

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”**

**Efeito da temperatura e da UR na biologia de *Liriomyza trifolii***  
**(Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata* (L.) Walp.**

**Tiago Cardoso da Costa-Lima**

**Dissertação apresentada para obtenção do título de**  
**Mestre em Ciências. Área de concentração:**  
**Entomologia**

**Piracicaba**  
**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Tiago Cardoso da Costa-Lima**  
**Biólogo**

**Efeito da temperatura e da UR na biologia de *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880)  
(Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata* (L.) Walp.**

**Orientador:**  
**Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO POSTALI PARRA**

**Dissertação apresentada, para obtenção do título de Mestre em  
Ciências. Área de concentração: Entomologia**

**Piracicaba**  
**2007**

**Aos meu pais,  
ofereço.**

**Dedico essa pesquisa a minha noiva Cacau,  
por todo apoio e compreensão nessa minha  
caminhada, permitindo mais a frente a  
construção de uma trilha em comum.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Dr. Prof. José Roberto Postali Parra, por todos os ensinamentos nesses dois anos de convívio e pelo exemplo de profissionalismo como professor e pesquisador;

Ao Dr. Marcone Chagas, pelo incentivo e apoio na pesquisa, o qual me possibilitou trabalhar com uma problemática da minha região. Assim como pela ajuda na obtenção de insetos para a criação;

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Dr. Prof. Elton Araujo, pelo auxílio na obtenção dos insetos para criação;

A Dra. Marinéia Haddad, pelo grande auxílio nas análises estatísticas;

À Neide Zério, por toda amizade, paciência e companheirismo, além da inestimável colaboração na realização desta pesquisa;

A todos os professores do Setor de Entomologia que muito engrandeceram minha formação;

Aos funcionários do Setor de Entomologia, sempre prestativos quando necessário;

Ao amigo Leandro Geremias por toda ajuda nos trabalhos de laboratório, assim como nas eternas discussões científicas que foram de grande valor para a construção dessa dissertação;

Ao estagiário e amigo Alexandre Begiato, que além das ajudas diárias no laboratório, engrandeceu bastante esse trabalho com suas idéias e habilidades para concretizá-las;

A todos os colegas do Laboratório que sempre ajudaram no andamento da pesquisa ou com discussões que somaram a essa dissertação;

À Nivia Dias por toda sua disposição em ajudar, mesmo antes do meu ingresso no programa de mestrado em Entomologia;

Aos estagiários Aline, Alexandre, Lucas e a Camila que deram suas contribuições em algumas fases dos experimentos;

Aos amigos Cristiane Nardi, Angelina, Cristiane Müller e Cherre que ajudaram em diferentes partes dessa dissertação;

A todos os amigos de turma da pós-graduação em Entomologia que tornarão esses anos mais agradáveis, Tibério, Fernando, Maru, Eliane, Carol, Rose, Marisol, Katherine, Áurea, Cris, Ana Paula, Zé, Newton, Letícia, Daiane, Flávia, Alberto, Renata, Priscila, Jorjão, e Sinhá;

Assim como todos amigos de convívio diário das demais turmas da pós-graduação em Entomologia que de alguma forma ajudaram na conclusão dessa dissertação.

“Eita,Nordeste da peste,  
se dizem que temos pobreza  
E atribuem à natureza,  
Contra isso,eu digo não.  
Na verdade temos fartura  
Do petróleo ao algodão.  
Procure por aí a fora  
"Cabra" que acorda antes da aurora  
E da enxada lança mão.  
Procure mulher com dez filhos  
Que quando a palma não alimenta  
Bebem leite de jumenta  
E nenhum dá pra ladrão  
Procure no mundo uma cidade  
Com a beleza e a claridade  
Do luar do meu sertão.”

(Luiz Gonzaga)

## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1 Mosca-minadora, <i>Liriomyza</i> spp.....	12
2.1.1 Taxonomia.....	12
2.1.2 Biologia.....	13
2.1.3 Hospedeiros .....	15
2.1.4 Distribuição geográfica.....	16
2.1.5 Histórico no Brasil .....	17
2.1.6 Danos e importância econômica .....	19
2.2 Inimigos naturais .....	20
2.2.1 Predadores.....	20
2.2.2 Parasitóides.....	21
2.3 Medidas de controle de <i>Liriomyza</i> spp. ....	22
2.3.1 Controle biológico.....	22
2.3.2 Controle químico .....	24
2.3.3 Métodos alternativos .....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	27
3.1 Manutenção das plantas hospedeiras.....	27
3.2 Criação da mosca-minadora, <i>Liriomyza trifolii</i> .....	27
3.3 Influência da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de <i>L. trifolii</i> .....	28
3.3.1 Temperatura.....	28
3.3.2 Umidade relativa do ar (UR).....	30
3.3.3 Análises estatísticas .....	30
3.4 Influência da temperatura e UR nos parâmetros biológicos dos adultos de <i>L. trifolii</i> .....	31
3.4.1 Temperatura.....	31
3.4.2 Umidade relativa do ar .....	32
3.4.3 Análises estatísticas.....	34



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Influência da temperatura e UR no desenvolvimento de <i>Liriomyza trifolii</i> .....	35
4.1.1 Biologia de <i>L. trifolii</i> em diferentes temperaturas.....	35
4.1.2 Exigências térmicas de <i>L. trifolii</i> .....	40
4.1.2 Umidade relativa do ar .....	45
4.2.1 Temperatura.....	48
4.2.2 Umidade relativa do ar .....	56
4.3 Análise conjunta do efeito da temperatura e da UR no desenvolvimento e adaptação de <i>L. trifolii</i> .....	61
5 CONCLUSÕES .....	65
REFERÊNCIAS.....	67

## RESUMO

### **Efeito da temperatura e da UR na biologia de *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata* (L.) Walp.**

Esta pesquisa teve como o objetivo estudar a influência da temperatura e da umidade relativa do ar (UR) nos aspectos biológicos da mosca-minadora, *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880), em feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)], para fornecer subsídios a futuros projetos de controle biológico desta praga. Verificou-se uma relação inversa entre a duração de desenvolvimento e o aumento da temperatura na faixa de 15 a 32°C. A viabilidade larval não foi afetada na faixa térmica estudada, enquanto a 32°C houve uma alta mortalidade da fase de pupa. O limiar térmico inferior de desenvolvimento obtido para o período ovo-adulto foi baixo (7,3°C), se comparado a outras espécies de *Liriomyza*, sendo bastante reduzido para a fase larval (3,4°C). De acordo com as exigências térmicas constatadas para *L. trifolii*, foi possível estimar a ocorrência de 24,5 gerações anuais em região produtora de melão no RN, sendo que apenas durante a safra da cultura, a praga pode dar 14,8 gerações. A longevidade dos adultos decresceu com a elevação térmica, sendo sempre maior para as fêmeas, independente da temperatura. Os períodos de pré-oviposição e oviposição também foram reduzidos com o aumento da temperatura. A fecundidade foi similar na faixa de 18 a 30°C, sendo reduzida a 32°C e o padrão da taxa de oviposição modificado em função da temperatura. A UR não afetou a duração dos estágios imaturos, embora tenha influenciado a viabilidade. A longevidade das fêmeas foi afetada pela UR, que viveram mais do que os machos em todas as condições estudadas. Independente da temperatura e da UR, *L. trifolii* colocou entre 83 – 87% dos ovos na face adaxial da folha de feijão caupi. A análise de agrupamento (“cluster analyses”) permitiu definir que as temperaturas mais adequadas ao desenvolvimento do inseto são as de 28 e 30°C, sendo que a UR mais adequada foi a de 50%. A pesquisa permitiu que se esquematizasse um sistema de produção de *L. trifolii*, com base nas exigências térmicas e da UR das diferentes fases de desenvolvimento, para produção de inimigos naturais da praga ou de outras alternativas de controle.

Palavras-chave: Mosca-minadora; Feijão caupi; Biologia; Fatores abióticos; Exigências térmicas; Constante térmica; Temperatura base

## ABSTRACT

### **Effect of temperature and RH on the biology of *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) (Diptera: Agromyzidae) in *Vigna unguiculata* (L.) Walp.**

This research was aimed at studying the influence of temperature and relative air humidity (RH) on biological aspects of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], to provide essential information for future biological control projects against this pest. An inverse relation was observed between development duration and temperature increase in the range from 15 to 32°C. Larval viability was not affected in the temperature range studied, while a high mortality of the pupal stage was observed at 32°C. The lower developmental temperature threshold obtained for the egg-adult period was low (7.3°C) when compared with other species of *Liriomyza*, and was rather low for the larval stage (3.4°C). Based on the thermal requirements verified for *L. trifolii*, it was possible to estimate the occurrence of 24.5 annual generations at a melon producing region in RN, Brazil. During the melon cropping season alone, the pest can produce 14.8 generations. Adult longevity decreased as temperature increased, and was always higher for females, regardless of temperature. The pre-oviposition and oviposition periods also decreased as temperature increased. Fecundity was similar in the range from 18 to 30°C, but decreased at 32°C; the oviposition rate pattern changed as a function of temperature. RH did not affect duration of the immature stages, although it had an influence on viability. Female longevity was affected by RH, since females lived longer than males under all conditions studied. Regardless of temperature and RH, *L. trifolii* laid between 83 – 87% of its eggs on the adaxial surface of the cowpea leaves. By cluster analysis it was defined that the most suitable temperatures for development of this insect are 28 and 30°C, while the most suitable RH was 50%. This research allowed a production system to be devised for *L. trifolii*, based on the temperature and RH requirements for its various stages of development, aimed at the production of natural enemies of the pest or other control alternatives.

**Keywords:** Leafminer, cowpea, biology, abiotic factors, thermal requirements, thermal constant, base temperature

## 1 INTRODUÇÃO

As moscas-minadoras do gênero *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) são pragas em diversas hortaliças em todo o mundo. As principais espécies: *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880), *L. sativae* e *L. huidobrensis* são originárias das Américas, mas já acarretam prejuízos a produtores de países da Europa, África e, mais recentemente, vêm invadindo novas áreas no sudeste asiático e ilhas da Oceania (MURPHY; LASALLE, 1999; RAUF, SHEPARD; JOHNSON, 2000).

