estes foram colocados em estufa a 40°C por 48 horas e, após este período, cada ramo foi novamente pesado obtendo-se assim o peso da matéria seca.

3.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram primeiramente analisados através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk (1965) e, em seguida, testou-se a homogeneidade das variâncias por meio do teste de Hartley (1950). Quando necessário, foram adotadas transformações pertinentes orientadas pela transformação ótima de Box-Cox (1964). Os dados foram então submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de duração das fases de desenvolvimento, longevidades dos adultos, períodos de pré-oviposição e de oviposição foram analisados através do teste de log-rank, no qual os diferentes tratamentos foram pareados dois a dois. Nesses casos, o nível de significância de 5% foi mantido através da correção de Bonferroni. Para a comparação entre as médias dos parâmetros de tolerância das plantas infestadas e não infestadas foi utilizado o teste t. No caso dos dados referentes à avaliação do número de ovos/fêmea/dia foi usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (1952). Assim como nos outros testes, para os dois últimos também foi utilizado o nível de significância de 5%.

Para a análise dos dados através do teste de Tukey foi utilizado o programa computacional SAS/STAT (2003), para as outras análises utilizou-se o programa computacional R (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do tempo de exposição e do número de casais da mosca-minadora por planta adequados para estudos de resistência

Apesar de a mosca-minadora ser uma praga importante da cultura do meloeiro já há alguns anos, não existem estudos no Brasil que demonstrem a densidade de insetos e o tempo necessários para proporcionar uma infestação adequada para ensaios de preferência de oviposição.

A partir dos dados obtidos no ensaio, realizou-se o teste F que demonstrou que existe diferença entre os tratamentos tanto para a variável tempo de exposição como para o número de casais por planta ($F= 13,37$; $p< 0,0001$ e $F= 18,97$; $p< 0,0001$, respectivamente). A análise demonstrou, por outro lado, que a interação entre os fatores número de casais por planta e tempo de exposição não foi significativa ($F= 1,18$; $p= 0,32$).

Em se tratando do tempo de exposição, constatou-se que o número médio de minas (considerando-se as três densidades de casais) foi menor (5,97 minas/planta) após oito horas de exposição da planta aos insetos em comparação com os tratamentos em que as plantas ficaram expostas por 24 horas (12,95 minas), 48 horas (18,61 minas) e 72 horas (25,66 minas) (Tabela 1). Já após 12 horas de exposição, o número médio de minas/planta (7,00 minas) só foi menor do que os valores encontrados nos dois maiores tempos de exposição (48 e 72 horas). Finalmente, observando-se o tratamento de 72 horas de exposição é possível constatar que esse tratamento provocou uma infestação maior do que todos os outros tratamentos com exceção daquele com 48 horas de exposição (Tabela 2).

Já na comparação entre as densidades de adultos por planta, os valores médios de número de minas por planta (considerando-se os três tempos de exposição) também diferiram entre si, constatando-se o menor valor (7,30 minas/planta) na menor densidade (dois casais/planta) em comparação com as duas maiores densidades em que os valores foram de 15,40 minas/planta (densidade de três casais/planta) e 19,42 minas/planta (densidade de quatro casais/planta) (Tabela 2).

Desse modo, baseando-se nos resultados obtidos, pode-se observar que a combinação entre as densidades de três ou quatro casais por planta e o tempo de

exposição de 72 horas é a que proporciona a maior infestação dentre os tratamentos estudados. Entretanto, é importante notar que o número médio de minas no tempo de exposição de 48 horas não difere estatisticamente do tempo de infestação de 72 horas. Dessa forma, o tempo de exposição de 48 horas pode ser uma opção para reduzir o tempo necessário para realização dos experimentos. Ainda nessa linha, deve-se notar que o tempo de exposição de 24 horas não difere estatisticamente do tempo de 48 horas. Contudo, para garantir uma infestação adequada em menos tempo é necessário aumentar o número de insetos por planta. Assim, a escolha de quatro casais por planta juntamente com os tempos de exposição de 24 horas (21,17 minas) e 48 horas (30,42 minas) deve proporcionar uma infestação mais adequada do que a densidade de três casais por planta nos mesmos tempos de exposição (10,00 e 19,75 minas, respectivamente). Dessa forma, para realização dos experimentos seguintes foi utilizada a densidade de quatro casais/planta e o tempo de exposição de 24 e 48 horas dependendo do ensaio.

Dogimont et al. (1995, 1999), estudando a resistência de meloeiro a *Liriomyza trifolii*, usaram 2,5 fêmeas/planta (25 fêmeas em 10 plantas) e um período de infestação de 24 horas em plantas com apenas duas folhas. Segundo Eason e Kennedy (1979), *screening* com plantas de pepino em estágio cotiledonar não deve ser usado para prever resposta da mosca-minadora a plantas mais velhas por conta das mudanças nos níveis de resistência durante a maturação das mesmas.

O fato de os resultados desta pesquisa indicarem uma densidade maior de insetos (quatro casais/planta) do que os estudos citados anteriormente pode ser explicado pela diferença no porte das plantas, já que no presente experimento foram usadas plantas com seis folhas além das cotiledonares, requerendo assim maior quantidade de fêmeas para garantir uma oviposição adequada. Vale salientar também que a escolha de plantas em fase intermediária do estágio fenológico vegetativo (seis folhas) foi fundamentada no conhecimento do manejo da mosca-minadora no meloeiro nas principais áreas de produção brasileiras. Nessa situação, uma medida de controle muito utilizada é o uso de barreiras físicas que consiste na utilização de uma manta de tecido sintético para a cobertura das plantas. Essa medida começa no momento em que as mudas são transplantadas e a manta só é retirada no início do florescimento para não impedir a polinização das flores do meloeiro pelas abelhas (GUIMARÃES et al., 2005). Dessa forma, as plantas de meloeiro no campo só estarão expostas à infestação desse inseto quando

possuírem de 25 a 28 dias após o transplântio, condição fenológica próxima ao estágio de seis folhas utilizado nesta pesquisa.

Um dos objetivos deste experimento foi descobrir o número mínimo de casais necessário para garantir uma infestação satisfatória da mosca-minadora em plantas de meloeiro. Vale salientar que usar menos insetos é mais importante do que realizar a infestação em menos tempo, uma vez que manter uma criação de mosca-minadora que produza uma grande quantidade de insetos emergidos por dia é muito trabalhoso. Dessa forma, pode-se comparar, por exemplo, uma das infestações estudadas por Bordat et al. (1987) que foi de 10 fêmeas por planta e a infestação utilizada na presente pesquisa que foi de quatro casais por planta. Se for considerado apenas o número de fêmeas necessárias para realizar o experimento seguinte, que consta de 45 tratamentos (genótipos) e 10 repetições, a diferença no número de insetos necessários seria de 2.700 fêmeas a mais para o referido trabalho (4.500 contra 1.800).

Com base no que foi exposto, justifica-se o uso de apenas três tratamentos referentes ao número de casais/planta (dois, três e quatro) enquanto que com relação ao tempo de infestação foram usados cinco tratamentos. Assim, o ensaio foi montado visando à melhor combinação do menor número de insetos com os diferentes tempos de exposição. Embora em princípio se pudesse esperar um aumento no número de minas quanto maior fosse o número de casais e o tempo de exposição isso não aconteceu em algumas combinações de diferentes tempos de exposição nas duas maiores densidades. É o que se pode observar nos tempos de exposição de 12 e 72 horas, quando a densidade de três casais proporcionou 10,50 e 31,58 minas enquanto que a de quatro casais proporcionou 7,33 e 27,08 minas/planta, respectivamente. Duas hipóteses podem ser usadas para explicar essa situação. A primeira é que a diferença entre as densidades estudadas não foi suficiente para diferenciar a infestação nesses dois tempos de exposição. Assim, provavelmente se tivessem sido usadas densidades de cinco ou seis casais/planta poderia ter ocorrido uma infestação significativamente maior do que a constatada com três casais/planta. Outra hipótese é que um maior número de casais teria provocado um aumento no número de cópulas, já que se trata de uma espécie que pode ter múltiplas cópulas e parceiros (KASPI; PARRELA, 2008), diminuindo assim o tempo que a fêmea estaria explorando o hospedeiro para ovipositar.

É importante destacar que mesmo o tempo de exposição de 24 horas (21,17 minas/planta) não tendo proporcionado uma infestação significativamente maior do que o tempo de exposição de 12 horas (7,33 minas/planta) na densidade de quatro casais por planta, o valor médio do referido tratamento é aproximadamente três vezes maior. Com isso, foi considerado desnecessário utilizar 48 horas para infestar as plantas estudadas, já que a metade do tempo (24 horas) é suficiente para proporcionar uma infestação satisfatória. Esse ganho de tempo é fundamental para os estudos iniciais de resistência onde se precisa avaliar uma grande quantidade de genótipos e por isso o ensaio é realizado em vários blocos casualizados repetidos no tempo. Dessa forma, quanto menor o tempo de infestação mais rápido se conclui a seleção dos genótipos mais promissores e pode-se dar continuidade na pesquisa realizando-se os estudos de caracterização dos tipos de resistência.

Segundo Parrella, Robb e Bethke (1983), sérios erros podem ser cometidos se ocorrer uma generalização com relação à espécie de *Liriomyza* e o hospedeiro em que ela se desenvolve. Diante desse fato, este estudo é de fundamental relevância para padronizar os demais ensaios a serem realizados, sem usar como referencial o número de insetos e o tempo de infestação usados para outras espécies em outros hospedeiros.

Tabela 2 — Médias ($\pm$ erro padrão) de minas por planta em função dos diferentes números de casais de *Liriomyza sativae* e dos tempos de exposição das plantas aos insetos. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Nº casais / planta	Tempo (horas)					Média
	8	12	24	48	72	
2	1,67 $\pm$ 0,73	3,17 $\pm$ 2,13	7,67 $\pm$ 2,85	5,67 $\pm$ 3,08	18,33 $\pm$ 5,26	7,30 a
3	5,17 $\pm$ 1,96	10,50 $\pm$ 3,59	10,00 $\pm$ 3,01	19,75 $\pm$ 5,39	31,58 $\pm$ 5,88	15,40 b
4	11,08 $\pm$ 3,93	7,33 $\pm$ 2,83	21,17 $\pm$ 2,69	30,42 $\pm$ 4,79	27,08 $\pm$ 4,80	19,42 b
Média	5,97 A	7,00 AB	12,95 BC	18,61 CD	25,66 D	-----

Médias seguidas pela mesma letra na linha e na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey). Dados originais foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$ para análise estatística.

4.2 Triagem para identificação dos genótipos resistentes à mosca-minadora

A resistência de plantas é relativa, ou seja, só ocorre quando há a comparação de duas ou mais plantas danificadas por um determinado inseto (LARA, 1991). Por isso, na presente pesquisa, para identificação dos genótipos resistentes à

mosca-minadora, os materiais avaliados foram comparados a um genótipo padrão de suscetibilidade ('Vereda').

O recurso estatístico usado para separar os genótipos de acordo com o número de minas por planta foi o Índice de Resistência (IR) associado ao Intervalo de Classificação (I.Class.) como descrito no item 3.4. Assim, os genótipos foram considerados neutros quando os valores de IR estavam dentro do intervalo de classificação e resistentes quando estavam acima desse intervalo. A partir desta avaliação foi possível selecionar os genótipos mais promissores (resistentes) como se pode observar na Tabela 3. A Figura 10 apresenta os valores médios e respectivos erros padrões dos IRs de todos os genótipos, destacando os resistentes.

Em todos os genótipos estudados ocorreu oviposição, embora certamente tenha ocorrido grande variação entre os mesmos, conforme se pode inferir da observação do número de minas e, conseqüentemente, dos valores de IR obtidos (Tabela 3 e Figura 10).

Com base nos resultados referentes ao número de minas nos 44 materiais testados, os genótipos A2, A5, A8, A15, A18, A22, A28, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé', que tiveram IRs acima do intervalo de classificação, com valores variando de 36,2 a 96,7 (Tabela 3), podem ser considerados resistentes e possivelmente apresentem algum nível de antixenose para oviposição.

Todos os demais genótipos estudados foram classificados como neutros quanto ao número de minas, não se constatando, em relação a esse parâmetro, nenhum genótipo mais suscetível que o padrão 'Vereda' (Tabela 3).

Entre os 12 genótipos classificados como resistentes na Tabela 2, foram selecionados apenas oito (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé') para a realização dos demais estudos de resistência. A decisão de se utilizar apenas oito e não os 12 genótipos foi tomada por conta da dificuldade de execução de ensaios de resistência em laboratório com uma quantidade tão grande de genótipos, em especial pela limitação de espaço. Como critério de seleção foi considerado o número médio de minas, selecionando-se apenas os genótipos que apresentaram esse número menor ou igual a 8,5 (Tabela 3).

É interessante ressaltar que no presente estudo além de 'Vereda' (cultivar utilizado como padrão de suscetibilidade), foram usadas quatro cultivares como padrão de resistência e, entre estas, apenas duas foram selecionadas para as investigações futuras ('Mc Laren' e 'Guaporé').

Como descrito no item 3.2, os 40 acessos de meloeiro estudados são oriundos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Cucurbitáceas da Embrapa Semi-Árido (Petrolina-PE), sendo que todos os acessos desse BAG são oriundos de coletas realizadas na região Nordeste do Brasil, trabalho esse iniciado em 1985. Ao todo, esse BAG conta com mais de 1500 acessos de diversas espécies de cucurbitáceas, destacando-se, entre essas espécies, a abóbora com 735 acessos, a melancia com 572 acessos e o meloeiro com 103 acessos. Apesar da importância desse BAG, poucos estudos de caracterização agrônômica e avaliação aprofundada têm sido realizados (QUEIRÓZ et al., 1999).

Até recentemente não existiam estudos de caracterização morfológica para os acessos de meloeiro coletados em agrossistemas brasileiros. Contudo, em 2006 e 2007 foram realizados estudos de campo para avaliar 42 acessos do referido banco de germoplasma. Foram utilizados 24 descritores para as diversas partes da planta e foi observada grande variação entre os acessos para todos os descritores, em especial nos de fruto (TORRES FILHO et al., 2009).

Dos oito genótipos selecionados no presente ensaio, os seis acessos fizeram parte da caracterização morfológica descrita anteriormente. Eles pertencem a grupos botânicos distintos: A15 e A22 pertencem ao grupo botânico *Momordica*, A42 e A44 pertencem ao grupo botânico *Cantalupensis*, enquanto que A5 e A29 não foram identificados quanto ao grupo botânico. Ainda segundo Torres Filho et al. (2009), os melões do grupo *Momordica* são nativos da Índia e sua principal utilidade é como fonte de resistência a doenças e pragas. Já o grupo *Cantalupensis* possui como característica marcante o aroma exalado pelos frutos maduros e a reduzida vida pós-colheita. Além disso, na presente caracterização foi observado que todos os descritores do fruto apresentaram uma grande variabilidade.

Um estudo com 50 variedades regionais ou *landraces* de meloeiro na Índia constatou elevada variabilidade genética entre os acessos. Esses meloeiros do grupo *Momordica* apresentaram resistência a patógenos, à mosca-minadora e ao pulgão-do-algodoeiro (FERGANY et al., 2011).

Dessa forma, evidencia-se a importância de estudos de resistência a insetos com acessos de banco de germoplasma coletados no Brasil. Portanto, os resultados desses estudos podem orientar as futuras pesquisas visando ao melhoramento genético do meloeiro.