No Brasil, atualmente, a espécie *L. trifolii* é a principal praga da cultura do melão, *Cucumis melo*, no Rio Grande do Norte e Ceará. Estes dois estados são responsáveis por 81,28% da exportação dessa olerícola (IBRAF, 2007), mercado em que o Brasil ocupa a 6ª colocação mundial (FAO, 2007). Outra cultura afetada é a do feijão caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., uma das culturas de maior importância para os pequenos agricultores na região nordeste (LIMA et al., 2003).

A espécie *L. trifolii* é extremamente polífaga, com registros de cerca de 400 plantas hospedeiras, possuindo uma elevada capacidade de aumentar seu raio de ação e de invadir novas áreas (PARRELA, 1987; MURPHY; LASALLE, 1999). O dano principal é causado pelo estágio larval que se alimenta do mesófilo foliar e que em altas densidades pode acarretar uma diminuição de produção e/ou morte da planta (SPENCER, 1989). Em particular no melão, o ataque da mosca-minadora causa a diminuição do teor de açúcar no fruto, afetando diretamente o produto a ser comercializado (ARAUJO et al., 2007).

Os produtos químicos sintéticos e inseticidas naturais têm sido pesquisados e utilizados rotineiramente, por pequenos e grandes produtores. No entanto, a eficiência desses inseticidas tem decrescido em virtude do seu uso indiscriminado, com impacto sobre inimigos naturais e pelo desenvolvimento de resistência nas populações das moscas (MURPHY; LASALLE, 1999).

Em decorrência dessa resistência a produtos químicos, observada em várias populações de moscas-minadoras, cada vez mais produtores estão aceitando a idéia de utilização do controle biológico. Essa prática já é uma realidade em vários países em cultivos protegidos (PARRELLA; HANSEN; LENTEREN, 1999).

No entanto, para utilização do controle biológico, conhecimentos da biologia da praga e do inimigo natural são de fundamental importância tanto para o sucesso da criação desses insetos como na aplicação de um manejo adequado da praga em campo. Dessa forma, essa pesquisa objetiva estudar a influência da temperatura e da umidade relativa do ar na biologia da mosca-minadora, *L. trifolii*, para fornecer subsídios a futuros projetos de controle biológico desta praga.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Mosca-minadora, *Liriomyza* spp.

#### 2.1.1 Taxonomia

*Liriomyza* pertence à ordem Diptera, família Agromyzidae e subfamília Phytomyzinae (SPENCER; STEYSKAL, 1986). Há o registro de mais de 300 espécies de *Liriomyza*, sendo 23 de importância econômica; destas, cinco são consideradas polípagas: *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880), *L. bryoniae*, *L. huidobrensis*, *L. sativae* e *L. strigata* (SPENCER, 1973a; PARRELLA, 1987).

A taxonomia dos agromizídeos polípagos, principalmente os do gênero *Liriomyza*, mostrou-se bastante confusa no passado. Isso ocorreu em virtude da grande quantidade de hospedeiros comuns a diferentes espécies e a uma similaridade morfológica (PARRELLA, 1982). O trabalho de Spencer (1973a) sobre sistemática de Agromyzidae, contribuiu para o desenvolvimento dos trabalhos subsequentes com esse grupo de insetos. Em 1986, Spencer e Steyskal realizaram outro trabalho sobre sistemática de Agromyzidae dos EUA, em que a taxonomia das espécies é em grande parte baseada na genitália masculina.

Em decorrência da dificuldade para identificação das espécies, a utilização de técnicas moleculares também foi incorporada em estudos taxonômicos. A aplicação da eletroforese de aloenzima para identificação de algumas espécies de *Liriomyza* no estágio imaturo foi desenvolvida por Menken e Ulenberg (1983,1986). Essa metodologia

foi melhorada por Oudman (1992) e os protocolos aprimorados por Oudman et al. (1995) e Collins (1996).

Mais recentemente, surgiram trabalhos utilizando a técnica de seqüenciamento de determinadas regiões do DNA para identificação de espécies ("DNA barcoding"). Scheffer (2000) e Scheffer e Lewis (2001) relataram diferenças de sequências gênicas mitocondriais e nucleares entre *L. huidobresis* e *L. langei*, espécies sem diferenciação morfológica. Scheffer et al. (2006) estudaram uma seqüência da porção mitocondrial da citocromo oxidase I (COI) de 258 moscas-minadoras de 26 hospedeiros nas Filipinas e compararam com o banco de dados de exemplares de várias partes do mundo. Os autores encontraram vários clados das espécies *L. trifolii*, *L. sativae* e *L. huidobrensis*, mostrando indícios da possível existência de complexo de espécies.

Variações dessas técnicas moleculares foram desenvolvidas por outros autores, buscando sempre uma identificação precisa e rápida dessas espécies de maior importância econômica (CHIU et al. 2000; MIURA et al., 2004; KOX et al. 2005; FENG et al., 2007).

### 2.1.2 Biologia

Para a maior parte das espécies de *Liriomyza*, o acasalamento ocorre 24 horas após a emergência e geralmente nas primeiras horas da manhã (DIMETRY, 1971; PARRELLA; ROBB; BETHKE, 1983; PARRELLA; BETHKE, 1984). Os machos e fêmeas acasalam mais de uma vez e cópulas múltiplas são necessárias para uma produção máxima de ovos (OATMAN; MICHELbacher, 1958). Nenhum feromônio sexual foi relatado ainda para espécies de *Liriomyza*; no entanto, é possível que um órgão estridulatório presente em alguns machos possa ser utilizado para emissão de sons, à curta distância, para atrair o sexo oposto (SPENCER, 1981).

Bethke e Parrella (1985) estudaram o comportamento de punctura das folhas, alimentação e oviposição de *L. trifolii*. Foi observado que quando a fêmea insere o acúleo no mesófilo foliar, ela pode apresentar dois tipos de comportamento: movimentação lateral do abdome, ocasionando uma punctura em forma de leque e quando não há essa movimentação, formando uma punctura tubular. Esta última é

geralmente realizada para oviposição enquanto que a primeira, para alimentação. No entanto, as fêmeas se alimentam da seiva extravasada em todas as puncturas. Outros autores também verificaram que os machos, por serem incapazes de formarem suas próprias puncturas, se aproveitam daquelas realizadas pelas fêmeas (OATMAN; MICHELbacher, 1958; MUSGRAVE; POE; WEEMS, 1975).

Em estudos em que as moscas-minadoras foram mantidas em gaiolas com plantas e fontes de carboidratos, as fêmeas viveram, em média, de 15 a 20 dias e os machos, entre 10 a 15 dias (DIMETRY, 1971; PARRELLA, 1984; PARRELLA; BETHKE, 1984). A longevidade geralmente decresce em temperaturas mais elevadas e o fornecimento de mel para adultos leva a uma maior longevidade (PARRELLA, 1987).

Após o acasalamento, as fêmeas realizam a oviposição tanto na face adaxial quanto abaxial das folhas (PARRELLA, 1987). Os ovos são esbranquiçados e translúcidos, variando, dependendo da espécie, de 0,25mm x 0,10mm para 0,28 x 0,15mm (AGUILERA, 1972; DIMETRY, 1971). Os ovos são depositados isoladamente, mas, muitas vezes, próximos uns dos outros e nenhum feromônio de marcação foi encontrado para o gênero, diferentemente de outros agromizídeos (BETHKE; PARRELLA, 1985; MCNEIL; QUIRING, 1983). O período de desenvolvimento do ovo varia de 2 a 8 dias, de acordo com a temperatura (PARRELLA, 1987).

A larva inicia sua alimentação logo após a eclosão e prossegue até o momento de sair da folha (WEBSTER; PARKS, 1913). Dependendo da espécie de *Liriomyza*, ocorre diferença do local de alimentação; assim, *L. trifolii* se alimenta do mesofilo paliçádico, *L. huidobrensis* do mesofilo esponjoso (PARRELLA et al., 1985) e *L. brassicae* do mesofilo paliçádico e esponjoso (SPENCER, 1973b). Dependendo da disponibilidade de alimento, as larvas podem migrar para outras estruturas da planta, como as hastes (SPEYER; PARR, 1949).

O estágio larval apresenta três ínstares (SPENCER, 1973). Em decorrência da dificuldade de separar os estádios larvais, em geral os autores se referem simplesmente à duração da fase larval (PARRELLA, 1987).

O início da pré-pupa, por definição, é considerado quando a larva cessa a alimentação e já tenha eliminado suas excreções (GORDH; HEADRICK, 2001). Nas espécies de *Liriomyza*, esse é o período compreendido entre a saída da larva da folha e

sua pupação. Esse estágio tem uma duração de duas a quatro horas e varia consideravelmente com a temperatura (LIEBEE, 1984; PARRELLA, 1987). A duração do estágio de pupa é responsável por, no mínimo, 50% do período total de ovo a adulto da mosca-minadora. Em trabalhos em condições de campo e semi-campo, esse período foi registrado como sendo de 8 a 11 dias. Assim como nos outros estágios, a duração varia inversamente com o aumento da temperatura (PARRELLA, 1987).

A larva, no final do seu desenvolvimento, realiza um corte semi-circular na superfície da folha e pupa no solo. Ocasionalmente, ocorre a pupação nas folhas, na base das folhas ou no caule (PARRELLA, 1987). Em pesquisa na Itália, foi verificada diapausa no estágio de pupa na espécie *L. trifolii*, quando a temperatura era de 16°C (SUSS; AGOSTI; COSTANZI, 1984).

### 2.1.3 Hospedeiros

Fêmeas de moscas-minadoras demonstram preferência por determinadas plantas hospedeiras; no entanto, seus comportamentos de alimentação e oviposição permanecem iguais, independente do hospedeiro (BETHKE; PARRELLA, 1985). Vários são os fatores que afetam a preferência hospedeira para espécies de *Liriomyza*, incluindo: densidade e distribuição de tricomas nas folhas; estado nutricional da planta e compostos fenólicos; presença ou ausência de outros organismos fitófagos e de inimigos naturais (FAGOONEE; TOORY, 1983; IPE; SADARUDDIN, 1984; KNODEL-MONTZ; LYONS; POE, 1985; FAETH, 1985). Abdel e Ismail (1999) determinaram que algumas substâncias secundárias das plantas, como o glicosinolato, afetaram a aceitação e infestação de crucíferas por *L. brassicae*. Zhao e Kang (2002) relataram quatro tipos distintos de sensilos antenais em machos e fêmeas de *L. sativae*. No mesmo trabalho, identificaram 14 compostos de voláteis de plantas que causaram respostas nos testes de eletroantenograma com *L. brassicae*.

Das moscas-minadoras polífagas, a espécie *L. trifolii* é conhecida principalmente como praga de crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) e aipo (*Apium graveolens*) (CAPINERA, 2001a). No entanto, esta praga possui um grande número de hospedeiros



em várias outras hortaliças e ornamentais. Em 1986, já havia citação de mais de 400 hospedeiros para *L. trifolii* (PARRELLA, 1987).

A mosca *L. huidobrensis* também é um inseto altamente polífago, atacando diversas culturas em mais de 15 famílias botânicas (STECK, 1996). Uma dos hospedeiros preferenciais dessa praga é a batata, *Solanum tuberosum* (LARRAÍN, 2004).

A espécie *L. sativae*, assim como *L. trifolii* e *L. sativae*, possui um largo espectro de hospedeiros, mas demonstra uma preferência pelas plantas das famílias Cucurbitaceae, Leguminosae e Solanaceae (CAPINERA, 2001b). O tomate (*Lycopersicon esculentum*) se mostra como um dos principais hospedeiros da espécie (ZEHNDER; TRUMBLE, 1984).

#### 2.1.4 Distribuição geográfica

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

Das cinco espécies consideradas polípagas, duas são nativas da Europa, *L. bryoniae* e *L. strigata* e três das Américas, *L. trifolii*, *L. sativae* e *L. huidobrensis* (SPENCER, 1973). Atualmente, estas últimas três espécies citadas têm causado maiores preocupações, em decorrência do alto nível de polifagia e pelo aumento de ocorrência em novas áreas geográficas (MURPHY; LASALLE, 1999). De acordo com o mapa de distribuição das pragas quarentenárias da Europa da EPPO/CABI (SMITH et al., 1997), a mosca-minadora *L. trifolii* está presente em 97, *L. huidobrensis* em 63 e *L. sativae* em 54 países no globo terrestre.

O raio de dispersão natural da espécie *L. trifolii* se estende dos estados no nordeste dos EUA até o Golfo do México, sendo a Flórida (EUA) o centro de origem, segundo Spencer (1973,1989). A primeira explosão populacional dessa espécie nos

EUA foi referida no estado do Iowa em 1932 (HARRIS; TATE, 1933). Desde então, outros desequilíbrios populacionais e/ou relatos da praga foram feitos na Venezuela em 1960/61 (SPENCER, 1989), na Colômbia em 1974/75 (MINKENBERG; LENTEREN, 1986), na Califórnia em 1975/76 e no Canadá no início da década de 80 (MCCLANAHAN, 1983). Na América do Sul, também há registros de *L. trifolii* na Guiana Francesa, Guiana, Peru, Equador, Chile, Brasil e Argentina (SPENCER, 1973; SPENCER, 1989; SMITH et al., 1997). A invasão e expansão desta espécie pelo Velho Mundo têm ocorrido desde a década de 70 (MURPHY; LASALLE, 1999). Atualmente, *L. trifolii* é uma praga cosmopolita, encontrada em 18 países da África, em 12 países da Ásia, em 17 países na Europa e em seis ilhas da Oceania (SMITH et al., 1997).

A espécie *L. huidobrensis* possui uma maior distribuição no oeste das Américas, tendo sido primeiramente descrita na Argentina por Blanchard em 1926 (SPENCER, 1973). A partir da década de 80, essa mosca-minadora rapidamente colonizou a Europa e a Ásia, sendo considerada atualmente uma praga cosmopolita (SHEPARD; SAMSUDIN; BRAUN, 1998; HE et al., 2002).

Assim como ocorre com *L. trifolii*, Spencer (1965) considera a origem da espécie *L. sativae* como sendo o estado da Flórida (EUA). A distribuição desta espécie também é semelhante, bem difundida nos estados do sudeste dos EUA até a Califórnia, assim como no Caribe e na maior parte da América do Sul. O primeiro relato de explosão populacional de *L. sativae* ocorreu na Flórida em 1948 e desde então, novos registros foram feitos, ampliando sua área de distribuição (SPENCER, 1973). Em relação ao Velho Mundo, esta praga é o mais recente relato das espécies de *Liriomyza*, causando problemas, principalmente no sudeste asiático, desde 1994 (MARTINEZ, 1994; MURPHY; LASALLE, 1999).

### 2.1.5 Histórico no Brasil

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

Na década de 60, houve registro no estado de São Paulo de *L. strigata* (COSTA; CARVALHO e SILVA, 1961), *L. sativae* (como *L. guytona*) (NAKANO; O; WIENDL, F.M;

MINAMI, K., 1967) e *L. huidobrensis* (como *L. langei*) (ROSSETO E MEDONÇA, 1968), associadas a diferentes culturas.

Em catálogo sobre os agromizídeos da América do Sul, Spencer (1967) mencionou a ocorrência de 9 espécies do gênero *Liriomyza* no Brasil: *L. brasiliae*, *L. commelinae*; *L. grandis*, *L. strigosa* (Santa Catarina). *L. brasiliensis*, *L. insignis*; *L. langei*, *L. microglossae* e *L. paranaensis* (São Paulo).

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

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

Em 1980, novamente verificou-se no estado do Rio de Janeiro, *L. sativae* atacando cultivares de tomate (*L. esculentum*) (CRUZ; OLIVEIRA; GONÇALVES, 1980). Um ano depois, Racca Filho et al. (1981) constataram que a espécie já estava disseminada por todo o estado, já tendo chegado ao Espírito Santo e em São Paulo, neste último estado, causando sérios prejuízos em diversas olerícolas.

Campos e Takematsu (1982) descreveram os prejuízos causados por *L. huidobrensis* no Estado de São Paulo em cucurbitáceas, solanáceas, leguminosas, e crucíferas. Os autores destacaram a necessidade de estudos sobre a biologia e o controle do inseto.

Na cultura do pepino (*Cucumis sativus*), França, Harris e Pike, (1983) descreveram a mosca-minadora como praga secundária; no entanto, alertaram que populações elevadas podiam acarretar severas perdas na cultura.

Em Santa Catarina, Schmidt (1984) relatou a ocorrência de moscas-minadoras causando danos significativos em diversas culturas. A autora destacou a importância da

praga no tomate (*L. esculentum*), associando o ataque do inseto com uma maior incidência de doenças fúngicas.

A espécie *L. huidobrensis* também possui registros nos estados de Goiás (MURPHY; LASALLE, 1999) e Minas Gerais (SOUZA, 1995), neste último associada principalmente à cultura da batata (*S. tuberosum*). No mapa de distribuição das espécies da EPPO/CABI (SMITH et al., 1997), a espécie *L. sativae* é relatada nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, além dos estados anteriormente citados. Por outro lado, a mosca-minadora *L. trifolii* é assinalada também nos estados de São Paulo e Minas Gerais (SMITH et al., 1997) e mais recentemente no Rio Grande do Norte (ARAUJO et al., 2007).

Não se pode descartar que algumas dessas espécies referidas podem apresentar erros de identificação, pela dificuldade e falta de taxonomistas neste grupo de insetos, como já foi descrito anteriormente.

#### **2.1.6 Danos e importância econômica**

Os danos diretos aos hospedeiros causados pelas moscas-minadoras podem ser de dois tipos: perfurações nas folhas, em decorrência das puncturas de alimentação e oviposição e formação de minas no mesofilo foliar (MUSGRAVE; POE; BENNETT, 1975). O primeiro dano citado pode resultar em deformações nas folhas, principalmente no ápice e ao longo das margens (PARRELLA et al., 1985). No entanto, o principal prejuízo é a destruição do tecido foliar decorrente da alimentação das larvas (SILVEIRA, 2005).

Diferentes culturas são afetadas pelos danos indiretos causados pelas moscas-minadoras, das seguintes formas: diminuindo a capacidade fotossintética da planta (JOHNSON et al., 1983); funcionando como vetora de doenças (ZITTER; TSAI, 1977); destruindo mudas (ELMORE; RANNEY, 1954); reduzindo o valor estético de plantas ornamentais (PARRELLA; ALLEN; MORISHITA, 1981); provocando estresse hídrico; queda de folhas; atrofia de plantas (MUSGRAVE; POE; BENNETT, 1975) e reduzindo o teor de açúcar de frutos (ARAUJO et al., 2007).

O impacto econômico dessa praga pode atingir valores elevados, como relatado na indústria do crisântemo na Califórnia entre 1981 e 1985, em que as perdas, acarretadas pela espécie *L. trifolii*, atingiram 93 milhões de dólares (PARRELLA, 1987). Na Oceania, em Vanuatu, na década de 80, *L. sativae* foi responsável pela perda de 70% da produção na cultura de tomate (WATERHOUSE; NORRIS, 1987). No Peru, as perdas econômicas acarretadas pela espécie *L. huidobrensis*, em batata, atingiram 35% em 1984 (CHAVEZ; RAMAN, 1987). Na década de 90, foi relatado que a espécie *L. huidobrensis* acarretou uma perda de 100% da produção em plantações de batata e perdas de até 70% em outras culturas em áreas da Indonésia (SHEPARD; SAMSUDIN; BRAUN, 1998). Na cultura do melão do estado do Rio Grande do Norte, houve um incremento de custo de R\$ 900,00 por hectare, apenas com o uso de inseticidas para o controle de mosca-minadora. Na safra de 2004-2005, ocorreram perdas de 10-15% da área, em função do baixo teor de sólidos solúveis totais dos frutos a serem exportados (ARAUJO et al., 2007).