Tabela 3 — Número médio de minas (M), índice de resistência (IR) (média $\pm$ erro padrão), intervalo de classificação (I.Class.) e a classificação dos genótipos em relação ao índice de resistência de *Liriomyza sativae* nos genótipos de meloeiro. Temp.: 25,4 $\pm$ 0,20 °C; UR: 64 $\pm$ 1,02% e fotofase: 14 horas (continua)

Genótipos	Minas (M)	IR ¹ (M $\pm$ EP)	I.Class. ²	Classificação
A1	22,44	5,89 $\pm$ 10,31	$\pm$ 24,46	Neutro
A2	8,73	48,80 $\pm$ 17,37	$\pm$ 41,21	Resistente
A3	16,45	28,70 $\pm$ 14,39	$\pm$ 34,14	Neutro
A4	21,33	-11,50 $\pm$ 12,85	$\pm$ 30,47	Neutro
A5	8,50	41,67 $\pm$ 13,86	$\pm$ 32,88	Resistente
A6	22,09	13,10 $\pm$ 13,76	$\pm$ 32,63	Neutro
A7	18,09	11,80 $\pm$ 15,84	$\pm$ 37,57	Neutro
A8	9,00	49,88 $\pm$ 14,73	$\pm$ 34,95	Resistente
A9	35,30	-8,89 $\pm$ 11,33	$\pm$ 26,88	Neutro
A11	25,50	7,00 $\pm$ 10,49	$\pm$ 24,88	Neutro
A12	38,00	-13,27 $\pm$ 13,40	$\pm$ 31,80	Neutro
A13	19,73	7,90 $\pm$ 13,06	$\pm$ 30,98	Neutro
A14	16,55	30,00 $\pm$ 13,46	$\pm$ 31,93	Neutro
A15	7,18	68,60 $\pm$ 10,67	$\pm$ 25,32	Resistente
A16	16,82	26,70 $\pm$ 19,69	$\pm$ 46,71	Neutro
A17	26,00	17,78 $\pm$ 12,20	$\pm$ 28,93	Neutro
A18	10,64	46,80 $\pm$ 16,74	$\pm$ 39,71	Resistente
A19	24,60	0,89 $\pm$ 14,72	$\pm$ 34,92	Neutro
A22	7,90	44,70 $\pm$ 14,66	$\pm$ 34,76	Resistente
A23	30,82	-14,20 $\pm$ 13,24	$\pm$ 31,41	Neutro
A24	28,40	-6,56 $\pm$ 17,60	$\pm$ 41,75	Neutro
A25	20,90	25,56 $\pm$ 13,02	$\pm$ 30,88	Neutro
A26	11,82	24,60 $\pm$ 15,59	$\pm$ 36,99	Neutro
A27	19,18	7,60 $\pm$ 11,23	$\pm$ 26,63	Neutro
A28	14,55	36,20 $\pm$ 12,89	$\pm$ 30,58	Resistente
A29	8,45	68,10 $\pm$ 10,27	$\pm$ 24,35	Resistente
A30	8,70	38,89 $\pm$ 18,09	$\pm$ 42,92	Neutro
A32	34,82	-7,36 $\pm$ 12,64	$\pm$ 29,99	Neutro
A33	16,91	19,90 $\pm$ 12,21	$\pm$ 28,97	Neutro
A34	12,45	29,40 $\pm$ 13,83	$\pm$ 32,80	Neutro
A35	26,75	11,29 $\pm$ 17,16	$\pm$ 40,71	Neutro
A36	17,27	17,36 $\pm$ 12,83	$\pm$ 30,43	Neutro
A37	23,82	5,00 $\pm$ 13,55	$\pm$ 32,13	Neutro
A38	23,00	21,88 $\pm$ 16,25	$\pm$ 38,54	Neutro
A39	24,73	3,40 $\pm$ 12,41	$\pm$ 29,45	Neutro
A41	11,27	31,27 $\pm$ 17,94	$\pm$ 42,55	Neutro
A42	6,45	58,10 $\pm$ 16,94	$\pm$ 40,18	Resistente
A43	36,73	-7,80 $\pm$ 13,01	$\pm$ 30,86	Neutro
A44	5,00	56,90 $\pm$ 14,74	$\pm$ 34,97	Resistente
A45	14,73	17,80 $\pm$ 15,96	$\pm$ 37,86	Neutro
96N 10295	9,60	30,22 $\pm$ 16,54	$\pm$ 39,23	Neutro

Tabela 3 — Número médio de minas (M), índice de resistência (IR) (média ± erro padrão), intervalo de classificação (I.Class.) e a classificação dos genótipos em relação ao índice de resistência de *Liriomyza sativae* nos genótipos de meloeiro. Temp.: 25,4 ± 0,20 °C; UR: 64 ± 1,02% e fotofase: 14 horas.

(conclusão)

Genótipos	Minas (M)	IR ¹ (M±EP)	I.Class. ²	Classificação
Mc Laren	7,44	61,89 ± 10,88	± 25,80	Resistente
Guaporé	0,22	96,67 ± 2,04	± 4,85	Resistente
Caribbean Gold	16,88	25,00 ± 14,38	± 34,10	Neutro
Padrão ³	27,10	-----	-----	-----

¹ Índice de resistência.
² Intervalo de classificação.
³ O padrão de suscetibilidade utilizado foi o híbrido de meloeiro ‘Vereda’.

Figura 10 — Médias (± erro padrão) dos índices de resistência para o número de minas de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Em cinza os resistentes e em preto os neutros, de acordo com o intervalo de classificação. Temp.: 25,4 ± 0,20 °C; UR: 64 ± 1,02% e fotofase: 14 horas

4.3 Preferência para oviposição da mosca-minadora pelos genótipos selecionados

4.3.1 Teste de livre escolha

Embora os genótipos selecionados (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé') já tenham se mostrado menos preferidos pela mosca-minadora do que o padrão de suscetibilidade ('Vereda'), este teste de livre escolha teve o intuito de esclarecer se esses genótipos possuem resistência do tipo antixenose para oviposição. Vale salientar que a triagem para seleção dos genótipos resistentes (item 4.2) foi realizada com base no número médio de minas por planta, o que, por si só, não garante que eles sejam menos preferidos para oviposição. Isto porque pode acontecer de um genótipo ser mais ovipositado, mas possuir algum nível de antibiose que provoque a mortalidade da fase de ovo e/ou de larva, especialmente destas no início do desenvolvimento, o que afetaria negativamente o número de minas avaliado.

Observou-se considerável diferença entre os tratamentos avaliados em relação ao número de ovos no teste de livre escolha ($F=10,80$; $p< 0,0001$). Como cada repetição foi dividida em duas gaiolas e cada gaiola possuía cinco opções de escolha (Gaiola 1= 'Vereda' 1 + A5, A22, A42, 'Mc Laren'; Gaiola 2= 'Vereda' 2 + A15, A29, A44, 'Guaporé') pode-se observar que o padrão de suscetibilidade ('Vereda') foi significativamente mais ovipositado tanto na gaiola 1 (23,5 ovos/planta) como na gaiola 2 (28,7 ovos/planta) na comparação com os demais genótipos avaliados nos quais a oviposição variou entre 0,6 e 5,7 ovos/planta. Considerando todos os tratamentos, o número de ovos nos genótipos avaliados foi pelo menos quatro vezes menor do que no padrão de suscetibilidade. Além disso, ao se compararem os extremos, pode-se verificar que o número médio de ovos/planta do genótipo A5 é aproximadamente 48 vezes menor do que o padrão 'Vereda' 1. É importante ressaltar que os materiais avaliados não diferiram estatisticamente entre si, enfatizando assim o potencial de resistência dos acessos do BAG de meloeiro (A5, A15, A22, A29, A42, A44) em comparação às cultivares usadas como padrões de resistência ('Mc Laren' e 'Guaporé') (Figura 11).

Fica assim evidente que todos os genótipos estudados nesta etapa (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé') apresentam fatores antixenóticos para

oviposição em comparação ao padrão de suscetibilidade ('Vereda') em testes de livre escolha (Figura 11).

A evolução da seleção hospedeira por insetos fitófagos é muito complexa e influenciada por diversas pressões ecológicas. Desse modo, a preferência de oviposição de uma fêmea pode ter papel crucial no desempenho larval de sua prole (THOMPSON, 1988). Uma das mais antigas teorias para explicar a seleção hospedeira por insetos fitófagos, conhecida por "Princípio de Hopkins", descreve que um inseto que pode viver em mais de uma planta hospedeira tem preferência pela espécie na qual se tornou mais adaptado (HOPKINS, 1917). Entretanto, quase a metade dos 133 estudos de seleção hospedeira revisados por Mayhew (1997) não apresentaram correlação positiva entre preferência hospedeira e desempenho da prole. A partir desses estudos foi estabelecida a teoria do forrageamento ótimo, defendendo que a fêmea pode preferir ovipositar mesmo em um hospedeiro inadequado para o desenvolvimento de sua prole desde que haja um ganho no desempenho dos adultos (SCHEIRS; DE BRUYN, 2002; SCHEIRS; DE BRUYN; VERHAGEN, 2000). Mayhew (2001) sugeriu que alguns insetos podem ser considerados como "mães ruins", pois podem fazer escolhas ruins no momento da oviposição prejudicando o desempenho de sua prole. Posteriormente, Wise et al. (2008), estudando esse comportamento de "mães ruins", propuseram que uma importante razão para a correlação negativa entre preferência e desempenho seja devido à maneira epistática em que a seleção natural atua nas características de resistência dos hospedeiros (antixenose e antibiose). Ou seja, como a resistência tem um custo adaptativo para a planta, geralmente ela sofre seleção para um dos dois tipos de resistência e, assim, pode ocorrer de uma fêmea ter preferência por um hospedeiro que apresente alto grau de antibiose para suas larvas. Não se pode descartar ainda que a oviposição em hospedeiros menos adequados pode ser uma estratégia da espécie para a seleção dos indivíduos mais vigorosos.

Recentemente, alguns estudos de seleção hospedeira têm sido desenvolvidos com moscas-minadoras (FACKNATH; WRIGHT, 2007; SCHEIRS et al., 2004; VIDELA; VALLADARES; SALVO, 2010, 2012). Contudo, estudos de preferência já vêm sendo realizados há muito tempo, especialmente pelo fato de as larvas de *Liriomyza* spp. não conseguirem se locomover de uma folha para a outra, o que faz com que a preferência das fêmeas tenha papel crucial na seleção hospedeira desse grupo. Além disso, é interessante destacar que as fêmeas também se alimentam

dos seus hospedeiros na fase adulta através das puncturas de alimentação, orifícios realizados na superfície foliar utilizando o ovipositor (PARRELLA, 1987).

Com base nos estudos feitos por Zoebisch e Schuster (1987), foi realizada uma análise de correlação entre preferência e desempenho de *L. trifolii* em diferentes hospedeiros. Essa análise indicou que as fêmeas maximizaram seu desempenho selecionando hospedeiros de alta qualidade para se alimentar com o intuito de otimizar sua fecundidade. Assim, os autores concluíram que o forrageamento ótimo molda a preferência hospedeira de *L. trifolii* (SCHEIRS et al., 2004). Por outro lado, em estudos com *L. huidobrensis*, as fêmeas preferiram ovipositar sempre no hospedeiro em que o desempenho da prole foi melhor, corroborando o “Princípio de Hopkins” (VIDELA; VALLADARES; SALVO, 2010). Outros estudos foram realizados com *L. huidobrensis* reforçando essa teoria, porém foi observada uma grande variação nos resultados de preferência para alimentação. Esses autores sugerem que a seleção hospedeira pode ser regida pela maximização do desempenho da prole até mesmo sem conflito entre os insetos adultos e os seus descendentes (VIDELA; VALLADARES; SALVO, 2012).

Embora sejam de grande relevância para o entendimento da seleção hospedeira, a maioria dos estudos com *Liriomyza* spp. foi realizado avaliando a seleção apenas entre espécies de plantas hospedeiras e não entre genótipos de uma mesma espécie de planta. Contudo, Facknath e Wright (2007), além de estudar a seleção hospedeira de *L. trifolii* e *L. huidobrensis* entre duas plantas hospedeiras (tomate e batata), também o fizeram com quatro cultivares de batata, observando assim que a escolha pelo hospedeiro possui um componente pré-imaginal que pode ser reforçado (ou modificado) por um componente imaginal (fase adulta). Para estudar o componente imaginal na seleção hospedeira dessas espécies os autores retiraram as larvas das folhas antes de empuparem e as expuseram aos odores dos diferentes tratamentos. Em muitos casos, os adultos exibiram uma grande atração pela variedade a qual foi exposto no estágio pupal, independentemente da variedade em que ele se desenvolveu.

Com base no exposto, pode-se observar que a seleção hospedeira de *Liriomyza* spp., assim como em outros insetos, é muito complexa e depende de vários aspectos ecológicos e evolucionários. Por outro lado, como o presente estudo foi realizado com insetos criados em um hospedeiro alternativo (feijão-caupi) e que não tinham tido contato com nenhuma planta antes do ensaio, eles não sofreram

interferência dos condicionamentos pré-imaginal e imaginal. Dessa forma, a escolha de *L. sativae* pelos diferentes genótipos de meloeiro foi devida principalmente à adequação de cada material testado.

Nesse sentido, é interessante destacar a importância da ecologia química. Segundo Kang et al. (2009), as substâncias químicas produzidas pelas plantas desempenham um papel fundamental na seleção hospedeira de mosca-minadoras. Já foi comprovado que *L. sativae* aumenta sua capacidade de localizar a planta hospedeira na presença da combinação dos compostos voláteis comuns de folhas verdes e dos voláteis específicos do hospedeiro (ZHAO; KANG, 2002). Além disso, *L. sativae* responde positivamente aos odores das plantas hospedeiras e negativamente aos odores das não hospedeiras (ZHAO; KANG, 2003). Com base no exposto, pode-se constatar que os genótipos estudados no presente trabalho promoveram uma resposta negativa em *L. sativae*. De acordo com a designação de Dethier, Browne e Smith (1960), os genótipos avaliados parecem emitir substâncias repelentes e/ou deterrentes de oviposição, enquanto 'Vereda' parece emitir substâncias atraentes e/ou estimulantes de oviposição. Para melhor entendimento das respostas dos insetos a essas substâncias produzidas pelos materiais avaliados, são necessários testes de confinamento.

Substâncias deterrentes de oviposição para moscas-minadoras já foram identificadas em vários hospedeiros (KANG et al., 2009). Entre os hospedeiros pode-se destacar o pimentão, o melão-de-são-caetano e uma espécie selvagem de tomate, dos quais foram isoladas e testadas oito substâncias. Contudo, deve-se mencionar que todos os estudos foram conduzidos com *L. trifolii* (DEKEBO et al., 2007; HAWTHORNE et al., 1992; KASHIWAGI et al., 2005, 2007; MEKURIA et al., 2005, 2006), o que ressalta ainda mais a relevância dos resultados apresentados no presente trabalho, pois podem ser descobertas novas substâncias deterrentes de oviposição para *L. sativae* em estudos futuros.

Os resultados aqui obtidos permitem inferir que os acessos de números 5, 15, 22, 29, 42 e 44 e as cultivares 'Mc Laren' e 'Guaporé' são fontes de resistência por antixenose para oviposição, contudo são necessárias investigações complementares para averiguar a presença de outros possíveis mecanismos de resistência.

Figura 11 — Médias ($\pm$ erro padrão) do número de ovos por planta de *Liriomyza sativae* em teste de livre escolha em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas. Barras com a mesma letra não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey). Dados originais foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$ para a análise estatística

4.3.2 Teste de confinamento

Apesar de os genótipos selecionados (A5, A15, A22, A29, A42, A44, 'Mc Laren' e 'Guaporé') possuírem comprovado efeito antixenótico para oviposição, o teste de confinamento foi realizado com o intuito de entender melhor a preferência de oviposição de *L. sativae* pelos genótipos de meloeiro estudados.