## 2.2 Inimigos naturais

### 2.2.1 Predadores

A grande maioria dos estudos de inimigos naturais de *Liriomyza* tem sido direcionada para os parasitóides, por aparentarem uma maior potencialidade como agentes biológicos (MURPHY; LASALLE, 1999). Mesmo assim, há relatos de alguns predadores de moscas-minadoras, como espécies de dípteros das famílias Dolichopodidae e Empiidae, encontrados atacando *Liriomyza* em Israel e na Indonésia (FREIDBERG; GIJSWIJT, 1983; RAUF; SHEPARD, 1999). Os autores Ralf e Shepard (1999) também registraram a predação de ovos de *Liriomyza* pelos percevejos *Orius insidiosus* e *Geocoris punctipes*. Em trabalho desenvolvido no Peru, Cisnero e Mujica (1998), relataram além dos insetos já citados, outros predadores de *Liriomyza*. Dentre esses, representantes das famílias Carabidae, Cicindellidae e Staphilinidae (Coleoptera), Labiduridae (Dermaptera), Nabidae (Hemiptera), Formicidae (Hymenoptera) e aranhas de cinco famílias distintas.

Há estudos também com um nematóide, *Steinernema carpocapsae* para o controle de *Liriomyza* (HARRY; BEGLEY; WARKENTIN, 1990; BROADBENT; OLTHOF, 1995). No entanto, existem limitações ao seu uso devido à exigência de umidade relativa superior a 92%. Além disto, as pulverizações com nematóides dirigidas ao solo reduzem os organismos benéficos ali presentes (WRIGHT; VILLANI; AGUDELO-SILVA, 1988; HARA et al., 1993).

### 2.2.2 Parasitóides

Murphy e LaSalle (1999) relataram cinco famílias de himenópteros parasitóides de agromizídeos: Eulophidae, Pteromalidae, Tetracampidae, Braconidae e Eucoilidae. Um total de 76 gêneros são enquadrados dentre essas cinco famílias. Waterhouse e Norris (1987) listaram mais de 40 espécies de parasitóides para *L. trifolii*, *L. sativae* e *L. huidobrensis*. Apenas para a família Eulophidae, Noyes (1998) citou 24 espécies relacionadas às três principais espécies de *Liriomyza* polífagas. Existe, portanto, uma rica fauna de parasitóides associados às moscas-minadoras e, quanto mais aprofundados os estudos em uma região, mais espécies são encontradas (MURPHY; LASALLE, 1999).

No Brasil, poucos são os estudos com os inimigos naturais de moscas-minadoras. Em pesquisa com *L. huidobrensis* em Piracicaba (SP), Cruz (1988) constatou a presença de dois parasitóides: *Opius* sp. (Braconidae) e *Agrostocynips clavatus* (Eucoilidae). Santos et al. (2004), registraram a presença dos seguintes parasitóides associados a agromizídeos no Rio Grande do Sul: *Closterocerus coffeellae*, *Chrysocharis vonones* e *Chrysocharis* sp. (Eulophidae), *Pholetesor* sp., *Dolichogenidae* sp., *Orgilus* sp. e *Opius* sp. (Braconidae) e duas morfoespécies de Figitidae. Em trabalho com os inimigos naturais de *Liriomyza trifolii* na cultura do melão em Mossoró no Rio Grande do Norte, verificou-se a presença de *Opius* sp. (ARAÚJO et al., 2007). e *Chrysocharis perditor* (FERNANDES, 2006). Há relato também do gênero *Opius* sp. no estado de Minas Gerais, associado a *L. huidobrensis* na cultura de batata (SOUZA, 1995).

Os parasitóides conhecidos de *Liriomyza* spp. atacam o estágio larval e são endoparasitóides ou ectoparasitóides. Com o desenvolvimento completo, algumas espécies emergem dos restos da mina na folha (ex.: *Diglyphus* spp.) e outros do pupário da mosca (ex.: *Opius* spp.) (MINKENBERG; LENTEREN, 1986).

Enquanto algumas espécies, como o eucoilídeo *Ganaspidium utilis*, possuem uma distribuição mais restrita, alguns parasitóides têm apresentado uma distribuição global. Este é o caso de alguns representantes dos gêneros *Opius* (Braconidae), *Chrysocharis* e *Diglyphus* (Eulophidae) e *Halticoptera*. (Pteromalidae), mostrando-se associados às moscas-minadoras em quase todas as regiões em que houve invasões dessa praga. No caso das espécies amplamente distribuídas, pode haver a existência de biótipos de acordo com o clima (MURPHY; LASALLE, 1999).

Em relação à especificidade hospedeira, em geral pode-se considerar os parasitóides de *Liriomyza* como não específicos, em decorrência das poucas evidências que relatem o contrário (MURPHY; LASALLE, 1999). No entanto, em trabalho de Johnson e Hara (1987), observou-se uma preferência para determinadas culturas pelos parasitóides *Diglyphus begini*, *Diglyphus intermedius*, *Neochrysocharis diastatae* e *Chrysocharis oscinidis*. Pereira et al. (2002) conseguiram duplicar o parasitismo de *Opius* sp. na cultura da batata, através do plantio intercalado de feijão, uma cultura preferencial do parasitóide.

## **2.3 Medidas de controle de *Liriomyza* spp.**

### **2.3.1 Controle biológico**

Os estudos de controle biológico de moscas-minadoras podem ser considerados em duas situações, em campo aberto e em cultivos protegidos. Neste último, tem sido desenvolvido principalmente em horticulturas da Europa Ocidental e na América do Norte. Em geral, tem se obtido resultados positivos, em decorrência do ambiente fechado e das condições climáticas controladas, portanto, formando um ecossistema estável (MURPHY; LASALLE, 1999).

No final da década de 70, iniciaram-se estudos na Europa Ocidental para o controle biológico de *L. bryoniae*, época em que este inseto começava a ter importância nas culturas de tomate (*L. esculentum*), pepino (*C. sativus*) e melão (*C. melo*) (PARRELLA; HANSEN; LENTEREN, 1999). Três parasitóides controlaram eficientemente a praga: *Dacnusa sibirica*, *Opius pallipes* (Hymenoptera: Braconidae) e *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) (WARDLOW, 1986). Os braconídeos demonstraram a capacidade de sobreviver ao inverno europeu no estágio de pupa, garantindo um controle adequado da mosca-minadora em casas de vegetação (PARRELLA; HANSEN; LENTEREN, 1999).

A partir da década de 80, a espécie *L. trifolii* foi acidentalmente introduzida na Europa e rapidamente se estabeleceu em cultivos protegidos na Holanda e no sudeste da França (PARRELLA; HANSEN; LENTEREN, 1999). Resultados promissores foram obtidos na Holanda com a introdução do parasitóide *Chrysocharis parksii* da Califórnia, em combinação com *D. isaea* (WOETS; LINDEN, 1985). No sudeste da França, uma linhagem mediterrânea de *D. isaea* vem propiciando um bom controle de *L. trifolii* em vários cultivos protegidos de tomate (PARRELLA; HANSEN; LENTEREN, 1999).

Outra mosca-minadora, *L. huidobrensis*, foi introduzida na Europa no final da década de 80, mostrando-se como problema inicial em hortaliças folhosas e tuberosas. Um programa de manejo integrado de pragas tem sido utilizado nestas culturas, com a presença de *L. huidobrensis* como praga-chave (LINDEN, 1993).

No caso dos programas em “campo aberto”, pouco é utilizado no procedimento de controle biológico de conservação. Nesse caso, o Centro Internacional da Batata no Peru é uma exceção, em que a conservação dos inimigos naturais foi inserida no manejo integrado de pragas da cultura (CIP, 1994). A maior parte dos esforços nos programas em “campo aberto” tem sido direcionado ao controle biológico clássico, com a introdução de parasitóides das áreas de origens da praga (MURPHY; LASALLE, 1999). Nesses casos, as espécies *L. trifolii* e *L. sativae* têm sido os principais alvos (GREATHEAD; GREATHEAD, 1992; JOHNSON, 1993).

Em muitos casos, o parasitóide introduzido não se estabeleceu ou os resultados não são conhecidos (MURPHY; LASALLE, 1999). No Havaí, o eucoilídeo *Ganaspidium utilis* introduzido em 1977, teve um grande impacto sobre *L. trifolii* e *L. sativae* em



melancia e também pode ser importante sobre *L. trifolii* em aipo (JOHNSON, 1993). Do mesmo modo, o eulofídeo *Neochrysocharis diastatae* mostrou-se importante no controle das duas espécies de moscas-minadoras em melancia, feijão e tomate (MURPHY; LASALLE, 1999). Em Tonga, os parasitóides *G. utilis* e *C. oscinidis* foram liberados em 1988 para o controle de *L. trifolii* em melancia, abóbora, tomate, feijão e batata (JOHNSON, 1993).

O não sucesso de alguns programas de controle biológico clássico ocorreu por motivos diversos. Como exemplo, no programa do Senegal houve uma grande mortalidade no transporte dos inimigos naturais, dificultando a fixação de uma população adequada (NEUENSCHWANDER; MURPHY; COLY, 1987). Os autores Johnson e Hara (1987) destacaram a necessidade de se conseguir combinar o inimigo natural mais efetivo com a espécie de *Liriomyza* e a cultura, para se obter sucesso no controle biológico da praga.

### 2.3.2 Controle químico

O estudo com inseticidas sintéticos e naturais para o controle de moscas-minadoras tem sido muito pesquisado e tais agroquímicos são amplamente utilizados por pequenos agricultores e grandes produtores em todo o mundo (MURPHY; LASALLE, 1999). No entanto, o controle com inseticidas é geralmente dificultado em decorrência da biologia do agromizídeo, destacando-se: tempo de desenvolvimento curto; o pequeno tamanho e alta mobilidade do adulto; um “relativo” longo período do estágio pupal que ocorre no solo; elevada capacidade reprodutiva; e os estágios de ovo e larva localizados internamente e protegidos pelo tecido foliar (PARRELLA, 1987).

A susceptibilidade das moscas-minadoras aos inseticidas varia muito para cada população e isso está diretamente relacionado à frequência de aplicação dos produtos químicos (CAPINERA, 2001a). A habilidade de desenvolver resistência a inseticidas é uma importante característica da biologia de *Liriomyza* spp.; por esse motivo, o controle de moscas-minadoras não tem sido bem sucedido há muitos anos (WOLFENBARGER, 1958; PARRELLA; KEIL, 1984). Dentre as espécies de moscas-minadoras, *L. trifolii* é a mais estudada no que se refere à resistência, com resultados que demonstram serem

mais tolerantes a produtos químicos do que outros agromizídeos (PARRELLA; KEIL, 1984).