Com base nos dados da Figura 12, observa-se que existe diferença entre os tratamentos avaliados em relação ao número de ovos ($F=3,42$; $p= 0,0012$), o qual variou de 1,7 (para a cultivar 'Guaporé') a 16,0 (para o padrão de suscetibilidade 'Vereda'). Não se verificou diferença estatística entre os genótipos A15 e 'Mc Laren' (8,3 e 9,2 ovos/planta) e o padrão 'Vereda' (16 ovos/planta). Todos os demais genótipos, entretanto, foram significativamente menos ovipositados do que o padrão, com a média do número de ovos/planta variando entre 1,7 ('Guaporé') e 8,8 (A5).

Verifica-se que, em condição de confinamento, a oviposição de *L. sativae* não segue exatamente o mesmo padrão encontrado no teste de livre escolha. Esse fato também ocorreu em outros estudos com moscas-minadoras (VIDELA; VALLADARES; SALVO, 2012; ZOEBISCH; SCHUSTER; GILREATH, 1984). No confinamento os insetos colocaram menos ovos em 'Vereda' e mais ovos nos demais genótipos quando comparados ao teste de livre escolha, diminuindo assim a diferença entre os tratamentos.

É importante destacar ainda que, no teste de livre escolha, os genótipos A15 e 'Mc Laren' apresentaram as maiores médias de ovos/planta apesar de serem significativamente menores do que o padrão e iguais a todos os outros genótipos (Figura 11). Já no teste de confinamento eles continuaram a apresentar as maiores médias, porém nesse teste A15 e 'Mc Laren' não diferiram de 'Vereda' (Figura 12). Já o genótipo A5, que foi o menos ovipositado (0,6 ovos/planta) no teste de livre escolha, foi um dos mais ovipositados no teste de confinamento (8,8 ovos/planta). Apesar de esse valor não ser estatisticamente diferente dos outros cinco genótipos menos ovipositados, não era um resultado esperado. No teste de livre escolha pode ter ocorrido de o genótipo A5 emitir substâncias repelentes a *L. sativae* fazendo com que os insetos se movessem para longe desse tratamento acarretando menor oviposição. Por outro lado, no teste de confinamento como não tinham escolha, as moscas ovipositaram mesmo sendo inicialmente repelidas, o que indica a ausência de substâncias inibidoras de oviposição. Dessa forma, é possível deduzir que, de acordo com Dethier, Browne e Smith (1960), o genótipo A5 demonstrou um forte efeito repelente e nem tão forte efeito deterrente de oviposição sobre *L. sativae*.

Vários fatores podem estar envolvidos na antixenose para oviposição, podendo-se incluir, entre eles, fatores biofísicos, visuais e bioquímicos (PANDA; KHUSH, 1995). Assim, por exemplo, segundo Wei et al. (2000), a espessura das paredes da epiderme e a densidade dos tecidos paliçádico e esponjoso das folhas podem atuar como barreiras físicas para a oviposição das fêmeas de *L. huidobrensis*.

O grande diferencial desse trabalho é que existem poucos estudos de resistência realizados com moscas-minadoras em meloeiro. Além disso, esses poucos estudos foram realizados em condições de livre escolha e avaliando o número de minas e não o número de ovos (DOGIMONT et al., 1995; GUIMARÃES et al., 2009; KENNEDY et al., 1978). Assim, só com a realização dos dois tipos de

testes e com a avaliação do número de ovos é possível compreender melhor como ocorre a preferência de oviposição de *L. sativae* nos genótipos estudados.

A partir desses resultados podem ser realizados estudos futuros com os genótipos mais promissores visando identificar os possíveis mecanismos de resistência presentes, além de estudos genéticos visando conhecer a herança dessas características. Esses estudos poderão orientar melhor os programas de melhoramento de meloeiro visando à obtenção de resistência varietal à mosca-minadora.

Figura 12 — Médias ($\pm$ erro padrão) do número de ovos por planta de *Liriomyza sativae* em teste de confinamento em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas. Barras com a mesma letra não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey). Dados originais foram transformados em $\frac{1}{\sqrt{(x+1)}}$ para análise estatística

4.4 Efeitos dos diferentes genótipos de meloeiro sobre a biologia da mosca-minadora

4.4.1 Influência dos genótipos no desenvolvimento da mosca-minadora

Apesar de a variação na duração do período embrionário de *L. sativae* ter sido de apenas 0,5 dia (3,11 a 3,61 dias), ainda assim houve diferença significativa entre as médias, com alongamento do referido período nos meloeiros de acessos A44, A29 e A42 (3,56 a 3,61 dias) em comparação aos valores obtidos em 'Guaporé', 'Vereda' e A5 (3,11 a 3,19 dias) (Tabela 4).

Além de existirem poucos estudos sobre resistência de meloeiro a moscas-minadoras, os trabalhos realizados não avaliaram o efeito desses genótipos na duração das fases do inseto e sim o número de minas e a mortalidade larval em estudos de casa de vegetação e campo (CHANDLER; THOMAS, 1983; DOGIMONT et al., 1995, 1999; KENNEDY et al., 1978). Mais recentemente, foi realizado um estudo avaliando o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de *L. sativae* em uma cultivar de pepino (*Cucumis sativus* L.), tendo sido constatado nesse trabalho que a duração do período embrionário do inseto (4,4 dias) foi superior à obtida na presente pesquisa nas mesmas condições de temperatura (25°C) (HAGHANI et al., 2007).

No presente estudo, dos seis acessos de meloeiro estudados os de número 44, 29, 42 e 22 se destacaram por provocarem um alongamento do período embrionário quando comparados ao padrão de suscetibilidade 'Vereda', o que indica resistência. Por outro lado, os acessos de número 15 e 5 provocaram uma duração do referido período semelhante ao obtido no 'Vereda', indicando suscetibilidade. Com relação às cultivares incluídas como padrão de resistência, 'Mc Laren' provocou maior duração do período embrionário em comparação à 'Vereda' enquanto que 'Guaporé' provocou efeito semelhante ao padrão de suscetibilidade. Como a postura de *Liriomyza* spp. é endofítica, a constituição química da planta pode influenciar negativamente o desenvolvimento embrionário do inseto. Segundo Parrella (1987), após a postura, os ovos aumentam de tamanho provavelmente devido à absorção dos fluidos presentes no mesofilo foliar. Dessa forma, os ovos de *L. sativae* podem estar expostos aos possíveis fatores antibióticos presentes nas

folhas dos genótipos estudados. Essa hipótese explicaria o efeito dos genótipos A44, A29, A42, 'Mc Laren' e A22 na duração do período embrionário do inseto.

Da mesma forma, os genótipos utilizados para a criação da mosca-minadora influenciaram tanto a duração como a sobrevivência da fase larval da referida praga. O efeito biológico mais pronunciado foi registrado em 'Guaporé', onde nenhuma larva conseguiu atingir a fase de pupa, não tendo sido possível, por essa razão, incluir esse material na análise da duração da fase larval e nos demais parâmetros biológicos, com exceção da sobrevivência larval (Tabela 5).

Na comparação entre os demais materiais, se constata que a maior duração dessa fase, indicando nível de resistência por antibiose e/ou antixenose alimentar, foi registrada em 'Mc Laren' (6,11 dias), valor que diferiu significativamente dos encontrados em todos os outros genótipos. A seguir, se situaram os acessos A29 e A44 e a cultivar Vereda, nos quais a duração da fase larval (5,15 a 5,33 dias) foi superior à encontrada nos acessos A22 (4,71 dias) e A42 (4,76 dias), podendo esses dois últimos ser considerados, com base nesse parâmetro, os genótipos mais suscetíveis. Já nos acessos A15 e A5, os valores encontrados (5,03 e 4,83 dias, respectivamente) não diferiram dos verificados em todos os demais genótipos, com exceção de 'Mc Laren' (Tabela 5).

No que se refere à sobrevivência larval (Tabela 5), o genótipo 'Guaporé', onde nenhuma larva completou o desenvolvimento, diferiu de todos os demais, vindo a seguir a cultivar Mc Laren, no qual a sobrevivência larval foi de 33,18%, e que diferiu dos demais, com exceção do acesso A44 (35,21%), caracterizando-se esses dois últimos genótipos como aqueles que também provocaram antibiose e/ou antixenose alimentar na mosca-minadora, ainda que em menor grau em comparação a 'Guaporé'. As maiores sobrevivências foram constatadas em 'Vereda' e nos acessos A5, A22, A15 e A42, cujos valores, variáveis entre 90,44 e 81,09%, diferiram de todos os demais, excetuando-se aquele encontrado no acesso 29 (63,27%).

Como já mencionado, as cultivares usadas como padrão de resistência Guaporé e Mc Laren provocaram os maiores efeitos na duração e na sobrevivência larval de *L. sativae*. No caso de 'Guaporé' esse efeito foi tão pronunciado que todas as larvas morreram antes de atingir a fase de pupa. Possivelmente, as plantas desse genótipo possuem substâncias que provocam elevada antibiose e/ou antixenose alimentar. Os insetos que se desenvolveram no genótipo 'Mc Laren' apresentaram a maior duração da fase larval (6,11 dias) e uma das menores sobrevivências

(33,18%), a qual não diferiu apenas do valor médio encontrado no acesso 44 (35,21%).

Na comparação entre os demais materiais, constata-se que a duração da fase larval nos acessos de número 29, 44, 15 e 5 não apresenta diferença significativa da encontrada em 'Vereda' indicando, com base apenas nesse parâmetro, suscetibilidade desses acessos. Por sua vez, os acessos A42 e A22 provocaram um tempo de desenvolvimento dessa fase menor do que o encontrado em 'Vereda' com base no que, pode-se concluir, com base apenas nesse parâmetro, que esses dois genótipos são mais suscetíveis que o padrão utilizado na presente pesquisa. Os valores obtidos para todos os acessos (4,71 a 5,33 dias) são inferiores aos encontrados por Haghani et al. (2007), que observaram o tempo médio de desenvolvimento larval de 5,8 dias em pepino.

Embora os acessos não tenham provocado efeito negativo na duração da fase larval, esse resultado não se repetiu quando é analisada a sobrevivência dessa fase. Assim, verifica-se que o acesso A44 provocou o maior efeito negativo nesse parâmetro, já que apenas 35,21% das larvas atingiram a fase de pupa, valor semelhante ao padrão de resistência 'Mc Laren' (33,18%) e bem menor do que o valor médio encontrado em 'Vereda' (90,44%). De algum modo, as plantas do acesso A44 promovem uma considerável mortalidade nas larvas da mosca-minadora ($\approx 65\%$) sem afetar a duração do desenvolvimento. A maior mortalidade larval provocada pelos genótipos de meloeiro estudados por Kennedy et al. (1978) foi de 54,8%. É importante ressaltar que para determinar o tipo de resistência envolvido nesse genótipo devem ser realizados estudos futuros observando o comportamento alimentar das larvas em um curto período de tempo (horas) para diferenciar uma possível antixenose alimentar da antibiose. O acesso A29 apresentou um resultado intermediário na sobrevivência larval (63,27%) que não foi significativamente diferente nem do acesso A44 nem dos outros acessos, contudo menor do que os padrões de resistência ('Guaporé' e 'Mc Laren'). Seria interessante a realização de estudos futuros de antibiose com o acesso A29 visando determinar se essa sobrevivência larval pode diminuir demonstrando a presença de algum fator antibiótico como foi a tendência apresentada no presente estudo. Os demais acessos (A42, A15, A22 e A5) provocaram sobrevivências superiores a 80% se mostrando tão suscetíveis quanto o padrão 'Vereda'.

Tabela 4 — Médias ($\pm$ erro padrão) da duração do período embrionário de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Duração (dias)
A44	$3,61 \pm 0,04$ a
A29	$3,61 \pm 0,05$ ab
A42	$3,56 \pm 0,05$ ab
Mc Laren	$3,41 \pm 0,05$ abc
A22	$3,39 \pm 0,05$ bc
A15	$3,32 \pm 0,03$ cd
A5	$3,19 \pm 0,05$ cde
Vereda	$3,17 \pm 0,03$ de
Guaporé	$3,11 \pm 0,03$ e

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Log-rank ($p \leq 0,05$).

Tabela 5 — Médias ($\pm$ erro padrão) da duração e da sobrevivência larval de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Duração (dias) ¹	Sobrevivência (%) ³
Guaporé	-----	0,00 a
Mc Laren	$6,11 \pm 0,15$ a (130) ²	$33,18 \pm 4,27$ b
A29	$5,33 \pm 0,10$ b (103)	$63,27 \pm 11,39$ cd
A44	$5,30 \pm 0,12$ b (122)	$35,21 \pm 10,03$ bc
Vereda	$5,15 \pm 0,07$ b (153)	$90,44 \pm 5,39$ d
A15	$5,03 \pm 0,07$ bc (195)	$84,28 \pm 4,37$ d
A5	$4,83 \pm 0,14$ bc (67)	$87,84 \pm 4,80$ d
A42	$4,76 \pm 0,09$ c (110)	$81,09 \pm 7,20$ d
A22	$4,71 \pm 0,08$ c (98)	$86,51 \pm 3,15$ d

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Log-rank ($p \leq 0,05$).

² Os valores entre parênteses referem-se ao número de repetições.

³ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey).

A duração da fase pupal da mosca-minadora também foi afetada pelos genótipos utilizados para a criação do inseto, ainda que, como era de se esperar, em menor intensidade do que a duração da fase larval. Assim, a comparação entre as médias evidencia que as pupas do acesso A15 tiveram o seu desenvolvimento prolongado (10,14 dias) em relação àquelas criadas no acesso A5 (9,67 dias) e em 'Vereda' (9,78 dias), verificando-se nos demais genótipos valores intermediários, não diferindo dos extremos (Tabela 6).

No que se refere à sobrevivência pupal, embora os valores tenham variado entre 61,48% (acesso A15) e 84,21% (acesso A5), não houve diferença significativa entre as médias (Tabela 6).

Os parâmetros tamanho e peso pupal foram diferentemente influenciados pelos genótipos utilizados na criação das larvas de *L. sativae*. Assim, enquanto o tamanho foi afetado pelos genótipos, registrando-se menores médias nos acessos A29, A44 e A42 (1,35 a 1,39 mm) em comparação a 'Vereda' (1,47 mm), os pesos não diferiram significativamente entre si, embora tenham variado de 0,28 mg (acesso A29) a 0,37 mg ('Vereda') (Tabela 7).

A duração do período pupal (variável entre 9,67 e 10,14 dias) foi consistente com os dados obtidos por Oatman e Michelbacher (1958), que observaram esse período variando de 7,8 a 10,2 dias também em plantas de meloeiro.

Somente o acesso A15 provocou maior duração da fase pupal em comparação ao 'Vereda', contudo não é provável que esse genótipo apresente algum nível de resistência pela pequena diferença entre os tempos de desenvolvimento e pelo fato de que esse genótipo não afetou significativamente os demais parâmetros biológicos avaliados em comparação ao padrão 'Vereda'.

No que se refere à sobrevivência pupal, os dados reforçam o resultado referente à duração desse período indicando que não houve efeito dos genótipos sobre a fase pupal. Da mesma forma, os dados de sobrevivência observados por Oatman e Michelbacher (1958), em meloeiro, também variaram muito (57,5 a 80%), atingindo 83,3% em tomateiro (ZOEBSCH; SCHUSTER; GILREATH, 1984).

O tamanho pupal observado em 'Vereda' (1,47 mm) é semelhante ao encontrado em meloeiro (1,49 mm) por Oatman e Michelbacher (1958).