Na Flórida (EUA), o “tempo de vida” de um inseticida para controle de *Liriomyza* é geralmente de dois a quatro anos, pois a partir daí há o desenvolvimento da resistência das populações em contato com os produtos químicos (CAPINERA, 2001a). Mason, Tabashnik e Johnson (1989) fizeram algumas recomendações com o objetivo de preservar a eficiência do inseticida, incluindo: rotação dos modos de ação de agroquímicos, como forma de retardar o desenvolvimento de resistência; redução do nível da dose e da frequência de aplicação de inseticida e preservação de populações susceptíveis através do não tratamento de algumas áreas.

Em ambientes em que não existe a pressão dos inseticidas, em geral as moscas-minadoras não causam problemas à cultura, em decorrência do controle efetuado pelo complexo de inimigos naturais (SPENCER, 1973; PARRELLA; KEIL, 1984).

### 2.3.3 Métodos alternativos

Produtos extraídos de plantas (botânicos) podem ser uma alternativa aos inseticidas sintéticos. Dos extratos de vegetais testados até hoje, aqueles à base de “neem” se mostraram efetivos no controle de larvas de *L. trifolii* (AZAM, 1991; DIMETRY et al. 1995) e *L. huidobrensis* (WEINTRAUB; HOROWITZ, 1997; CIVELEK; WEINTRAUB; DURMUSOGLU, 2002). Civeleck e Weintraub (2004) testaram dois extratos de plantas, extraídos de *Urginea maritima* (Liliaceae) e *Euphorbia myrsinites* (Euphorbiaceae), em diferentes concentrações contra *L. trifolii* em tomate, *L. esculentum*. Todas as diluições das duas plantas causaram controle significativo de larvas de *L. trifolii*. No entanto, apenas a concentração mais alta (1:25) levou a resultados similares ao inseticida ciromazine. Em trabalho com extrato aquoso de *Melia azedarach*, para controle de *L. huidobrensis* em acelga (*B. vulgaris* var. cicla) e pepino (*C. sativus*), obteve-se um controle significativo das larvas de moscas-minadoras. No entanto, 20 dias após a segunda aplicação, o extrato mostrou-se menos efetivo comparado aos inseticidas ciromazine e abamectin (HAMMAD; NEMER; KAWAR, 2000).

Para realização do monitoramento de *Liriomyza* spp., Musgrave et al. (1975) foram os primeiros a utilizar cartões amarelos adesivos. Tryon, Poe e Cromroy (1980) confirmaram que a cor amarela era a mais atrativa para adultos das moscas-minadoras. Parrella, Keil e Morse (1985) desenvolveram um plano de amostragem seqüencial com cartões amarelos adesivos para monitoramento de populações de *L. trifolii* em cultura de crisântemo, em casa de vegetação.

Nakano e Setten (1982) utilizaram uma armadilha atrativa para captura de *Liriomyza* spp. em cultura de feijão em Piracicaba, visando ao monitoramento e controle da praga. Esta se constituía de uma tábua pintada de amarelo e coberta em sua superfície com óleo lubrificante SAE 140. Um suporte foi adaptado para facilitar o manuseio dentro do plantio. Atualmente, nas culturas de melão (*C. melo*) no Rio Grande do Norte, métodos semelhantes também são aplicados como uma forma complementar de controle das moscas-minadoras. Simultaneamente, lonas de plástico amarelas com óleo 40% são dispostas ao redor da cultura, para captura dos adultos de *L. trifolii* (ARAÚJO, E. L., Informação pessoal)<sup>1</sup>.

A possibilidade de utilização da técnica do inseto estéril também foi estudada recentemente por Kaspi e Parrella (2003; 2006). Experimentos em gaiolas pequenas conseguiram diminuir significativamente a produção de minas com a liberação de machos estéreis de *L. trifolii* na proporção de três machos estéreis para um fértil (3:1).

Com o emprego conjunto de liberação do parasitóide *D. isae* com o macho estéril de *L. trifolii* em gaiolas maiores, houve redução da população de adultos e de minas formadas, observando-se um efeito sinérgico das duas práticas.

<sup>1</sup>ARAÚJO, E. L. Mensagem recebida de <elton@ufersa.com.br> em 8 junho 2007.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Manutenção das plantas hospedeiras

As plantas de feijão caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., cultivar BRS Amapá, foram utilizadas como hospedeiro para a manutenção da criação da mosca-minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880). Esta escolha se deveu ao fato desta espécie ser um hospedeiro natural de *L. trifolii* no estado do Rio Grande do Norte e apresentar uma maior facilidade de cultivo, se comparada ao melão (*C. melo*).

As sementes de feijão caupi foram plantadas, individualmente, em vasos de abertura quadrada de 7 x 7 cm e 7,5 cm de altura, em substrato com mistura de solo, areia e matéria orgânica, além de uma camada superficial do substrato comercial Plantmax HA®. As plantas foram mantidas em casa de vegetação até sua utilização. De acordo com o desenvolvimento da planta, após 25 dias esta já possuía uma área foliar suficiente para o desenvolvimento da mosca-minadora.

#### 3.2 Criação da mosca-minadora, *Liriomyza trifolii*

A população inicial da mosca-minadora *L. trifolii* foi obtida no estágio larval em folhas de melão (*C. melo*) em Mossoró, Rio Grande do Norte. A metodologia de criação foi adaptada de Parrella (1983). Os adultos foram mantidos em gaiolas de 33 x 33cm de base e 50 cm de altura, com uma face lateral de acrílico e as outras três com tela de náilon de malha fina. Casais de insetos, em números variáveis, foram colocados no interior das referidas gaiolas, para as fêmeas ovipositarem em plantas de feijão caupi, durante 1 ou 2 dias. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, fornecido por capilaridade, através de algodão dental colocado, em recipientes circulares de plástico. A sala com a gaiola foi mantida com temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 20\%$  e fotofase de 14h.

As plantas, contendo os ovos, eram levadas para a casa de vegetação, onde ocorria o desenvolvimento dos estágios de ovo e larva. Quando as larvas se encontravam em estádios mais adiantados, as folhas eram cortadas e, no laboratório,

acomodadas na câmara de pupação. Esta constava de um recipiente plástico de 30 x 20 cm de base e 11 cm de altura, escurecido em suas laterais com papel jornal. Uma tela de arame de aberturas hexagonais de 1,7cm de lado foi posicionada a 4 cm do fundo do recipiente, este coberto com papel jornal, e a câmara de pupação fechada com uma tampa com três aberturas circulares de 2 cm de diâmetro. Acima da tela colocavam-se as folhas com a face adaxial para baixo, em virtude da maior parte das larvas saírem das folhas pela superfície superior. Em vista do comportamento de fototropismo negativo (PARRELLA, 1987), as larvas caíam no fundo do recipiente e eram retiradas do papel jornal com auxílio de um pincel. As pupas eram acondicionadas em placas de Petri de 6,8 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura, com tampas com tela de “voile”, no interior de câmaras climatizadas, mantidas a 30°C, 90  $\pm$  10% de UR e 14 de fotofase. Ao emergir o primeiro adulto, a placa de Petri com pupas era colocada no interior da gaiola.

As plantas que tiveram as folhas cortadas retornavam para a casa de vegetação, para serem reaproveitadas.

### **3.3 Influência da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *L. trifolii***

#### **3.3.1 Temperatura**

Foi estudada a influência de oito temperaturas (15, 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32°C) na duração do período ovo - adulto e na viabilidade da mosca-minadora *L. trifolii*. Vinte e oito plantas de feijão caupi com 50 dias de idade, já com duas folhas permanentes expandidas (seis folíolos), foram expostas às moscas-minadoras nas gaiolas de criação, por quatro horas. As plantas infestadas foram acondicionadas dentro de um recipiente de plástico maior coberto no fundo com papel jornal. Foi ajustado, na base das plantas, um cone invertido de papel de filtro (15 cm de diâmetro), para que as larvas saídas das folhas não penetrassem no substrato (TRAN; RIDLAND; TAKAGI, 2007) (Figura 1). Os vasos foram colocados sobre placas de Petri, para que as larvas não se posicionassem sob o vaso, evitando, desta forma, serem esmagadas. A seguir,

as plantas foram acondicionadas em câmaras climatizadas nas diferentes temperaturas. Os tratamentos tiveram números variáveis (68 a 259) dada a impossibilidade de se fixar o número de repetições (número de ovos por planta), considerando-se assim, a quantidade de larvas de primeiro ínstar.

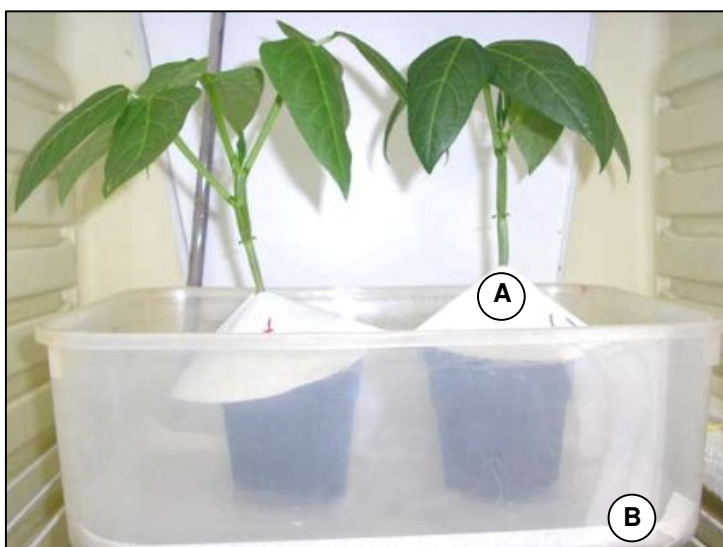


Figura 1 – Metodologia de estudo de influência da temperatura no desenvolvimento de *L. trifolii*, utilizando-se plantas de feijão caupi como hospedeiro; (a) cone invertido na base, para evitar a entrada de larvas de *L. trifolii* no substrato de plantio; (b) recipiente de material plástico com papel jornal ao fundo, para servir de superfície de pupação

A cada 12 horas, foram realizadas avaliações, verificando-se em qual estágio se encontravam os insetos, assim como a sua mortalidade. Para o estágio de ovo verificou-se a duração, mas não a viabilidade, em decorrência da dificuldade de se visualizarem os ovos nas folhas, sem estas serem retiradas das plantas. Para obtenção da duração precisa do estágio larval, foram mantidas as larvas eclodidas em maior número no mesmo dia; as que eclodiram mais tarde foram mortas por meio de um estilete. Um número máximo de seis larvas foi mantido por folha, facilitando o acompanhamento até a saída das mesmas da planta para pupação (HAGHANI et al., 2007). Essa restrição também é importante para não ocorrer competição intra-específica, tornando-se outro fator que pode interferir na duração e viabilidade do

estágio larval (PARRELA, 1983). Pupas de mesmo dia eram separadas e colocadas em placa de Petri de 6,8 cm de diâmetro e 1 cm de altura. No interior da placa, era colocada uma tira de papel filtro umedecido e a placa coberta com filme plástico (PVC®), perfurado por estilete, para permitir ventilação.