Os acessos A29, A44 e A42 provocaram uma diminuição no tamanho pupal em comparação ao padrão de suscetibilidade, indicando assim que, embora esses acessos não tenham afetado a duração e a sobrevivência do período pupal, afetaram negativamente o tamanho das pupas. Ao observar os resultados anteriores, é possível notar que os mesmos genótipos também influenciaram negativamente a duração da fase embrionária e, no caso específico do acesso A44, também a sobrevivência larval foi afetada, evidenciando assim os possíveis efeitos antibióticos desses acessos.

O peso pupal observado na presente pesquisa (0,28 a 0,37 mg) é menor do que o observado por Zoebisch, Schuster e Gilreath (1984) em tomateiro (0,45 mg).

Apesar de o peso pupal não ter apresentado diferença significativa entre os genótipos ocorreu uma tendência semelhante à observada para o tamanho pupal com os valores tendendo a aumentar do acesso A29 para a cultivar Vereda (mesma sequência em que ocorreu o aumento de tamanho). Esse fato pode ser explicado pela diferença entre os dois ensaios, já que na avaliação do tamanho, as pupas foram medidas individualmente, enquanto que na avaliação do peso elas foram pesadas em lotes de 10 indivíduos, em razão do baixo peso de cada pupa e, conseqüentemente, da dificuldade de se dispor de uma balança com precisão suficiente para pesar uma única pupa. Essa diferença fez com que o número de indivíduos (n) avaliados na análise estatística do ensaio de peso pupal fosse 10 vezes menor do que no ensaio de tamanho pupal. Assim, por exemplo, enquanto a medição do tamanho pupal do acesso A15 contou com 171 indivíduos, na medição do peso apenas 17 lotes foram pesados, sendo 16 com 10 pupas e um com 11 pupas.

Tabela 6 — Médias ($\pm$ erro padrão) da duração e da sobrevivência pupal de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Duração (dias) ¹	Sobrevivência (%) ³
A15	$10,14 \pm 0,08$ a (171) ²	$61,48 \pm 11,32$ a
A44	$9,97 \pm 0,23$ ab (50)	$75,43 \pm 9,14$ a
A22	$9,91 \pm 0,08$ ab (84)	$82,40 \pm 6,14$ a
A42	$9,88 \pm 0,08$ ab (94)	$70,69 \pm 7,40$ a
A29	$9,92 \pm 0,15$ ab (57)	$62,25 \pm 12,10$ a
Mc Laren	$9,90 \pm 0,17$ ab (47)	$70,61 \pm 10,24$ a
Vereda	$9,78 \pm 0,10$ b (144)	$77,75 \pm 3,19$ a
A5	$9,67 \pm 0,23$ b (60)	$84,21 \pm 2,72$ a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Log-rank ($p \leq 0,05$).

² Os valores entre parênteses referem-se ao número de repetições.

³ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey).

Tabela 7 – Médias ($\pm$ erro padrão) do tamanho e do peso pupal de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Tamanho (mm) *	Peso (mg) *
A29	$1,35 \pm 0,03$ a	$0,28 \pm 0,04$ a
A44	$1,39 \pm 0,02$ ab	$0,30 \pm 0,04$ a
A42	$1,39 \pm 0,02$ ab	$0,31 \pm 0,03$ a
A5	$1,42 \pm 0,02$ abc	$0,34 \pm 0,01$ a
Mc Laren	$1,43 \pm 0,02$ abc	$0,30 \pm 0,02$ a
A22	$1,43 \pm 0,02$ bc	$0,34 \pm 0,02$ a
A15	$1,44 \pm 0,01$ bc	$0,34 \pm 0,02$ a
Vereda	$1,47 \pm 0,01$ c	$0,37 \pm 0,01$ a

* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey).

Analisando-se a duração da fase imatura (ovo à emergência do adulto) (Tabela 8), verifica-se, como era de se esperar em razão dos efeitos dos genótipos sobre as fases de ovo, larva e pupa, que houve diferença significativa entre as médias. Assim, os valores registrados em 'Mc Laren' e nos acessos A29, A44 e A15 (variáveis entre 19,45 e 18,60 dias) foram significativamente superiores aos obtidos em A22 e A5 (17,94 e 17,55 dias, respectivamente), constatando-se valores intermediários nos demais materiais.

É importante destacar que 'Mc Laren' e A29 foram os únicos genótipos que provocaram um significativo aumento na duração da fase imatura do inseto em comparação ao padrão de suscetibilidade. Isso indica que o acesso de número 29 possivelmente tenha fatores de resistência que atuam na biologia do inseto provocando um alongamento no tempo de desenvolvimento da fase imatura. Esses possíveis efeitos antibióticos podem ser reforçados pelos resultados anteriores, nos quais o acesso A29 também afetou negativamente a duração do período embrionário e o tamanho pupal.

Tabela 8 — Médias ($\pm$ erro padrão) da duração da fase imatura (ovo à emergência do adulto) de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01$ °C; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Duração (dias)
Mc Laren	$19,45 \pm 0,25$ a
A29	$18,95 \pm 0,18$ ab
A44	$18,91 \pm 0,29$ abc
A15	$18,60 \pm 0,15$ abc
A42	$18,31 \pm 0,16$ bcd
Vereda	$17,99 \pm 0,13$ cd
A22	$17,94 \pm 0,12$ d
A5	$17,55 \pm 0,24$ d

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Log-rank ($p \leq 0,05$).

4.4.2 Influência dos genótipos nos parâmetros biológicos dos adultos da mosca-minadora

A longevidade dos adultos não foi afetada pelos genótipos testados, variando de 7,33 dias em A22 a 11,28 dias em 'Vereda' para as fêmeas e de 4,57 dias em A5 a 8,61 dias em A22 para os machos (Tabela 9). Igualmente, não houve diferença na razão sexual, a qual variou de 0,40 a 0,60 (Tabela 9) e nos períodos de pré-oviposição (variável entre 1,43 dias em A29 e 0,90 dias em 'Vereda') e de oviposição (variável entre 5,00 dias em A22 e 12,33 dias em 'Mc Laren') (Tabela 10).

Já no que se refere à fecundidade, houve diferença significativa entre as médias. A menor fecundidade foi registrada para as fêmeas provenientes da criação larval no acesso A22 onde o número médio de ovos/fêmea foi de 45,10 diferindo significativamente dos números constatados nos acessos A15 e A29 (149,47 e 159,80 ovos/fêmea, respectivamente) (Tabela 11). Da mesma forma que ocorreu com a fecundidade, na avaliação do número de ovos/dia houve diferença significativa entre as médias. A criação larval no acesso A22 provocou o menor número de ovos/fêmea/dia (4,10), valor que não diferiu apenas do número observado no padrão de resistência 'Mc Laren' (4,43 ovos/fêmea/dia). Nos acessos de números 44, 5, 42 e 15 o número de ovos/fêmea/dia (5,63; 5,73; 6,21; 8,53, respectivamente) também não diferiu do padrão de resistência 'Mc Laren'. No padrão de suscetibilidade 'Vereda' e no acesso A29, foram observados os maiores valores de número de ovos/fêmea/dia (10,03 e 11,24, respectivamente), diferindo

significativamente de todos os genótipos estudados com exceção do acesso A15 (Tabela 12).

Ao observar a taxa de oviposição (número de ovos por dia/total de ovos x 100) ao longo dos dias de vida da fêmea, verifica-se que as fêmeas que se desenvolveram nos genótipos 'Mc Laren' e A5 ovipositaram 50% do total de ovos até os 13 dias de vida, porcentagem que foi atingida já aos 7 dias de vida no caso dos genótipos A22, A42 e A29, aos 9 dias no caso do 'Vereda' e aos 10 dias nos genótipos A44 e A15. Os picos de oviposição variaram do 5º (A42) ao 30º dia ('Mc Laren'). Já o período de vida das fêmeas variou de 18 (A29) a 36 dias (A5 e A15) (Figura 13).

Devido à escassez de estudos que avaliem o efeito de genótipos de meloeiro sobre os parâmetros biológicos dos adultos de *L. sativae*, os resultados da presente pesquisa estão sendo comparados com estudos que avaliaram parâmetros semelhantes em outras plantas hospedeiras. No que se refere à longevidade de adultos na presente pesquisa (considerando a média entre os oito genótipos que não diferiram significativamente entre si), os valores (9,45 dias para as fêmeas e 6,91 para os machos) estão próximos dos encontrados na literatura. Costa-Lima, Geremias e Parra (2010), avaliando o efeito de diferentes temperaturas sobre a longevidade de adultos de *L. sativae*, em feijão-caupi, constataram, a 25°C, valores de 10,8 dias para fêmeas e 7,7 dias para machos. Valores um pouco superiores, no entanto, foram encontrados em estudo com pepino nas mesmas condições, constatando-se que as fêmeas viveram 11,79 dias e os machos 9,18 dias (HAGHANI et al., 2006). O período de pré-oviposição observado na presente pesquisa (considerando a média entre os oito genótipos que não diferiram significativamente entre si) (1,20 dias) foi inferior ao relatado por Costa-Lima, Geremias e Parra (2010) (1,9 dias) e superior ao encontrado por Haghani et al. (2006) (0,43 dias). O inverso ocorreu para o período de oviposição que apresentou média de 8,82 dias enquanto que o resultado obtido por Costa-Lima, Geremias e Parra (2010) foi um pouco inferior (7,6 dias) e o obtido por Haghani et al. (2006) um pouco superior (11,07 dias).

Com exceção do valor encontrado em A22 (45,10 ovos/fêmea), a fecundidade observada na presente pesquisa (60,80 a 159,80 ovos/fêmea) está muito próxima àquela relatada por Costa-Lima, Geremias e Parra (2010) (90,7 ovos). Essa comparação indica suscetibilidade de boa parte dos genótipos, em especial dos

acessos A15 e A29. Por outro lado, os resultados indicam ainda que quando os insetos se desenvolveram no acesso de número 22 sua biologia foi afetada de tal maneira que os adultos provenientes desse tratamento não tiveram condições de expressar sua fecundidade máxima, diferentemente do que ocorreu com os insetos que se desenvolveram nos acessos de números 15 e 29. É importante ressaltar que o acesso A22 quase não afetou negativamente os parâmetros biológicos da fase imatura do inseto, com exceção da duração do período embrionário, embora, tenha sido um dos genótipos menos preferidos para oviposição.

Os principais fatores relacionados com a antibiose de plantas a insetos são a presença de toxinas, de inibidores de crescimento, o desequilíbrio nutricional e os fatores estruturais como a composição da parede celular (PANDA; KHUSH, 1995). Como o acesso A22 não causou mortalidade e nem afetou o tempo de desenvolvimento das fases de larva e de pupa de *L. sativae*, é possível que esse genótipo apresente algum tipo de desequilíbrio nutricional capaz de afetar negativamente a fecundidade dos insetos adultos provenientes das fases imaturas criadas nesse genótipo.

Nota-se ainda com relação à fecundidade, que os genótipos 'Mc Laren', A44 e A29 proporcionaram os menores números de fêmeas estudadas (3, 5 e 7, respectivamente), em razão de terem provocado as menores sobrevivências na fase imatura (ou nas fases larval e pupal). Já no caso do acesso A5, o fato de ter proporcionado apenas 11 fêmeas para avaliação da fecundidade se deve à elevada antixenose de oviposição que proporcionou um baixo número de larvas e, conseqüentemente, um baixo número de pupas.

A mesma tendência observada na avaliação do efeito dos genótipos sobre a fecundidade dos adultos também foi constatada na avaliação do número de ovos/fêmea/dia, sendo que nesse último parâmetro foi possível uma maior diferenciação entre os grupos de genótipos. Dessa forma, além da confirmação do acesso A22 como o genótipo mais resistente, foi possível separar um grupo de genótipos formado pelos acessos A44, A5 e A42 que também apresentaram resistência, ainda que em menor grau. Essa afirmação é fundamentada na observação de que os três genótipos citados apresentaram médias iguais ao padrão de resistência e diferentes do padrão de suscetibilidade. O acesso A29, por sua vez, proporcionou o maior número de ovos/fêmea/dia indicando que esse genótipo é tão suscetível quanto o padrão usado nesta pesquisa. Finalmente, com base neste

parâmetro fica difícil estabelecer um grau de resistência para o acesso A15, já que o valor médio não diferiu do padrão de resistência e, tampouco do padrão de suscetibilidade.

Quando se observa a taxa de oviposição de *L. sativae* ao longo dos dias de vida da fêmea, é possível notar que ocorreu uma mudança do padrão de acordo com genótipo em que o inseto se desenvolveu. Os insetos que se desenvolveram no acesso A22 apresentaram já no 7º dia a marca de 50% do total de ovos, com uma queda brusca de oviposição, comportando-se esse genótipo como resistente a partir do 12º dia, pois as fêmeas não colocaram ovos em 15 dos 17 dias seguintes do período de vida das mesmas. É importante destacar ainda que as fêmeas criadas nesse genótipo tiveram um pico equivalente a mais de 6% do total de ovos no 25º dia de vida (Figura 13). Ao comparar os resultados da presente pesquisa com os dados da literatura, é possível observar que o padrão da taxa de oviposição de *L. sativae* em feijão-caupi e pepino apresentaram picos mais precoces que ocorreram no 4º e 3º dias, com declínio gradual até se encerrar no 22º e 17º dias, respectivamente (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2010; HAGHANI et al., 2006).

O genótipo 'Mc Laren' proporcionou o padrão de taxa de oviposição mais irregular entre todos os genótipos estudados. A marca de 50% do total de ovos só foi atingida no 13º dia e o maior pico só ocorreu no 30º dia e representou quase 14% do total de ovos. Além disso, as fêmeas criadas nesse genótipo apresentaram cinco picos de oviposição seguidos por um ou mais dias sem ovipositar. Da mesma forma que ocorreu com o genótipo anterior, as fêmeas que foram criadas no acesso A44 também apresentaram um padrão irregular de oviposição. A marca de 50% do total de ovos foi atingida no 10º dia e o maior pico só ocorreu no 17º dia representando quase 18% do total de ovos. As fêmeas criadas no acesso A5 apresentaram um acréscimo gradual na taxa de oviposição com um declínio irregular. Essa característica pode ser comprovada pelo pico tardio no 14º dia, logo após ter atingido a marca de 50% do total de ovos, seguido por outros três picos menores, o último deles no 34º dia. Por outro lado, no acesso A42 as fêmeas apresentaram um padrão regular na taxa de oviposição com acréscimo e declínio gradual, o que pode ser constatado pelo fato de o maior pico ter ocorrido logo no 5º dia, por atingir a marca de 50% do total de ovos no 7º dia e por sofrer uma diminuição gradual na oviposição sem apresentar muitos picos encerrando a oviposição no 19º dia (Figura 13). Assim, o padrão da taxa de oviposição apresentado pelo genótipo A42 é

semelhante ao que ocorreu também com *L. sativae* em feijão-caupi que propiciou o maior pico no 4º dia, atingiu a marca de 50% do total de ovos com seis dias e ovipositou até o 22º dia (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2010).

No acesso A15 as fêmeas apresentaram um acréscimo gradual na taxa de oviposição com o maior pico no 7º dia, atingindo 50% do total de ovos no 10º dia; o declínio, no entanto, não foi gradual, pois a oviposição só se encerrou no 30º dia. O genótipo 'Vereda' por sua vez influenciou a taxa de oviposição das fêmeas de tal forma que no 9º dia foi alcançada a marca de 50% do total de ovos, contudo o declínio não foi muito regular, pois houve uma queda no 10º dia, seguida por um pico no 15º dia e subsequente declínio até o seu encerramento no 21º dia. A oviposição das fêmeas que se desenvolveram no acesso A29 atingiu o seu maior pico no 7º dia ao alcançar a marca de 50% do total de ovos, ocorrendo, em seguida, dois picos menores até o seu encerramento no 16º dia (Figura 13). O acesso A29 juntamente com o A42 foram os genótipos que proporcionaram os padrões da taxa de oviposição mais semelhantes aos previamente observados para *L. sativae* em feijão-caupi e pepino (COSTA-LIMA; GEREMIAS; PARRA, 2010).