### 3.3.2 Umidade relativa do ar (UR)

A influência da umidade relativa do ar na viabilidade e duração do período ovo-adulto da mosca-minadora foi avaliada, utilizando-se câmaras climatizadas, ajustadas nas umidades de  $30 \pm 10$ ,  $50 \pm 10$ ,  $70 \pm 10$  e  $90 \pm 10\%$ , mantendo-se a temperatura constante de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 14h. A temperatura selecionada baseou-se nos resultados do item 3.3.1, escolhendo-se a que apresentou o ciclo biológico (ovo-adulto) mais curto e com maior viabilidade. O número de repetições variou de 65 a 79. A metodologia para obtenção dos ovos de *L. trifolii* e a de avaliação foram as mesmas descritas no item 3.3.1. A única modificação ocorreu na separação das pupas, em que ao invés de se usar filme plástico (PVC®), as placas de Petri foram cobertas com tecido “voile”. Dessa forma, o fluxo de ar não era interrompido, garantindo a manutenção da umidade desejada.

### 3.3.3 Análises estatísticas

Com os valores de duração obtidos no item 3.3.1, o limite térmico inferior de desenvolvimento (temperatura base -  $T_b$ ) e a constante térmica ( $K$ ) foram determinados, através do método da hipérbole, para as diferentes fases de desenvolvimento e para o período ovo-adulto (HADDAD; PARRA; MORAES, 1999).

Com base nas normais climatológicas de Mossoró, RN, região produtora de melão, estimou-se o provável número anual de gerações e durante a safra de melão, da mosca-minadora. Para se obter esses valores, utilizou-se como base a seguinte fórmula:

$K = D (T - T_b)$ , onde,

K: constante térmica calculada no presente estudo; T: temperatura média diária do ar para a região de Mossoró, obtido através da Estação Climatológica da Universidade Federal do Semi-árido<sup>1</sup>; Tb: temperatura base obtida na presente pesquisa; D: duração de uma geração. Dividindo-se 365 dias (1 ano) e 272 dias (ciclo do melão) pelo valor calculado de uma geração (D), obteve-se o número de gerações de *L. trifolii*, anual e durante o ciclo da cultura.

As durações dos estágios de ovo, larva e pupa nas diferentes temperaturas e UR foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de viabilidade foram submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$ , sendo, em seguida, realizada a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

### **3.4 Influência da temperatura e UR nos parâmetros biológicos dos adultos de *L. trifolii***

#### **3.4.1 Temperatura**

Casais de *L. trifolii*, emergidos no mesmo dia, foram isolados em placas de Petri de 14 cm de diâmetro e 1,8 cm de altura, cobertas com filme plástico (PVC®) perfurados por estilete para permitir ventilação. Em cada placa foi oferecida uma folha de feijão caupi com um algodão dental embebido em água em seu pecíolo, assim como um outro algodão dental embebido em mel a 10% como alimento (Figura 2). Um total de 20 casais foi acondicionado em câmaras climatizadas em cada temperatura de 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32 °C.

Diariamente, foram trocadas as folhas e o algodão contendo o mel a 10% e avaliada a mortalidade. A cada 24h, realizava-se a contagem dos ovos com o auxílio de um microscópico estereoscópico (Leica Wild M10, aumento 50 – 80x) com luz por transmissão (Zeiss KL1500 eletrônico), registrando-se a postura nas faces abaxial e adaxial. Em caso de morte do macho, este era substituído por outro emergido no dia.

<sup>1</sup>ESPÍNOLA SOBRINHO J. Mensagem recebida de <jespinola@ufersa.edu.br > em 27 setembro 2007.



Fêmeas mortas no primeiro dia não foram consideradas para avaliação (PARRELLA, 1984).

### 3.4.2 Umidade relativa do ar

Foi avaliada a influência de quatro umidades relativas do ar (UR):  $30 \pm 10$ ,  $50 \pm 10$ ,  $70 \pm 10$  e  $90 \pm 10\%$  na postura e longevidade de *L. trifolii*. Vinte casais de *L. trifolii* emergidos no mesmo dia, foram isolados em gaiolas, que constaram de recipientes plásticos de 9,5 cm de diâmetro de abertura e de 4,8 cm de altura. Nas umidades relativas de 70 e 90% utilizaram-se tampas com telas de aço, material que não absorve água e, portanto, sem risco de interromper o fluxo de ar. Nos tratamentos de 30 e 50% de UR, as tampas foram de tecido “voile”, já que nas UR mais baixas não há absorção de água pelo tecido (Figura 3). Na lateral do recipiente plástico foi feito um corte retangular de 5,5 x 0,8 cm, com um local para a entrada de uma folha, assim como um pequeno corte triangular para acomodação do pecíolo. A planta permanecia na posição horizontal com o recipiente preso em uma de suas folhas e o filme plástico (PVC®) foi utilizado para vedar qualquer abertura ainda existente.

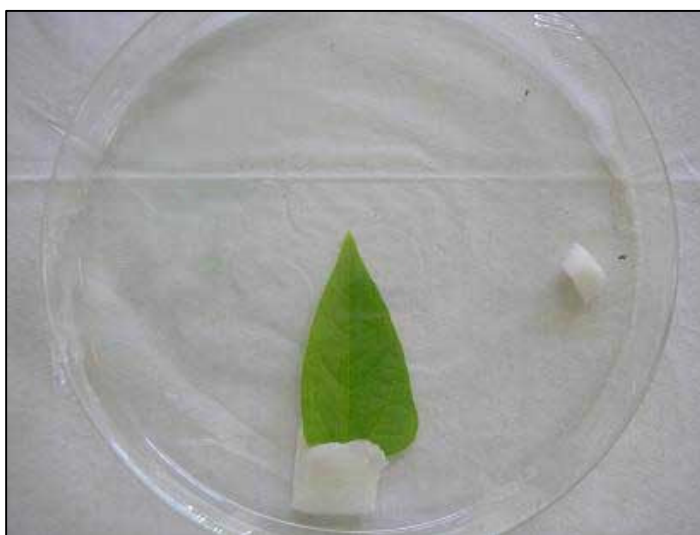


Figura 2 - Modelo para avaliação da postura de *Liriomyza trifolii* utilizando-se: placa de Petri coberta com filme plástico, contendo um casal de *L. trifolii*; folha de feijão caupi com algodão umedecido na base e algodão com mel a 10% para alimentação dos adultos

Um termo-higromêtro (Hanna instruments HI 8564) foi adaptado no interior de um recipiente igual ao do experimento, com os dois tipos de tela, para verificar a umidade dentro dessas gaiolas. Em geral, a umidade no interior do recipiente era maior do que a da câmara climática, em virtude da transpiração da folha; este dado permitiu uma correção para calibração da UR em cada câmara. Mel a 10% foi fornecido em algodão colocado sobre a tela para alimentação dos adultos. A escolha da temperatura para conduzir este experimento foi baseada nos resultados obtidos no item 3.4.1, de acordo com a temperatura que apresentou a maior fecundidade média.

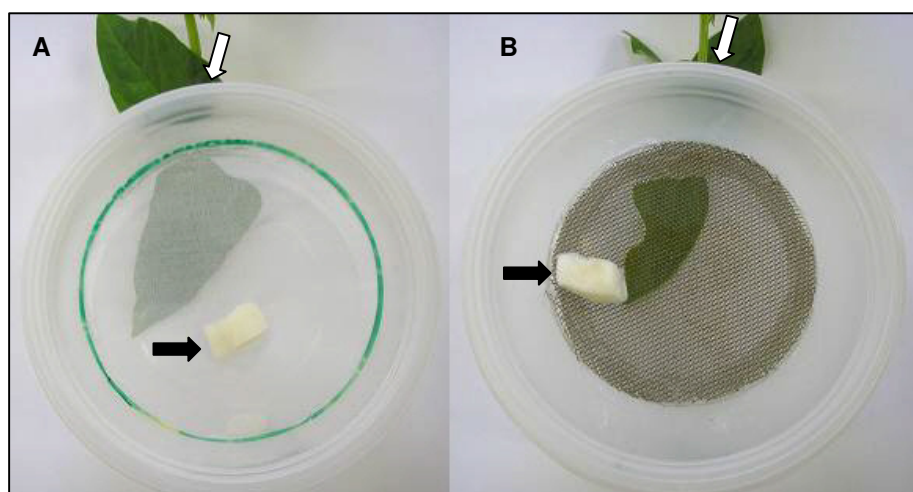


Figura 3 - Gaiola de material plástico para avaliação da postura de *L. trifolii* em diferentes umidades, com tela de tecido “voile” para as UR de 30 e 50% (A) e de aço para as UR de 70 e 90% (B); algodão com mel a 10% sobre a tela para alimentação dos adultos (➡) folha de feijão caupi inserida lateralmente (⇨)

Diariamente, a folha exposta era cortada da planta e colocada em placa de Petri (9,5 cm de diâmetro) para contagem dos ovos, de forma análoga ao que foi descrito no item 3.4.1. Em caso de morte do macho, este era substituído por outro macho emergido no dia. Fêmeas mortas no primeiro dia não foram consideradas para avaliação. O experimento foi constituído de 20 repetições, utilizando-se plantas de 30 - 40 dias de idade.

### 3.4.3 Análises estatísticas

Foram analisados a longevidade de machos e fêmeas, fecundidade, duração do período de pré-oviposição e oviposição. A taxa de oviposição foi calculada ao longo da vida da fêmea, por meio da fórmula: número de ovos por dia/número total de ovos x 100.

Os resultados de longevidade foram submetidos à transformação de  $\sqrt{x} + 0,5$  e os períodos de pré-oviposição e oviposição por  $\sqrt{x} + 1$  e realizado a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de fecundidade em diferentes temperaturas foram submetidos à transformação de  $\text{Log}(x + 1)$  e para os de fecundidade em diferentes UR, utilizou-se a transformação de  $\text{Log}(x)$ , em seguida realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Para elaboração de um modelo de sobrevivência nas diferentes temperaturas para as fêmeas foi considerada a distribuição de Weibull. As estimativas dos parâmetros de forma ( $\hat{a}$ ) e de escala ( $b$ ) foram obtidas através do método dos quadrados mínimos, após a linearização do modelo de Weibull, em que:  $\ln[-\ln(Px)] = -a \ln b + a \ln x$ ;  $Y = A + Bx$ , onde  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $(Px)$  = probabilidade de sobrevivência;  $x$  = tempo (dias);  $\hat{a} = B$  e  $b = e^{-A/B}$ . A longevidade média ( $lm$ ) foi estimada através dos parâmetros  $\hat{a}$  e  $b$  com a utilização da função gama:  $lm = b \sqrt[1/\hat{a}]{1 + 1/\hat{a}}$ . Os dados foram analisados através do programa MOBAE (Haddad et al., 1995).

Por fim, realizou-se uma análise de agrupamento ("cluster analysis"), utilizando-se o programa *Statistica*, versão 7.1 (STAT SOFT, Inc., 2001) para temperatura e outra para umidade, utilizando-se os parâmetros biológicos observados (viabilidade de larva e pupa, duração das fases de ovo, larva, pupa e ovo-adulto, períodos de pré-oviposição e oviposição, longevidade de machos e fêmeas e fecundidade).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Influência da temperatura e UR no desenvolvimento de *Liriomyza trifolii*

#### 4.1.1 Biologia de *L. trifolii* em diferentes temperaturas

Para todos os estágios do período ovo-adulto de *Liriomyza trifolii* (Burguess, 1880), ocorreu uma relação inversa entre a duração do desenvolvimento e o aumento da temperatura (Tabela 1). Na faixa de 32 a 15 °C, o período ovo-adulto variou de 12,9 a 40,9 dias (Figura 4).

Para a fase de ovo, observou-se diferença estatística nas temperaturas mais baixas (15 e 18 °C) com relação à duração. Nas temperaturas de 20 e 22; 25 e 28; e 30 e 32 °C, o período embrionário foi semelhante para cada conjunto de 2 temperaturas, embora cada conjunto tenha diferido entre si. As diferenças foram bastante evidentes, para as fases de larva, pupa e para o período ovo-adulto, entre as temperaturas mais baixas, com uma tendência de se igualarem nas temperaturas mais elevadas. O período ovo-adulto teve duração bastante próxima a 28, 30 e 32 °C (Tabela 1). A grande diferença na duração entre extremos da temperatura, verificada na presente pesquisa, com *L. trifolii* em feijão caupi, também tem sido observada em outros hospedeiros (LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988; LANZONI et al., 2002).

Os valores encontrados são próximos aos relatados na literatura para as fases de ovo e larva (MINKENBERG, 1988; ZOEBISCH et al., 1992; LANZONI et al., 2002), embora possam ser discrepantes dependendo do hospedeiro (LEIBEE, 1984). De um modo geral, os resultados da fase de pupa são mais próximos àqueles obtidos nas altas temperaturas em diferentes hospedeiros (LEIBEE, 1984; MILLER; ISGER, 1985; MINKENBERG, 1988; LANZONI, et al. 2002).

Embora a população inicial de *L. trifolii* tenha sido originária do Rio Grande do Norte, a duração do desenvolvimento não foi tão reduzida nas maiores temperaturas. Os dados do ciclo total se assemelham aos encontrados para a espécie criada em feijão e tomate, mostrando-se mais curto apenas a 15 °C (MINKENBERG, 1988; LANZONI et al., 2002). Os dados, no entanto, são bastante diferentes daqueles

Tabela 1 – Duração média (D) ( $\pm$  EPM) e intervalo de variação (IV), em dias, das fases de ovo, larva, pupa e do período ovo-adulto de *Liriomyza trifolii*, em feijão caupi, em diferentes temperaturas, sob umidade relativa de  $50 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas<sup>1</sup>

Temperatura (°C)	Fase de Ovo		Fase de larva		Fase de pupa		Ovo-adulto	
	D	IV	D	IV	D	IV	D	IV
15	6,7 $\pm$ 0,14a	5,5 - 8,5	10,1 $\pm$ 0,07a	9,5 - 11	23,9 $\pm$ 0,07a	23,5 - 24,5	40,9 $\pm$ 0,17a	39,5 - 41,5
18	5,6 $\pm$ 0,03b	5,0 - 6,0	7,1 $\pm$ 0,04b	6,0 - 7,0	15,1 $\pm$ 0,10b	15,0 - 17,0	28,0 $\pm$ 0,07ab	27,5 - 28,5
20	4,7 $\pm$ 0,06c	3,5 - 6,0	6,2 $\pm$ 0,07c	5,0 - 7,0	14,6 $\pm$ 0,10c	13,5 - 15,5	25,7 $\pm$ 0,27ab	24,0 - 28,0
22	4,2 $\pm$ 0,07c	3,0 - 6,0	5,7 $\pm$ 0,06d	5,0 - 6,5	11,3 $\pm$ 0,15d	10,5 - 13,5	21,4 $\pm$ 0,25bc	19,5 - 23,5
25	2,8 $\pm$ 0,07d	2,0 - 4,0	4,9 $\pm$ 0,07e	4,0 - 6,0	8,9 $\pm$ 0,08e	8,0 - 9,5	16,5 $\pm$ 0,08cd	15,0 - 18,5
28	2,5 $\pm$ 0,07d	1,5 - 3,5	4,2 $\pm$ 0,05f	3,0 - 5,0	8,0 $\pm$ 0,08f	7,0 - 9,0	14,3 $\pm$ 0,08d	13,0 - 15,5
30	2,0 $\pm$ 0,06e	1,5 - 3,0	4,1 $\pm$ 0,05f	3,0 - 5,5	7,5 $\pm$ 0,24g	6,5 - 9,0	13,7 $\pm$ 0,39d	12,0 - 15,5
32	1,6 $\pm$ 0,01e	1,5 - 3,0	3,8 $\pm$ 0,05g	3,0 - 5,0	7,3 $\pm$ 0,10g	6,5 - 8,0	12,9 $\pm$ 0,39d	11,5 - 14,5

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

referidos por Leibe (1984), quando criou a espécie em aipo, e observou um grande alongamento em todos os estágios.

A viabilidade da fase larval foi semelhante em todas as temperaturas, coincidindo com os resultados de Lanzoni et al. (2002) que não constatarem diferenças na mortalidade de *L. trifolii* em diferentes temperaturas (Tabela 2, Figura 5). Embora Minkenberg (1988) tenha encontrado maior mortalidade a 15°C, na presente pesquisa o estágio de pupa apresentou maior mortalidade apenas a 32°C, ocorrendo uma alta mortalidade (superior a 50%) em relação a 30°C (Tabela 2 e Figura 5), resultados semelhantes aos obtidos por Leibe (1984). Embora não tenha sido avaliada a viabilidade da fase de ovo, aparentemente esta se mostrou elevada de acordo com as amostras observadas.

Tabela 2 – Viabilidade (%) dos estágios de larva e pupa de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas. UR 50 ± 10% e fotofase de 14h<sup>1</sup>

Temperatura	Viabilidade (%)	
	Estágio de larva	Estágio de pupa
15	80,1 ± 3,92a	79,7 ± 5,16a
18	85,4 ± 4,74a	80,0 ± 6,32a
20	88,5 ± 3,57a	84,1 ± 4,52a
22	85,2 ± 4,00a	83,3 ± 4,00a
25	84,8 ± 5,64a	78,8 ± 3,25a
28	87,7 ± 3,12a	79,7 ± 6,17a
30	86,5 ± 2,90a	82,1 ± 3,34a
32	79,5 ± 2,63a	40,1 ± 3,20b

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$ .

As variações encontradas na literatura para os valores de duração e viabilidade dos diferentes estágios de *L. trifolii*, podem ser atribuídas a diferentes fatores. Dentre estes podem ser citados: (i) a metodologia empregada, incluindo o número de larvas estudadas por área foliar, que pode influenciar a viabilidade larval e a qualidade das pupas formadas (PARRELLA, 1983); (ii) o hospedeiro utilizado, que pode ser mais ou menos adequado ao desenvolvimento de *L. trifolii*; esta adequação pode depender da composição química das plantas, que pode afetar a nutrição do inseto de diversas

formas, influenciando diretamente no crescimento e na sua sobrevivência (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005); (iii) variações intrínsecas das populações, como já relatada por estudos recentes de taxonomia molecular, em que revelam a possibilidade de *L. trifolii* compor um complexo de espécies (SCHEFFER et al., 2006).

A influência da temperatura na duração do estágio larval e não na viabilidade, possivelmente deve-se ao desenvolvimento do inseto no interior da folha. Este hábito de vida além de garantir proteção contra outros fatores abióticos, como precipitação pluviométrica, radiação ultravioleta e vento, permite também a formação de um microclima com uma menor variação de temperatura, como relatado por Connor e Taverner (1997). Os mesmos autores mediram a temperatura no interior da mina de *Cameraria hamadryadella* (Lepidoptera: Gracillariidae) e na superfície da folha e constataram que a temperatura no interior da mina era 1 °C menor em relação ao meio externo. O resultado sugeriu que o ambiente criado pelo inseto minador promoveu um maior controle térmico em relação à superfície da folha e com isso reduziu a evaporação e possibilitou uma menor chance da larva morrer dessecada. Embora sejam insetos de outra ordem, o mesmo princípio pode valer para as moscas-minadoras.