Tabela 9 — Médias ($\pm$ erro padrão) da longevidade e da razão sexual de adultos (machos e fêmeas) de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Longevidade (dias) ¹		Razão sexual ²
	Fêmeas	Machos	
A22	$7,33 \pm 1,42$ a	$8,61 \pm 1,21$ a	$0,44 \pm 0,07$ a
A29	$7,67 \pm 1,51$ a	$6,16 \pm 1,42$ a	$0,40 \pm 0,12$ a
A42	$8,50 \pm 1,24$ a	$8,55 \pm 1,39$ a	$0,48 \pm 0,07$ a
A44	$9,29 \pm 2,35$ a	$6,05 \pm 1,57$ a	$0,53 \pm 0,17$ a
Mc Laren	$9,60 \pm 2,89$ a	$5,78 \pm 1,33$ a	$0,45 \pm 0,10$ a
A15	$10,89 \pm 1,36$ a	$8,22 \pm 1,01$ a	$0,46 \pm 0,09$ a
A5	$11,07 \pm 2,02$ a	$4,57 \pm 0,85$ a	$0,60 \pm 0,06$ a
Vereda	$11,28 \pm 1,16$ a	$7,33 \pm 0,87$ a	$0,56 \pm 0,02$ a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Log-rank ($p \leq 0,05$).

² Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey).

Tabela 10 — Médias ($\pm$ erro padrão) dos períodos de pré-oviposição e de oviposição de adultos de *Liriomyza sativae* criados em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Período de pré-oviposição (dias) ¹	Período de oviposição (dias) ¹
A29	$1,43 \pm 0,37$ a	$8,71 \pm 2,63$ a
A5	$1,36 \pm 0,34$ a	$10,82 \pm 3,30$ a
A22	$1,29 \pm 0,22$ a	$5,00 \pm 2,02$ a
A42	$1,24 \pm 0,22$ a	$5,41 \pm 1,31$ a
A44	$1,20 \pm 0,49$ a	$8,40 \pm 3,76$ a
A15	$1,16 \pm 0,22$ a	$10,11 \pm 2,23$ a
Mc Laren	$1,00 \pm 0,00$ a	$12,33 \pm 8,51$ a
Vereda	$0,90 \pm 0,19$ a	$9,75 \pm 1,49$ a

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Log-rank ($p \leq 0,05$).

Tabela 11 — Médias ($\pm$ erro padrão) da fecundidade de adultos de *Liriomyza sativae* criados em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01^\circ\text{C}$; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Fecundidade (número de ovos/fêmea) ^{1,2}
A22	$45,10 \pm 14,94$ a (14) ³
A44	$60,80 \pm 42,87$ ab (5)
Mc Laren	$62,00 \pm 49,49$ ab (3)
A42	$64,00 \pm 16,12$ ab (17)
A5	$84,30 \pm 28,06$ ab (11)
Vereda	$138,28 \pm 22,91$ ab (20)
A15	$149,47 \pm 25,44$ b (19)
A29	$159,80 \pm 52,57$ b (7)

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Tukey).

² Dados originais foram transformados em $x^{0,3}$ para análise estatística.

³ Os valores entre parênteses referem-se ao número de fêmeas estudadas.

Tabela 12 — Médias ($\pm$ erro padrão) do número de ovos por dia de adultos de *Liriomyza sativae* criados em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25 \pm 0,01$ °C; UR: $78 \pm 0,14\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Número de ovos/fêmea/dia ¹
A22	$4,10 \pm 0,73$ a (14) ²
Mc Laren	$4,43 \pm 0,95$ abc (3)
A44	$5,63 \pm 1,12$ bc (5)
A5	$5,73 \pm 0,68$ b (11)
A42	$6,21 \pm 0,76$ bc (17)
A15	$8,53 \pm 0,70$ cd (19)
Vereda	$10,03 \pm 0,77$ d (20)
A29	$11,24 \pm 1,45$ d (7)

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste de Kruskal Wallis).

² Os valores entre parênteses referem-se ao número de fêmeas estudadas.

Figura 13 — Taxa de oviposição de *Liriomyza sativae* em diferentes genótipos de meloeiro. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas. A seta indica o momento em que se obteve 50% do total de ovos

Analisando-se os parâmetros duração e viabilidade de cada fase, razão sexual, período de pré-oviposição e fecundidade dos adultos nos diferentes genótipos de forma conjunta, através do índice Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC), verificou-se que o menor valor para este índice foi registrado no genótipo 'Mc Laren' seguido em ordem crescente pelos genótipos A44, A22, A42, A29, A15, A5 e 'Vereda' (Tabela 13).

Os resultados referentes ao PRC indicam que os padrões utilizados na presente pesquisa são totalmente adequados, uma vez que o padrão de resistência ('Mc Laren') proporcionou teoricamente o menor incremento populacional da praga enquanto o padrão de suscetibilidade ('Vereda') proporcionou um incremento populacional tão grande que foi mais de 1.000 vezes maior do que o registrado em 'Mc Laren' (Tabela 13).

No que se refere aos acessos de meloeiro estudados, registrou-se o menor valor do PRC para o acesso A44 o qual foi apenas 2,43 vezes maior do que o padrão de resistência, o que permite concluir que, teoricamente, nesse acesso, ocorrerá o menor incremento populacional de *L. sativae* em comparação ao efeito provocado pelos outros acessos. Merece destaque também os acessos de números 22, 42 e 29 por proporcionarem valores de PRC entre 14,62 e 55,63 vezes maiores do que o padrão de resistência. Por outro lado, os valores de PRC obtidos em A15 e A5 indicam um menor efeito no crescimento populacional da praga uma vez que os valores para esse índice foram mais de 200 vezes maiores do que o padrão de resistência (Tabela 13).

Esse resultado vem a confirmar as tendências observadas na análise individual dos vários parâmetros biológicos estudados, em que os genótipos menos adequados a *L. sativae* foram justamente os que proporcionaram os menores valores de PRC.

Tabela 13 — Potencial Reprodutivo Corrigido (PRC) de *Liriomyza sativae*, em diferentes genótipos de meloeiro, para o período de 60 dias. Temp.: $25,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	PRC	
	60 dias	
	Valor Absoluto	Valor Relativo
Mc Laren	129,12	1
A44	313,66	2,43
A22	1887,08	14,62
A42	3513,92	27,22
A29	7182,50	55,63
A15	27689,90	214,46
A5	44587,38	345,33
Vereda	150003,02	1161,77

4.5 Avaliação da tolerância dos genótipos de meloeiro à mosca-minadora

4.5.1 Avaliação da quantidade de clorofila nas folhas

Embora os ensaios anteriores tenham demonstrado que entre os genótipos estudados existem materiais com fatores de resistência para antixenose de oviposição e antibiose, isso não significa que esses materiais não possam expressar algum nível de tolerância ao ataque de *L. sativae*. Assim, realizou-se um ensaio visando avaliar a possível tolerância dos genótipos através da quantificação de clorofila das folhas.

De acordo com os resultados obtidos, observou-se diferença entre as plantas infestadas por *L. sativae* em relação às não infestadas com significativa diminuição na quantidade de clorofila (avaliada por meio de unidades SPAD, medidor portátil de clorofila) nas plantas infestadas em todos os genótipos, com exceção do acesso A44, embora também esse material tenha apresentado a mesma tendência. Verifica-se que as folhas das plantas dos acessos de números 5, 42 e 15 e da cultivar Guaporé apresentaram uma diminuição altamente significativa ($p < 0,001\%$) na quantidade de clorofila quando infestadas, registrando-se, para esses quatro materiais, redução de 9,96 a 13,79 unidades SPAD, na comparação com as respectivas plantas não infestadas. Além disso, as folhas das plantas dos acessos

A22 e A29 e da cultivar Vereda também apresentaram significativa diminuição na quantidade de clorofila ($p < 0,01\%$) quando infestadas, com redução de 7,06 a 9,59 unidades SPAD. Assim, entre os genótipos estudados, o acesso 44 foi o único que não apresentou diminuição significativa da quantidade de clorofila nas folhas das plantas infestadas (Tabela 14).

A Tabela 14 apresenta também a quantidade de minas por folha dos diferentes genótipos de meloeiro. Vale salientar que a infestação não foi padronizada com o emprego de uma quantidade conhecida de insetos, da mesma forma que ocorreu no ensaio de antibiose, razão pela qual se avaliou o número de minas por folha com o intuito de indicar o grau de preferência de cada genótipo. Apesar de a cultivar Guaporé ter sido incluída nesta pesquisa apenas como padrão de resistência e não como objeto de estudo, é importante justificar que sua maior infestação nesse ensaio de tolerância, quando comparado com os outros ensaios, possivelmente esteja relacionado com o estágio fenológico em que as plantas foram infestadas. Assim, enquanto em todos os outros ensaios as plantas foram infestadas quando apresentavam seis a sete folhas, no presente ensaio isso aconteceu quando elas já estavam com 11 a 12 folhas. A diminuição da antixenose de oviposição com o aumento da maturação fenológica é um fenômeno inverso ao que ocorre com pimentão atacado por *L. trifolii* (KASHIWAGI et al., 2005). Todavia, no caso da cultivar Guaporé, a hipótese que explicaria esse comportamento seria de que os compostos antixenóticos de oviposição poderiam ser decompostos em outras substâncias à medida que as folhas vão envelhecendo, aumentando assim a preferência do inseto por essa cultivar com o aumento da idade das folhas.

Diz-se que uma planta é tolerante quando ela possui a capacidade de sofrer uma menor perda de produtividade do que aquela manifestada por plantas suscetíveis através de sua capacidade inata de crescimento e reprodução ou até mesmo reparando a injúria sofrida (PANDA; KHUSH, 1995). Para determinar a existência de tolerância, normalmente fatores relacionados com a produção tais como quantidade de plantas sobreviventes e produção de biomassa precisam ser comparados com o emprego de parcelas infestadas e não infestadas de plantas de um mesmo genótipo (SADASIVAM; THAYUMANAVAN, 2003).

Por outro lado, entre os mecanismos fundamentais que as plantas utilizam para tolerar a herbivoria pode-se destacar o aumento da taxa fotossintética (STOWE et al., 2000; STRAUSS; AGRAWAL, 1999). Dessa forma, é possível estudar a

tolerância sem medir a produção partindo da hipótese de que uma planta pode ser tolerante quando, sob uma infestação de determinado inseto, tenha uma melhor resposta fotossintética do que outras plantas. Pierson et al. (2011) estudaram a resposta fisiológica de genótipos de soja ao ataque do pulgão-da-soja (*Aphis glycines* Matsumura) e observaram que um dos genótipos tolera um certo impacto da alimentação desse pulgão em sua integridade fotossintética.

O mesofilo foliar é o tecido mais fotossinteticamente ativo das plantas porque é nele que se localiza o cloroplasto, organela onde fica confinada a clorofila, que é o pigmento responsável pela absorção da luz pelas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2002). Nas últimas décadas, o uso de medidor foliar tem facilitado a quantificação da clorofila em folhas para diversas abordagens, tanto que essa técnica tem sido utilizada em várias culturas, tais como: milho, soja, batata, morango e abobrinha (GÜLER, 2009; GÜLER et al., 2006; MARKWELL; OSTERMAN; MITCHELL, 1995; PÔRTO et al., 2011). Essa técnica também tem sido empregada em estudos que relacionam o dano de insetos a respostas fisiológicas das plantas. Nesse sentido, Reddall et al. (2004) observaram que as infestações do ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch) provocaram reduções rápidas e severas na taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e conteúdo de clorofila em folhas de algodoeiro. Em estudos realizados com milheto e o percevejo-das-gramíneas, *Blissus leucopterus leucopterus* (Say), foi constatado que as medições da taxa fotossintética e do conteúdo de clorofila foram úteis na detecção da resistência (NI; WILSON; BUNTIN, 2009). Algumas linhagens de milho foram caracterizadas como tolerantes ao ataque da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), por apresentarem, além de outras características, maior capacidade fotossintética em comparação ao genótipo suscetível (CHEN; NI; BUNTIN, 2009; NI et al., 2008). Com base no exposto, fica claro que a técnica de medição de clorofila pode ser empregada com sucesso em estudos de resistência de plantas para detecção de tolerância ao ataque de insetos.

Com relação às moscas-minadoras, existem vários estudos que relacionam as respostas fisiológicas das plantas ao ataque de *Liriomyza* spp. Em tomateiro, foi observado que a taxa fotossintética das folhas infestadas reduziu em 62% quando comparadas às folhas não infestadas (JOHNSON et al., 1983). Com aipo, o dano causado pela alimentação da larva ou do adulto de *L. trifolii* reduziu significativamente a capacidade fotossintética das plantas (TRUMBLE; TING;

BATES, 1985). Segundo Al-Khateeb e Al-Jabr (2006), altas infestações de *L. trifolii* provocaram redução no conteúdo de clorofila, na taxa fotossintética e na produção de pepino. Mais recentemente, o mesmo medidor de clorofila empregado no presente estudo foi utilizado em pesquisa realizada com feijão na qual se observou que a alta infestação larval de *L. trifolii* provocou diminuição no conteúdo de clorofila das folhas. Contudo, esse estudo foi realizado em casa de vegetação com o objetivo de relacionar o dano provocado pelo inseto e as respostas fisiológicas de um único genótipo de feijão (YILDIRIM; ÜNAY; CIVELEK, 2010). Dessa forma, a presente pesquisa caracteriza-se por ser pioneira na utilização da técnica de medição de clorofila associada a estudos de resistência de plantas com moscas-minadoras.

Os resultados aqui obtidos sugerem que os acessos de números 5, 15, 22, 29 e 42 e as cultivares Guaporé e Vereda são não tolerantes ao ataque de *L. sativae*, pois sofrem uma diminuição na quantidade de clorofila quando infestados. Além disso, o acesso 44 parece apresentar algum nível de tolerância, pois quando infestado, não apresentou redução significativa no teor de clorofila nas folhas. É importante ressaltar que futuros estudos, envolvendo uma abordagem fisiológica mais ampla com a avaliação de outros parâmetros relacionados à fotossíntese, devem ser realizados com esse genótipo visando esclarecer os possíveis mecanismos de resistência envolvidos.

A hipótese de que o acesso 44 seja tolerante ao ataque de *L. sativae* mesmo já tendo apresentado outros tipos de resistência (antixenose e antibiose) não é contraditória, pois existem evidências de que a tolerância e os outros tipos de resistência podem ocorrer simultaneamente (FREI et al., 2004; MAURICIO, 2000; MAURICIO; RAUSHER; BURDICK, 1997; VALVERDE; FORNONI; NÚÑEZ-FARFÁN, 2003).

Tabela 14 — Médias ($\pm$ erro padrão) do número de minas por folha e do teor de clorofila das folhas em diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Minas/Folha	Clorofila (unidade SPAD) ¹		Teste t'	Prob.
		Sem infestação	Com infestação		
A44	$3,41 \pm 0,42$	$29,75 \pm 1,73$ A	$22,64 \pm 2,73$ A	2,20	^{NS} 0,05179
A5	$4,15 \pm 0,68$	$36,13 \pm 1,49$ A	$22,34 \pm 2,06$ B	5,42	*** 0,00029
A22	$4,93 \pm 1,29$	$35,24 \pm 1,34$ A	$25,65 \pm 2,28$ B	3,64	** 0,00654
A42	$5,06 \pm 0,80$	$36,82 \pm 1,03$ A	$25,13 \pm 1,27$ B	7,20	*** 9,217 e-05
A15	$5,77 \pm 0,96$	$36,60 \pm 0,81$ A	$24,29 \pm 2,45$ B	4,76	*** 0,00075
A29	$5,91 \pm 0,94$	$33,36 \pm 1,36$ A	$26,30 \pm 1,69$ B	3,26	** 0,00673
Vereda	$7,90 \pm 1,49$	$31,60 \pm 1,60$ A	$22,35 \pm 1,27$ B	4,53	** 0,00190
Guaporé	$9,08 \pm 1,33$	$35,13 \pm 0,93$ A	$25,17 \pm 0,98$ B	7,42	*** 2,248 e-05

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

^{NS} Não significativo;

** Significativo a 1% de probabilidade;

*** Significativo a 0,1% de probabilidade.

4.5.2 Avaliação do comprimento e largura das folhas

Ao se comparar o comprimento das folhas de meloeiro de plantas infestadas por *L. sativae* com as plantas não infestadas é possível notar que os genótipos A15, 'Guaporé' e 'Vereda' apresentaram folhas mais compridas quando infestados (5,98; 6,23 e 6,40 cm) do que quando não infestados (5,27; 5,38 e 5,72 cm) enquanto que nos demais genótipos não houve diferença significativa. Na comparação relativa à largura das folhas ocorreu o mesmo tipo de efeito, porém desta vez somente para A15 e 'Guaporé', com larguras de folhas de 7,29 e 8,00 cm quando infestados e 6,58 e 6,78 cm quando não infestados, respectivamente. Os demais genótipos não apresentaram diferenças significativas na comparação entre as respectivas parcelas não infestadas e infestadas (Tabelas 15 e 16).

Naturalmente, seria esperado que os parâmetros comprimento e largura das folhas dos genótipos fossem menores nas plantas infestadas do que nas sem infestação como consequência do dano causado pela alimentação do inseto no desenvolvimento da planta. Entretanto, segundo Tiffin (2000), o crescimento compensatório é uma das principais respostas fisiológicas associadas à herbivoria em plantas. Dessa forma, é possível considerar a hipótese de que os genótipos que

apresentaram maiores tamanhos foliares quando infestados sejam na teoria mais tolerantes. Contudo, ainda segundo Tiffin (2000), é interessante ressaltar que embora exista uma correlação positiva entre crescimento compensatório e tolerância não se deve classificar essa resposta fisiológica como um mecanismo de tolerância já que o desempenho da planta não foi medido podendo ocorrer de esses genótipos apresentarem maior gasto energético para produzir os frutos devido a esse mecanismo fisiológico.

Tabela 15 — Médias ($\pm$ erro padrão) do comprimento das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Comprimento (cm) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	4,75 $\pm$ 0,06 A	4,98 $\pm$ 0,22 A	-0,98	^{NS} 0,346
A15	5,27 $\pm$ 0,11 B	5,98 $\pm$ 0,15 A	-3,70	^{**} 0,004
A22	5,61 $\pm$ 0,21 A	6,01 $\pm$ 0,21 A	-1,33	^{NS} 0,218
A29	5,66 $\pm$ 0,18 A	5,45 $\pm$ 0,22 A	0,79	^{NS} 0,441
A42	5,03 $\pm$ 0,21 A	5,87 $\pm$ 0,40 A	-1,85	^{NS} 0,100
A44	4,75 $\pm$ 0,11 A	5,13 $\pm$ 0,19 A	-1,78	^{NS} 0,104
Guaporé	5,38 $\pm$ 0,12 B	6,23 $\pm$ 0,19 A	-3,57	^{**} 0,005
Vereda	5,72 $\pm$ 0,16 B	6,40 $\pm$ 0,06 A	-3,92	^{**} 0,004

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

^{NS} Não significativo;

^{**} Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 16 — Médias ($\pm$ erro padrão) da largura das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Largura (cm) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	6,32 $\pm$ 0,09 A	6,62 $\pm$ 0,29 A	-0,96	^{NS} 0,359
A15	6,58 $\pm$ 0,17 B	7,29 $\pm$ 0,20 A	-2,72	* 0,021
A22	6,74 $\pm$ 0,26 A	7,23 $\pm$ 0,22 A	-1,44	^{NS} 0,185
A29	6,99 $\pm$ 0,19 A	6,74 $\pm$ 0,27 A	0,78	^{NS} 0,447
A42	6,42 $\pm$ 0,30 A	7,26 $\pm$ 0,40 A	-1,67	^{NS} 0,133
A44	6,24 $\pm$ 0,14 A	6,56 $\pm$ 0,20 A	-1,33	^{NS} 0,210
Guaporé	6,78 $\pm$ 0,15 B	8,00 $\pm$ 0,21 A	-4,59	** 0,001
Vereda	7,81 $\pm$ 0,28 A	8,63 $\pm$ 0,24 A	-2,25	^{NS} 0,054

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

^{NS} Não significativo;

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade.

4.5.3 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca das folhas

O peso da matéria fresca das folhas dos genótipos de meloeiro não foi influenciado pela infestação por *L. sativae* com exceção do genótipo 'Guaporé', o único material que apresentou diferença significativa entre os pesos nas plantas infestadas e não infestadas. Nesse genótipo as folhas foram mais pesadas quando infestadas (2,11 g) do que sem infestação (1,61 g). No que se refere ao peso da matéria seca das folhas, o resultado encontrado foi o oposto do que foi observado nos parâmetros anteriores, já que as folhas dos genótipos A15, A29, A42 e A44 foram mais pesadas quando não estavam infestadas (variando de 0,49 a 0,72 g) em comparação às infestadas (variando de 0,19 a 0,30 g). Para os outros genótipos não houve diferença significativa entre as médias (Tabelas 17 e 18).

O maior peso da matéria fresca das folhas do genótipo 'Guaporé' nas plantas infestadas corrobora os resultados de comprimento e largura de folhas (item 4.5.2) nos quais esse genótipo também apresentou maiores valores nas plantas infestadas. Por outro lado, valores significativamente maiores nas plantas infestadas foram registrados no genótipo A15 no que se refere ao comprimento e largura de folhas e no genótipo 'Vereda' somente em relação ao comprimento, mas não

repetiram esse resultado quando avaliados em relação ao peso da matéria fresca das folhas. Possivelmente, o genótipo 'Guaporé' tenha sido o único a apresentar diferença significativa no peso da matéria fresca das folhas devido a maior diferença tanto no comprimento como na largura de suas folhas na comparação entre plantas infestadas e sem infestação (0,85 e 1,22 cm, respectivamente) enquanto que nos outros dois genótipos essa diferença foi de 0,68 cm ('Vereda') e 0,71 cm (A15) no que se refere ao comprimento e 0,71 cm (A15) no que se refere à largura (Tabelas 15 e 16).

Já em relação ao peso da matéria seca, as folhas das plantas dos genótipos A15, A29, A42 e A44 sem infestação é que foram mais pesadas do que as folhas das plantas infestadas, diferentemente do que ocorreu com os parâmetros anteriores (Tabela 18). Esse resultado é natural e esperado, pois quando se retira a água das folhas só permanecem as estruturas que compõem os tecidos vegetais, as quais foram mais danificadas pela alimentação do inseto. Segundo Parrela (1987), as moscas-minadoras se alimentam do mesófilo foliar, mais especificamente das células do parênquima paliádico e/ou do esponjoso. Assim, espera-se sempre que plantas infestadas sejam menos pesadas do que plantas sem infestação. Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos por Frei et al. (2004) que estudaram genótipos de feijão e observaram uma diminuição de mais de 60% do peso da matéria seca de plantas infestadas por *Thrips palmi* Karny no genótipo suscetível e uma diminuição de aproximadamente 45% no genótipo tolerante. Essas observações reforçam a possibilidade de ocorrência de tolerância no genótipo 'Guaporé' pelo fato de esse genótipo ter apresentado um padrão de crescimento compensatório ao dano, além de não sofrer diminuição no peso das plantas infestadas.

Tabela 17 — Médias ($\pm$ erro padrão) do peso da matéria fresca das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Peso (g) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	$1,22 \pm 0,06$ A	$1,47 \pm 0,21$ A	-1,14	^{NS} 0,27
A15	$1,43 \pm 0,06$ A	$1,59 \pm 0,10$ A	-1,42	^{NS} 0,18
A22	$1,50 \pm 0,11$ A	$1,61 \pm 0,08$ A	-0,85	^{NS} 0,41
A29	$1,62 \pm 0,08$ A	$1,51 \pm 0,08$ A	0,95	^{NS} 0,36
A42	$1,30 \pm 0,09$ A	$1,57 \pm 0,16$ A	-1,50	^{NS} 0,17
A44	$1,22 \pm 0,08$ A	$1,24 \pm 0,13$ A	-0,13	^{NS} 0,89
Guaporé	$1,61 \pm 0,11$ B	$2,11 \pm 0,14$ A	-2,74	* 0,02
Vereda	$2,02 \pm 0,19$ A	$2,32 \pm 0,11$ A	-1,36	^{NS} 0,21

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

^{NS} Não significativo;

* Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 18 — Médias ($\pm$ erro padrão) do peso da matéria seca das folhas de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Peso (g) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	$0,37 \pm 0,06$ A	$0,39 \pm 0,11$ A	-0,18	^{NS} 0,8542
A15	$0,54 \pm 0,06$ A	$0,19 \pm 0,03$ B	5,07	*** 0,0004
A22	$0,45 \pm 0,06$ A	$0,48 \pm 0,18$ A	-0,13	^{NS} 0,8922
A29	$0,72 \pm 0,07$ A	$0,30 \pm 0,07$ B	4,25	** 0,0011
A42	$0,54 \pm 0,07$ A	$0,23 \pm 0,07$ B	3,23	* 0,0119
A44	$0,49 \pm 0,03$ A	$0,26 \pm 0,09$ B	2,41	* 0,0363
Guaporé	$0,76 \pm 0,09$ A	$0,76 \pm 0,21$ A	-0,01	^{NS} 0,9907
Vereda	$0,74 \pm 0,10$ A	$0,91 \pm 0,20$ A	-0,79	^{NS} 0,4503

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

^{NS} Não significativo;

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade;

*** Significativo a 0,1% de probabilidade.

4.5.4 Avaliação do comprimento do ramo principal

O comprimento do ramo principal dos genótipos de meloeiro não foi influenciado pela infestação por *L. sativae* com exceção do genótipo A44, no qual o ramo principal foi menor quando infestado (30,15 cm) do que sem infestação (39,97 cm), indicando efeito negativo da infestação sobre o crescimento das plantas (Tabela 19).

A diminuição no comprimento do ramo principal apenas no genótipo A44 permite inferir, em princípio, que os outros genótipos não sofreram efeitos negativos da infestação sobre esse parâmetro. Contudo, é importante ressaltar a improbabilidade que todos os outros genótipos possam ser tolerantes apenas pela observação desse parâmetro. Dessa forma é mais provável que esse parâmetro não seja um bom indicador do efeito da infestação de *L. sativae* em meloeiro e que algum fator fisiológico não determinado tenha afetado o crescimento do ramo principal do genótipo A44.

Tabela 19 — Médias ($\pm$ erro padrão) do comprimento do ramo principal de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Comprimento (cm) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	59,95 $\pm$ 6,20 A	69,63 $\pm$ 5,03 A	-1,21	^{NS} 0,25
A15	36,62 $\pm$ 2,43 A	42,87 $\pm$ 5,22 A	-1,08	^{NS} 0,30
A22	45,26 $\pm$ 1,86 A	44,03 $\pm$ 0,78 A	0,60	^{NS} 0,56
A29	37,17 $\pm$ 4,80 A	44,81 $\pm$ 4,11 A	-1,20	^{NS} 0,25
A42	36,00 $\pm$ 4,19 A	43,32 $\pm$ 3,37 A	-1,36	^{NS} 0,21
A44	39,97 $\pm$ 3,81 A	30,15 $\pm$ 1,92 B	2,30	* 0,04
Guaporé	36,62 $\pm$ 3,29 A	36,38 $\pm$ 2,61 A	0,05	^{NS} 0,95
Vereda	32,70 $\pm$ 1,68 A	36,16 $\pm$ 4,44 A	-0,72	^{NS} 0,48

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

^{NS} Não significativo;

* Significativo a 5% de probabilidade.

4.5.5 Avaliação dos pesos da matéria fresca e seca do ramo principal

O peso da matéria fresca do ramo principal dos genótipos de meloeiro não foi afetado pela infestação por *L. sativae*. Nas plantas sem infestação o peso variou entre 5,55 g em A42 e 7,71 g em A44 enquanto que nas plantas infestadas variou entre 6,22 g em A15 e 8,16 g em A44 (Tabela 20).

No que se refere ao peso da matéria seca do ramo principal, houve diferença entre os valores registrados nas plantas infestadas em comparação às sem infestação nos genótipos A15, A22 e 'Vereda', nos quais foram registrados menores pesos nas plantas infestadas (0,81; 0,98 e 0,79 g) em comparação às sem infestação, nas quais os ramos pesaram 1,48; 1,54 e 2,53 g, respectivamente. Os demais genótipos não apresentaram diferença significativa na comparação entre parcelas infestadas e não infestadas (Tabela 21).

Da mesma forma que o comprimento dos ramos, os pesos da matéria fresca e seca não parecem indicar correlação com a infestação de *L. sativae*, uma vez que o peso da matéria fresca não foi afetado pela infestação do inseto e apenas três genótipos sofreram diminuição do peso da matéria seca.

Futuros estudos com o objetivo de avaliar o potencial de tolerância à herbivoria por *L. sativae* devem ser realizados com esses genótipos visando entender melhor os possíveis mecanismos de tolerância envolvidos. Segundo Tiffin (2000), a identificação de mecanismos de tolerância requer investigação da relação entre a expressão da característica e a expressão da tolerância e não somente das mudanças morfológicas e fisiológicas que ocorrem após a herbivoria.

Tabela 20 — Médias ($\pm$ erro padrão) da matéria fresca do ramo principal de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Peso (g) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	7,42 $\pm$ 0,79 A	7,72 $\pm$ 0,71 A	-0,27	NS 0,78
A15	6,36 $\pm$ 0,48 A	6,22 $\pm$ 0,64 A	0,17	NS 0,86
A22	7,07 $\pm$ 0,31 A	6,31 $\pm$ 0,33 A	1,69	NS 0,12
A29	6,42 $\pm$ 0,75 A	6,32 $\pm$ 0,52 A	0,10	NS 0,91
A42	5,55 $\pm$ 0,23 A	6,48 $\pm$ 0,64 A	-1,37	NS 0,20
A44	7,71 $\pm$ 0,66 A	8,16 $\pm$ 1,18 A	-0,33	NS 0,74
Guaporé	7,68 $\pm$ 0,66 A	7,82 $\pm$ 0,44 A	-0,18	NS 0,86
Vereda	7,32 $\pm$ 0,39 A	7,50 $\pm$ 0,62 A	-0,24	NS 0,81

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

NS Não significativo.

Tabela 21 — Médias ($\pm$ erro padrão) da matéria seca do ramo principal de diferentes genótipos de meloeiro sem e com infestação por *Liriomyza sativae*. Temp.: $25,4 \pm 0,20^\circ\text{C}$; UR: $64 \pm 1,02\%$ e fotofase: 14 horas

Genótipos	Peso (g) ¹			
	Sem infestação	Com infestação	Teste 't'	Prob.
A5	1,35 $\pm$ 0,18 A	1,00 $\pm$ 0,13 A	1,57	NS 0,147
A15	1,48 $\pm$ 0,23 A	0,81 $\pm$ 0,17 B	2,36	* 0,039
A22	1,54 $\pm$ 0,15 A	0,98 $\pm$ 0,19 B	2,33	* 0,047
A29	1,59 $\pm$ 0,24 A	0,98 $\pm$ 0,21 A	1,91	NS 0,079
A42	1,23 $\pm$ 0,19 A	1,21 $\pm$ 0,39 A	0,05	NS 0,957
A44	2,90 $\pm$ 0,60 A	1,45 $\pm$ 0,65 A	1,64	NS 0,131
Guaporé	2,86 $\pm$ 0,26 A	2,12 $\pm$ 0,34 A	1,67	NS 0,127
Vereda	2,53 $\pm$ 0,30 A	0,79 $\pm$ 0,19 B	4,90	** 0,001

¹ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$, teste t);

NS Não significativo;

* Significativo a 5% de probabilidade;

** Significativo a 1% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta pesquisa sobre resistência de genótipos de meloeiro a *L. sativae*, conclui-se que:

- Para ensaios de preferência de oviposição com infestação controlada são necessários quatro casais/planta por um período mínimo de 24 horas de infestação;
- Entre os 45 genótipos de meloeiro submetidos à infestação por adultos de *L. sativae*, as cultivares Mc Laren e Guaporé e os acessos A2, A5, A8, A15, A18, A22, A28, A29, A42 e A44 são os que propiciam o menor número de minas por planta;
- Entre tais genótipos, 'Guaporé' e os acessos A5, A22, A29, A42 e A44 são os menos preferidos para oviposição, indicando a existência de fatores antixenóticos;
- Os genótipos 'Mc Laren', 'Guaporé', A22, A29, A42 e A44 são os que mais afetam os parâmetros biológicos do inseto, o que permite inferir que apresentam resistência do tipo antibiose e/ou antixenose para alimentação;
- A quantidade de clorofila nas folhas é um parâmetro adequado para estudos de tolerância de meloeiro a *L. sativae*;
- 'Guaporé' e A44 são os genótipos que apresentam as melhores respostas da planta ao ataque do inseto, o que permite inferir que podem apresentar resistência do tipo tolerância;
- Entre os 40 acessos de meloeiro avaliados inicialmente, aqueles com os números 5, 22, 29, 42 e 44 são os mais promissores para futuros estudos de melhoramento como fontes de resistência a *L. sativae*.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J.A.; BLEICHER, E.; HAJI, F.N.P.; BARBOSA, F.R. Pragas: tecnologia no manejo de controle. In: TAVARES, S.C.C.H. (Ed.). **Melão**: fitossanidade. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 8, p. 51-81. (Frutas do Brasil, 25).

AL-KHATEEB, S.A.; AL-JABR, A.M. Effect of leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on gas exchange capacity of cucumber, *Cucumis sativus* L. grown under greenhouse conditions. **Acta Horticulture**, Pahang, n. 710, p. 423-428, 2006.

ARAUJO, E.L.; FERNANDES, D.R.R.; GEREMIAS, L.D.; MENEZES NETTO, A.C.; FILGUEIRA, M.A. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. **Caatinga**. Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212. 2007.

ARAÚJO, J.L.P.; VILELA, N.J. Aspectos socioeconômicos. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. (Ed.). **Melão**: produção, aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. cap. 2, 15-18. (Frutas do Brasil, 33).

BETHKE, J.A.; PARRELLA, M.P. Leaf puncturing, feeding and oviposition behavior of *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 39, n. 2, p. 149-154, 1985.

BOISSOT, N.; LAFORTUNE, D.; PAVIS, C.; SAUVION, N. Field resistance to *Bemisia tabaci* in *Cucumis melo*. **HortScience**, Virginia, v. 38, n. 1, p. 77-80, February, 2003.

BOISSOT, N.; PAVIS, C.; GUILLAUME, R.; LAFORTUNE, D.; SAUVION, N. Insect resistance in *Cucumis melo* accession 90625. In: KATZIR, N.; PARIS, H. (Eds.) EUCARPIA MEETING ON CUCURBIT GENETICS AND BREEDING, 7, 2000, Ma'ale Ha Hamisha, Israel. Proceedings. **Acta Horticulture**, Leuven, n. 510, p. 297-304, 2000.

BONJOUR, E.L.; FARGO, W.S.; RENSNER, P.E. Ovipositional preference of squash bugs (Heteroptera: Coreidae) among cucurbits in Oklahoma. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 3, p. 943-947, 1990.

BORDAT, D.; LATERROT, H.; RENAND, M.; MORETTI, A. Phénomènes de résistance de *Lycopersicon cheesmanii* Riley à *Liriomyza trifolii* (Burgess) et *L. sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **L'Agronomie Tropicale**, Paris, v. 42, n. 1, p. 43-46, 1987.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical methodology)**, Coventry, v. 26, n. 2, p. 211-252, 1964.

BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J.A.; FREITAS, J.A.D.; ASSIS, J.S.; MESQUITA, A.L.M.; AZEVEDO, F.R. A produção integrada de melão no Brasil. In: BRAGA SOBRINHO, R.; GUIMARÃES, J.A.; FREITAS, J.A.D.; TERAPO, D. (Org.). **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. cap. 2, p. 29.

CHANDLER, L.D.; THOMAS, C.E. Seasonal population trends and foliar damage of agromyzid leafminers on cantapoup in the Lower Rio Grande Valley, Texas. **The Journal of the Georgia Entomological Society**, Griffin, v. 18, n. 1, p. 112-120, 1983.

CHARLTON, C.A.; ALLEN, W.W. The biology of *Liriomyza trifolii* on beans and chrysanthemums. In: IFAS-INDUSTRY CONFERENCE ON BIOLOGICAL CONTROL OF *LIRIOMYZA* LEAFMINERS, 1981, Gainesville: **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1981. chap. 3, p. 42-49.

CHEN, Y.; NI, X.; BUNTIN, G.D. Physiological, nutritional, and biochemical bases of corn resistance to foliage-feeding fall armyworm. **Journal of Chemical Ecology**. Tampa, v. 35, n. 3, p. 297-306, 2009.

ÇIKMAN, E.; CIVELEK, H.S. Contributions to the leafminer fauna (Diptera: Agromyzidae) from Turkey, with four new records. **Phytoparasitica**, Jerusalem, v. 33, n. 4, p. 391-396, 2005.

CIVELEK, H.S. Checklist of Agromyzidae (Diptera) of Turkey, with a new record. **Phytoparasitica**, Jerusalem, v. 31, n. 2, p. 132-138, 2003.

COLLINS, D.W. The separation of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) from related indigenous and non-indigenous species encountered in the United Kingdom using cellulose acetate electrophoresis. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 128, n. 3, p. 387-398, 1996.

COSTA, A.S.; SILVA, D.M.; DUFFUS, J.E. Plant virus transmission by a leaf-miner fly. **Virology**, Evanston, v. 5, n. 1, p. 145-149, 1958.

COSTA, N.D.; GRANGEIRO, L.C. **Sistemas de produção de melão: cultivares**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2010. (Sistemas de Produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melao/SistemaProducaoMelao/cultivares.html>>. Acesso em: 01 maio 2012.

COSTA, N.D.; SILVA, H.R. Cultivares. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. (Ed.). **Melão: produção, aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. cap. 6, p. 29-34. (Frutas do Brasil, 33).

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

_____. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, n. 1, p. 195-201, 2010.

CRUZ, C. A. **Observações sobre o comportamento de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard, 1926 (Diptera – Agromyzidae) em cultura de batatinha (*Solanum tuberosum* L.)**. 1988. 52 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

CRUZ, C.A.; OLIVEIRA, A.M.; GOMES, G.L. **Efeito de inseticidas com ação de contato na população de larva minadora da folhagem (*Liriomyza* spp.) em tomateiro**. Itaguaí: PESAGRO-RIO, 1982. 3 p. (Pesquisa em Andamento 12).

CRUZ, C.A.; OLIVEIRA, A.M.; GONÇALVES, C.R. **Levantamento da larva minadora *Liriomyza* spp. em plantas cultivadas e silvestres no estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: PESAGRO-RIO, 1980. 3 p. (Comunicado Técnico 68).

CUTHBERTSON, A.G.S.; BLACKBURN, L.F.; NORTHING, P.; MATHERS, J.J.; LUO, W.; WALTERS, K.F.A. Environmental evaluation of hot water treatments to control *Liriomyza huidobrensis* infesting plant material in transit. **International Journal of Environmental Science and Technology**, Tehran, v. 6, n. 2, p. 167-174, 2009

DEKEBO, A.; KASHIWAGI, T.; TEBAYASHI, S.I.; KIM, C.S. Nitrogenous ovipositional deterrents in the leaves of sweet pepper (*Capsicum annuum*) at the mature stage against the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 71, n. 2, p. 421-426, 2007.

DETHIER, V.G.; BROWNE, L.B.; SMITH, C.N. The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 53, n. 1, p. 134-136, 1960.

DHILLON, M.K.; SHARMA, H.C. Influence of seed treatment and abiotic factors on damage to Bt and non-Bt cotton genotypes by the serpentine leaf miner *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, Nairobi, v. 30, n. 3, p. 127-131, 2010.

DOGIMONT, C.; BORDAT, D.; PITRAT, M.; PAGES, C. Characterization of resistance to *Liriomyza trifolii* (Burgess) in melon (*Cucumis melo* L.). **Fruits**, Paris, v. 50, n. 6, p. 449-452, 1995.

DOGIMONT, C.; BORDAT, D.; PAGES, C.; BOISSOT, N.; PITRAT, M. One dominant gene conferring the resistance to the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) Diptera: Agromyzidae in melon (*Cucumis melo* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 105, n. 1, p. 63-67, 1999.

EASON, G.; KENNEDY, G.G. Techniques in screening *Cucumis sativus* L. for resistance to the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard. **HortScience**, Corvallis, v. 14, n. 2, p. 120, 1979.

ELSEY, K.D. Resistance mechanisms in *Cucurbita moschata* to pickleworm and melonworm (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 5, p. 1048-1051, 1985.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. 2012. **PQR - EPPO database on quarantine pests (available online)**. 2012. Disponível em: <<http://www.eppo.int>>. Acesso em: 01 maio 2012.

FACKNATH, S.; WRIGHT, D.J. Is host selection in leafminer adults influenced by pre-imaginal or early adult experience? **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 131, n. 8, p. 505-512, 2007.

FENG, X.; CHEN, N.; MA, J.; ZHU, S.; HU, X. Molecular identification of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Dipt., Agromyzidae) based on real-time PCR. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 131, n. 8, p. 548-552, 2007.

FERGANY, M.; KAUR, B.; MONFORTE, A.J.; PITRAT, M.; RYS, C.; LECOQ, H. DHILLON, N.P.S.; DHALIWAL, S.S. Variation in melon (*Cucumis melo*) landraces adapted to the humid tropic of southern India. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Gatersleben, v. 58, n. 2, p. 225-243, 2011.

FERNANDES, O.A. Pragas do meloeiro. In: SOBRINHO, R.B.; CARDOSO, J.E.; FREIRE, F.C.O. (Ed.). **Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998. cap. 11, p. 181-189.

FOSTER, R.E.; SANCHEZ, C.A. Effect of *Liriomyza trifolii* (Diptera, Agromyzidae) larval damage on growth, yield and cosmetic quality of celery in Florida. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, n. 6, p. 1721-1725, 1988.

FREI, A.; BUENO, J.M.; DIAZ-MONTANO, J.; GU, H.; CARDONA, C.; DORN, S. Tolerance as a mechanism of resistance to *Thrips palmi* in common beans. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 112, n. 2, p. 73-80, 2004.

GARZO, E.; SORIA, C.; GÓMEZ-GUILLAMON, M.L.; FERERES, A. Feeding behavior of *Aphis gossypii* on resistant accessions of different melon genotypes (*Cucumis melo*). **Phytoparasitica**. Jerusalem, v. 30, n. 2, p. 129-140. 2002.

GUILLAUME, R.; BOISSOT, N. Resistance to *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) in *Cucumis* species. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 94, n. 3, p. 719-723, 2001.

GUIMARÃES, J.A.; AZEVEDO, F.R. de; BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M. **Recomendações técnicas para o manejo da mosca-minadora no meloeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 6 p. (Comunicado Técnico, 107).

GUIMARÃES, J.A.; OLIVEIRA, V.R.; MICHEREFF FILHO, M.; LIZ, R.S. de. **Avaliação da resistência de híbridos de melão tipo amarelo à mosca minadora *Liriomiza* spp.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 54).

GÜLER, S. Effects of nitrogen on yield and chlorophyll of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. **Bangladesh Journal of Botany**, Dhaka, v. 38, n. 2, p. 163–169, 2009.

GÜLER, S.; MACIT, I.; KOÇ, A.; IBRIKCI, H. Estimating leaf nitrogen status of strawberry by using chlorophyll meter reading. **Journal of Biological Science**, Gaziantep, v. 6, n. 6, p. 1011–1016, 2006.

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

HAGHANI, M.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A.A.; BANIAMERI, V. Thermal requirement and development of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on cucumber. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 100, n. 2, p. 350-356, 2007.

HALLMAN, G.J.; GUO, K.; LIU, T.X. Phytosanitary irradiation of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 104, n. 6, p. 1851-1855. 2011.

HARTLEY, H.O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, London, v. 37, n. 3/4, p. 271-280, 1950.

HAWTHORNE, D.J.; SHAPIRO, J.A.; TINGEY, W.M.; MUTSCHLER, M.A. Trichome-borne and artificially applied acylsugars of wild tomato deter feeding and oviposition of the leafminer *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1992.

HOPKINS, A.D. A discussion of C.G. Hewitt's paper on "Insect Behaviour." **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 10, n. 1, p. 92-93, 1917.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Frutas frescas: exportação**. 2012. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 09 fev. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=20>> Acesso em: 12 jan. 2012.

JOHNSON, M.W.; WELTER, S.C.; TOSCANO, N.C.; TING, I.P.; TRUMBLE, J.T. Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 5, p. 1061-1063, 1983.

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

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

KASHIWAGI, T.; MEKURIA, D.B.; DEKEBO, A.; SATO, K.; TEBAYASHI, S.I.; KIM, C.S. A new oviposition deterrent to the leafminer, *Liriomyza trifolii*: cucurbitane glucoside from *Momordica charantia*. **Zeitschrift für Naturforschung C**, Tübingen, v. 62, n. 7/8, p. 603-607, 2007.

KASPI, R.; PARRELLA, M.P. Polyandry and reproduction in the serpentine leaf miner, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Insect Behaviour**, Columbia, v. 21, n. 5, p. 323-336, 2008.

KENNEDY, G.G.; BOHN, G.W.; STONER, A.K.; WEBB, R.E. Leafminer resistance in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 103, n. 5, p. 571-574, 1978.

KERJE, T.; GRUM, M. The origin of melon, *Cucumis melo*: a review of the literature. **Acta Horticulture**, The Hague, n. 510, p. 37-44, 2000.

KISHABA, A.N.; BOHN, G.W.; TOBA, H.H. Resistance to *Aphis gossypii* in muskmelon. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 64, n. 4, p. 935-937, 1971.

_____. Genetic aspects of antibiosis to *Aphis gossypii* in *Cucumis melo* from India. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 101, n. 5, p. 557-561, 1976.

KLINGLER, J.; KOVALSKI, I.; SILBERSTEIN, L.; PERL-TREVES, R.; THOMPSON, G.A. *Aphis gossypii* resistance in *Cucumis melo*: the genetic basis of a phloem-specific defense. **Acta Horticulture**, The Hague, n. 510, p. 313-320, 2000.

KOO, H.N.; YUN, S.H.; YOON, C.; KIM, G.H. Electron beam irradiation induces abnormal development and the stabilization of p53 protein of American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). **Radiation Physics and Chemistry**, Melbourne, v. 81, n. 1, p. 86-92, 2012.

KRUSKAL, W.H.; WALLIS, W.A. Use of ranks in one-criterion variance analysis, **Journal of the American Statistical Association**, Irvine, v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEDIEU, M.S.; HELYER, N.L. Observations on the economic importance of tomato leaf miner (*Liriomyza bryoniae*) (Agromyzidae). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 103-109, 1985.

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

LORINI, I.; FOERSTER, L.A. Flutuação populacional e parasitismo de *Liriomyza sativae* Blanchard, 1938 (Diptera: Agromyzidae) na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 243-249, 1985.

MALLICK, M.F.R.; MASUI, M. Origin, distribution and taxonomy of melons. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, n. 3, p. 251-261, 1986.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J.C.; MITCHELL, J.L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Lubbock, v. 46, n. 3, p. 467-472, 1995.

MASON, G.A.; TABASHNIK, B.E.; JOHNSON, M.W. Effects of biological and operacional factors on evolution of insecticide resistance in *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 2, p. 369-373, 1989.

MAURICIO, R. Natural selection and the joint evolution of tolerance and resistance as plant defenses. **Evolutionary Ecology**, Geelong, v. 14, n. 4/6, p. 491-507, 2000.

MAURICIO, R.; RAUSHER, M.D.; BURDICK, D.S. Variation in the defense strategies of plants: are resistance and tolerance mutually exclusive? **Ecology**, Davis, v. 78, n. 5, p. 1301-1311, 1997.

MAYHEW, P.J. Adaptative patterns of host-plant selection by phytophagous insects. **Oikos**, Oxford, v. 79, n. 3, p. 417-428, 1997.

_____. Herbivore host choice and optimal bad motherhood. **Trends in Ecology & Evolution**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 165-167, 2001.

McCREIGHT, J.D.; KISHABA, A.N.; BOHN, G.W. AR Hale's Best Jumbo, AR 5 and AR Topmark: melon aphid-resistant muskmelon breeding lines. **HortScience**, Virginia, v. 19, n. 2, p. 309-310, 1984.

MEKURIA, D.B.; KASHIWAGI, T.; TEBAYASHI, S.I.; KIM, C.S. Cucurbitane triterpenoid oviposition deterrent from *Momordica charantia* to the leafminer, *Liriomyza trifolii*. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 69, n. 9, p. 1706-1710, 2005.

_____. Cucurbitane glucosides from *Momordica charantia* leaves as oviposition deterrents to the leafminer, *Liriomyza trifolii*. **Zeitschrift für Naturforschung C**, Tübingen, v. 61, n. 1/2, p. 81-86, 2006.

MENEZES, J.B.; FILGUEIRAS, H.A.C.; ALVES, R.E.; MAIA, C.E.; ANDRADE, G.G. de; ALMEIDA, J.H.S. de; VIANA, F.M.P. Características do melão para exportação. In: ALVES, R.E. (Org.). **Melão: pós-colheita**. Brasília; Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnológica, 2000. cap. 2, p. 13-22. (Frutas do Brasil, 10).

MENKEN, S.B.J.; ULENBERG, S.A. Diagnosis of the agromyzids *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* by means of starch gel electrophoresis. **Entomologica Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 34, n. 2, p. 205-208, 1983.

_____. Allozymatic diagnosis of four economically important *Liriomyza* species (Diptera, Agromyzidae). **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 109, n. 1, p. 41-47, 1986.

MINKENBERG, O.P.J.M. Dispersal of *Liriomyza trifolii*. **EPPO Bulletin**, Paris, v. 18, n. 1, p. 173-182, 1988a.

_____. Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. **Entomologica Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.48, n. 1, p.73-84, 1988b.

MORAES, G.J.; MAGALHÃES, A.A.; OLIVEIRA, C.A.V. Resistência de variedades de *Vigna unguiculata* ao ataque de *Liriomyza sativae* (Diptera, Agromyzidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 219-221, 1981.

MUNGER, H.M.; ROBINSON, R.W. Nomenclature of *Cucumis melo* L. **Cucurbits Genetic Cooperative Report**, Raleigh, n. 14, p. 43-44, 1991.

MUSGRAVE, C.A.; BENNETT, D.R.; POE, S.L.; WHITE, J.M. Pattern of vegetable leaf miner infestations in Florida celery. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 89, n. 3, p.150-154, 1976.

NI, X.; WILSON, J.P.; BUNTIN, G.D. Differential responses of forage pearl millet genotypes to chinch bug (Heteroptera: Blissidae) feeding. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 102, n. 5, p. 1960-1969, 2009.

NI, X.; DA, K.; BUNTIN, G.D.; BROWN, S.L. Physiological basis of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) resistance in seedlings of maize inbred lines with varying levels of silk maysin. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 91, n. 4, p. 537-545. 2008.

NUGENT, P.E.; CUTHBERT, F.P.; HOFFMAN, J.C. Two genes for cucumber beetle resistance in muskmelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, n. 6, p. 756-759, 1984.

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

OLIVEIRA, A.M.; CRUZ, C.A.; LEAL, N.R.; LIBERAL, M.T.; ARAUJO, M.L. **Observações preliminares sobre a incidência da larva minadora da folhagem *Liriomyza* spp. em cultivares de tomateiro rasteiro**. Itaguaí: PESAGRO-RIO, 1983. 6 p. (Pesquisa em Andamento, 15).

OUDMAN, L.; AUKEMA, B.; MENKEN, S.B.J.; ULENBERG, S.A. A procedure for identification of polyphagous *Liriomyza* species using enzyme electrophoresis. **EPPO Bulletin**, Paris, v. 25, n. 1/2, p. 349-355, 1995.

PANDA, N.; KHUSH, G.S. **Host plant resistance to insects**. Wallingford: CAB International, 1995. 431 p.

PARRELLA, M.P. A review of the history and taxonomy of economically important serpentine leafminers (*Liriomyza* spp.) in California. **Pan-Pacific Entomologist**, San Francisco, v. 58, p. 302-308, 1982.

_____. Intraspecific competition among larvae of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): Effects on colony production. **Environmental Entomology**, College Park, v. 12, p. 1412-1414, 1983.

_____. Effect of temperature on oviposition, feeding and longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 116, n. 1, p. 85-92, 1984.

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

PARRELLA, M.P.; BETHKE, J.A. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster and pea. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 2, p. 342-345, 1984.

PARRELLA, M.P.; TRUMBLE, T.J. Decline of resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in the absence of insecticide selection pressure. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 2, p. 365-368, 1989.

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

PIERSON, L.M.; HENG-MOSS, T.M.; HUNT, T.E.; REESE, J. Physiological responses of resistant and susceptible reproductive stage soybean to soybean aphid (*Aphis glycines* Matsumura) feeding. **Arthropod-Plant Interactions**, Helsinki, v. 5, n. 1, p. 49-58, 2011.

PITRAT, M.; CHAUVET, M.; FOURY, C. Diversity, history and production of cultivated cucurbits. **Acta Horticulture**, The Hague, n. 492, p. 21-28, 1999.

PITRAT, M.; HANELT, P.; HAMMER, K. Some comments on infraspecific classification of cultivars of melon. **Acta Horticulture**, The Hague, n. 510, p. 29-36, 2000.

PÔRTO, M.L.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; ALVES, J.C.; ARRUDA, J.A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.

PRANDO, H.F.; CRUZ, F.Z. Aspectos da biologia de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera, Agromyzidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 77-88, 1986.

QUEIRÓZ, M.A. de; RAMOS, S.R.R.; MOURA, M. da C.C.L.; COSTA, M.S.V.; SILVA, M.A.S. Situação atual e prioridades do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cucurbitáceas do Nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 25-29, 1999. Suplemento.

RAUF, A.; SHEPARD, B.M.; JOHNSON, M.W. Leafminers in vegetables, ornamental plants and weeds in Indonesia: surveys of host crops, species composition and parasitoids. **International Journal of Pest Management**, Cardiff, v. 46, n. 4, p. 257-266, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

REDDALL, A.; SADRAS, V.O.; WILSON, L.J.; GREGG, P.C. Physiological responses of cotton to two-spotted spider mite damage. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 3, p. 835-846, 2004.

ROBINSON, R.W.; DECKER-WALTERS, D.S. **Cucurbits**. Wallingford: CAB International, 1997. 226 p.

ROSSETTO, C.J.; MEDONÇA, N.T. A mosca minadora da melancia, *Liriomyza langei* Frick, 1951 (Diptera: Agromyzidae). **Bragantia**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 91-94, 1968.

SADASIVAM, S.; THAYUMANAVAN, B. **Molecular host plant resistance to pests**. New York: Marcel Dekker, 2003. 479 p.

SANTOS, M.S. **Resistência de genótipos de citros a lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae)**. 2009. 133 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SARRIA, E.; PALOMARES-RIUS, F.J.; LÓPEZ-SESÉ, A.I.; HEREDIA, A.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M.L. Role of leaf glandular trichomes of melon plants in deterrence of *Aphis gossypii* Glover. **Plant Biology**, Freiburg, v. 12, n. 3, p. 503-511, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS/Stat**: 9.1.3. Cary, 2003.

SAUVION, N.; MAURIELLO, V.; RENARD, B.; BOISSOT, N. Impact of melon accessions resistant to aphids on the demographic potential of silverleaf whitefly. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 557-567, 2005.

SCHEFFER, S.J. Molecular evidence of cryptic species within the *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 4, p. 1146-1151, 2000.

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

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

SCHEIRS, J.; DE BRUYN, L. Integrating optimal foraging and optimal oviposition theory in plant-insect research. **Oikos**, Oxford, v. 96, n. 1, p. 187-191, 2002.

SCHEIRS, J.; DE BRUYN, L.; VERHAGEN, R. Optimization of adult performance determines host choice in a grass miner. **Proceedings of the Royal Society of London, B**, London, v. 267, n. 1457, p. 2065-2069, 2000.

SCHEIRS, J.; ZOEBISCH, T.G.; SCHUSTER, D.J.; DE BRUYN, L. Optimal foraging shapes host preference of a polyphagous leafminer. **Ecological Entomology**, New York, v. 29, n. 3, p. 375-379, 2004.

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

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

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

SIMMONS, A.M.; McCREIGHT, J.D. Evaluation of melon for resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 89, n. 6, p. 1663-1668, 1996.

SMITH, C.M.; BRIM, C.A. Resistance to Mexican bean beetle and corn earworm in soybean genotypes derived from PI 227687. **Crop Science**, Madison, v. 19, n. 3, p. 313-314, 1979.

SORIA, C.; LÓPEZ-SESÉ, A.I.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M.L. Resistance mechanisms of *Cucumis melo* var. *agrestis* against *Trialeurodes vaporariorum* and their use to control a closterovirus that causes a yellowing disease of melon. **Plant Pathology**. Sutton Bonington, v. 45, n. 4, p. 761-766, 1996.

_____. Resistance of *Cucumis melo* against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology**. College Park, v. 28, n. 5, p. 831-835, 1999.

SOUSA, V.F. de; RODRIGUES, B.H.N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E.F.; VIANA, F.M.P.; SILVA, P.H.S. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 68 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 21).

SOUZA, J.C.; SALGADO, L.O.; RIGITANO, R.L.O.; REIS, P.R. Danos causados pela mosca-minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard, 1926 (Diptera: Agromyzidae) na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), no plantio de inverno no Sul de Minas Gerais, e eficiência do Aldicarb no seu controle. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 22-29, 1998.

SPENCER, K.A. **Agromyzidae (Diptera) of economic importance**. The Hague: Dr. W. Junk B. V., 1973. 418 p.

_____. **Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera)**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1990. 444 p. (Series Entomologica, 45).

STOWE, K.A.; MARQUIS, R.J.; HOCHWENDER, C.G.; SIMMS, E.L. The evolutionary ecology of tolerance to consumer damage. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 31, p. 565-595, 2000.

STRAUSS, S.Y.; AGRAWAL, A.A. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. **Trends in Ecology & Evolution**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 179-185, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

THOMAS, S.; DOGIMONT, C.; BOISSOT, N. Association between *Aphis gossypii* genotype and phenotype on melon accessions. **Arthropod-Plant Interactions**, Helsinki, v. 6, n. 1, p. 93–101, 2012.

THOMPSON, J.N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 47, n. 1, p. 3-14, 1988.

TIFFIN, P. Mechanisms of tolerance to herbivore damage: what do we know? **Evolutionary Ecology**, Geelong, v. 14, n. 4/6, p. 523-536, 2000.

TORRES FILHO, J.; NUNES, G.H.S.; VASCONCELOS, J.J.C.; COSTA FILHO, J.H. da; COSTA, G.G. Caracterização morfológica de acessos de meloeiro coletados no Nordeste brasileiro. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 174-181, 2009

TRUMBLE, J.T.; TING, I.P.; BATES, L. Analysis of physiological, growth, and yield responses of celery to *Liriomyza trifolii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 38, n. 1, p. 15-21, 1985.

VALVERDE, P.L.; FORNONI, J.; NÚÑEZ-FARFÁN, J. Evolutionary ecology of *Datura stramonium*: equal plant fitness benefits of growth and resistance against herbivory. **Journal of Evolutionary Biology**, Malden, v. 16, n. 1, p. 127-137, 2003.

VENDRAMIM, J.D.; PARRA, J.R.P. Utilização do índice potencial reprodutivo corrigido em estudos de resistência de plantas a insetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 10., 1986, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SEB, 1986. p. 173.

VIDELA, M.; VALLADARES, G.; SALVO, A. Differential effects of experience on feeding and ovipositing preferences of a polyphagous leafminer. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 137, n. 2, p. 184-192, 2010.

_____. Choosing between good and better: optimal oviposition drives host plant selection when parents and offspring agree on best resources. **Oecologia**, Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/b81744v401437287/>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

VILLAS BÔAS, G.L.; BUSO, J.A.; VIEIRA, J.V. Avaliação de genótipos de melão para resistência à mosca-branca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Resumos...** Gramado: SEB, 2004. p. 578.

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

WEHNER, T.C.; ELSEY, K.D.; KENNEDY, G.G. Screening for cucumber antibiosis to pickleworm. **HortScience**, Virginia, v. 20, n. 6, p. 1117-1119, 1985.

WEI, J.; ZOU, L.; KUANG, R.; HE, L. Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by pea leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Zoological Studies**, Taipei, v. 39, n. 4, p. 295–300, 2000.

WISE, M.J.; PARTELOW, J.M.; EVERSON, K.J.; ANSELMO, M.K.; ABRAHAMSON, W.G. Good mothers, bad mothers, and the nature of resistance to herbivory in *Solidago altissima*. **Oecologia**, Heidelberg, v. 155, n. 2, p. 257–266, 2008.

WOLFENBARGER, D.A.; WOLFENBARGER, D.O. Tomato yields and leaf miner infestations and a sequential sampling plan for determining need for control treatments. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 59, n. 2, p. 279-283, 1966.

YILDIRIM, E.M.; ÜNAY, A.; CIVELEK, H.S. The effect of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on some leaf characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Food, Agriculture & Environment**. Helsinki, v. 8, n. 3/4, p. 839-841, 2010.

ZHAO, Y.X.; KANG, L. Role of plant volatiles in host plant location of the leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Physiological Entomology**, London, v. 27, n. 2, p. 103-111, 2002.

_____. Olfactory responses of the leafminer *Liriomyza sativae* (Dipt., Agromyzidae) to the odours of host and non-host plants. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 127, n. 2, p. 80-84, 2003.

ZOEBISCH, T.G.; SCHUSTER, D.J. Suitability of foliage of tomatoes and three weed hosts for oviposition and development of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 80, n. 4, p. 758-762, 1987.

ZOEBISCH, T.G.; SCHUSTER, D.J.; GILREATH, J.P. *Liriomyza trifolii*: oviposition and development in foliage of tomato and common weed hosts. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 67, n. 2, p. 250-254, 1984.