Diferentemente da larva, a pupa se encontra mais exposta, principalmente com a metodologia utilizada na presente pesquisa e, conseqüentemente, mais vulnerável à influência de temperaturas extremas. Alguns comportamentos da fase de pré-pupa das moscas-minadoras podem auxiliar na proteção contra a dessecação, como: o fototropismo negativo, que possibilita o inseto buscar sítios de pupação com temperaturas mais amenas, evitando áreas abertas que poderiam apresentar temperaturas letais (LEIBEE, 1981); a tigmotaxia (PARRELLA, 1987), que pode ajudar a mosca-minadora buscar locais com microclimas mais favoráveis à pupação, como por exemplo, a base das plantas.

Na natureza, a pupação de *L. trifolii* ocorre no solo, ambiente em que a temperatura está associada à textura, à cor e ao teor de umidade do solo. Em solos úmidos há um menor incremento de temperatura em comparação aos solos secos (ÁVILA; PARRA, 2004); conseqüentemente, ocorre uma maior proteção da fauna edáfica contra temperaturas extremas. Na região produtora de melão no semi-árido

nordestino brasileiro, em que a mosca-minadora se encontra bem adaptada, ocorrem diferentes tipos de solos, desde arenosos a argilosos. Estudos da fase de pupa de *L. trifolii* nesses diferentes tipos de solos e em diferentes temperaturas, seriam necessários para embasamento dos resultados obtidos no presente estudo.

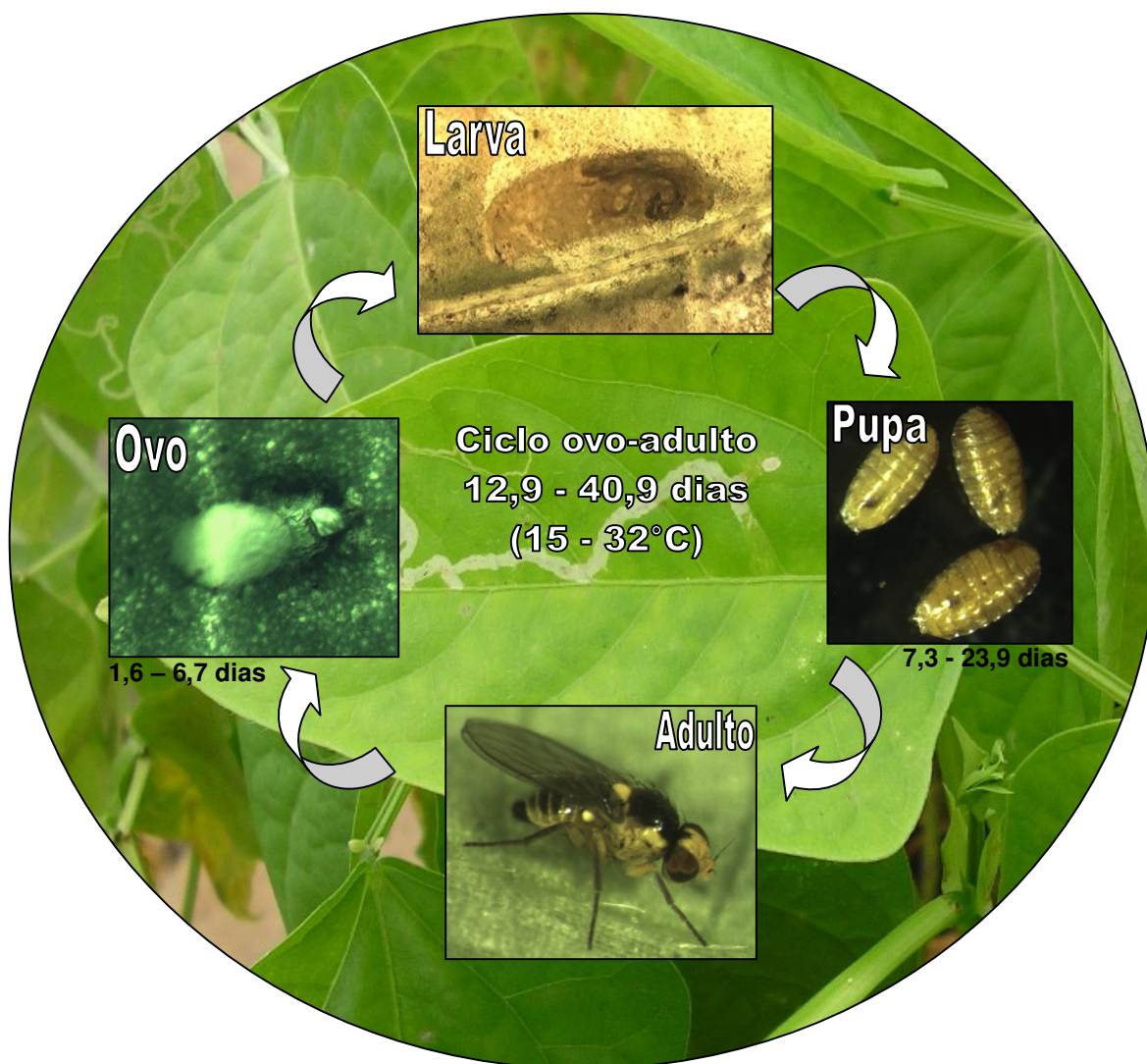


Figura 4 – Período ovo-adulto de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) nas temperaturas de 15 a 32 ± 1 °C, 50 ± 10% de UR e fotofase de 14h



#### 4.1.2 Exigências térmicas de *L. trifolii*

As exigências térmicas variaram dependendo do estágio de desenvolvimento da mosca-minadora, sendo que o limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb) foi de 7,2°C para o ciclo total, com uma constante térmica de 308,6 GD (Figura 7e Tabela 3). Deste total, 12% foram representados pelo período embrionário (38,8 GD), 34% pela fase de larva (106,7 GD) e 54% pela fase de pupa (171,8 GD). A correspondência de mais da metade do desenvolvimento imaturo do inseto, para o estágio pupal, coincide com o relatado para o as espécies de *Liriomyza* (PARRELLA, 1987).

O estágio de ovo foi o que mostrou a maior temperatura base, com valor de 11,5°C, que se encontra dentro das variações observadas em estudos com *L. trifolii* (CHARLTON; ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988; LANZONI, et al. 2002). Para o estágio larval, a temperatura base calculada de 3,4°C mostrou-se abaixo dos valores já existentes na literatura anteriormente citada, que variam de 6,1 a 9,9°C. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtido para a fase de larva foi de 99%, dado que confere confiabilidade ao resultado (Tabela 3). Para a fase de pupa, o limiar térmico inferior registrado foi de 7,2°C, um pouco abaixo das temperaturas bases já relatadas (Tabela 4) (CHARLTON; ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988; LANZONI, et al. 2002).

Tabela 3 - Temperatura base (Tb), constante térmica (K), equação de regressão linear e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os diferentes períodos de desenvolvimento de *Liriomyza trifolii*, em feijão caupi (*Vigna unguiculata*), em condições de laboratório

Estágio	Tb (°C)	K (GD)	Equação	$R^2$
Ovo	11,5	38,8	$y = 0,31201x - 0,02714$	0,94
Larva	3,4	106,7	$y = 0,031173x - 0,00937$	0,99
Pupa	7,2	171,8	$y = 0,04174x - 0,00582$	0,97
Ovo-adulto	7,3	308,6	$y = 0,02363x - 0,00324$	0,99

As discrepâncias obtidas na literatura para *L. trifolii*, podem estar ligadas à nutrição, que pode alterar a fisiologia do inseto. Trata-se do primeiro trabalho realizado em *V. unguiculata*, visando à determinação das exigências térmicas de *L. trifolii* neste hospedeiro. A metodologia empregada para determinação do limiar térmico inferior e a constante térmica é outro fator que pode influenciar na obtenção de resultados

divergentes. Bergant e Trdan (2006) afirmaram que para aumentar a precisão do método linear, deveriam ser realizados estudos com no mínimo cinco temperaturas constantes. Na presente pesquisa, realizou-se estudo em 8 temperaturas constantes e todos resultados foram utilizados para o cálculo da Tb e K. Por outro lado, nos demais trabalhos estudaram-se de três a cinco temperaturas e em alguns casos, não foi possível utilizar todas as temperaturas para a determinação da Tb e da constante térmica (LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988; LANZONI, et al. 2002; TOKUMARU; ABE, 2003) .

Comparando-se a Tb dos estágios endofíticos, observa-se um maior valor da fase de ovo, o mesmo verificado por outros autores (CHARLTON; ALLEN, 1981; LEIBEE, 1984; LANZONI, et al. 2002). Provavelmente, isso ocorra devido ao ambiente criado pelos insetos minadores no interior da folha, Connor e Taverner (1997), sugeriram que em temperaturas mais baixas, este ambiente pode produzir um “efeito estufa”, permitindo a essas espécies uma maior atividade. Já a fase de ovo, mesmo sendo endofítica, se localiza próxima à abertura realizada pela fêmea para oviposição (Figura 6). Dessa forma, o ovo deve sofrer uma maior interferência da temperatura comparada com a larva, levando a uma Tb de maior valor.

Tabela 4 – Comparação da temperatura base e constante térmica das fases de ovo, larva, pupa e do período ovo-adulto, em trabalhos com a espécie *L. trifolii* em diferentes hospedeiros

Hospedeiro	Temperatura base (°C)				GD Ovo-adulto	Referência
	Ovo	Larva	Pupa	Ovo-adulto		
<i>Vigna unguiculata</i>	11,5	3,4	7,2	7,3	308,6	presente estudo
<i>Phaseolus</i> sp.	10,0	8,5	8,0	8,4	...	Parrela (1987)
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	13,4	6,1	9,0	6,3	...	com dados de Charlton e Allen (1981)
<i>Apium graveolens</i>	12,8	8,4	10,3	8,1	355,9	Leibee (1984)
<i>Lycopersicon esculentum</i>	6,9	7,9	10,0	9,1	266,7	Minkenberg (1988)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	10,4	9,9	10,7	10,5	233,9	Lanzoni et al. (2002)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	...	...	...	9,8	251,3	Tokumaru e Abe (2003)

... dado numérico não disponível.

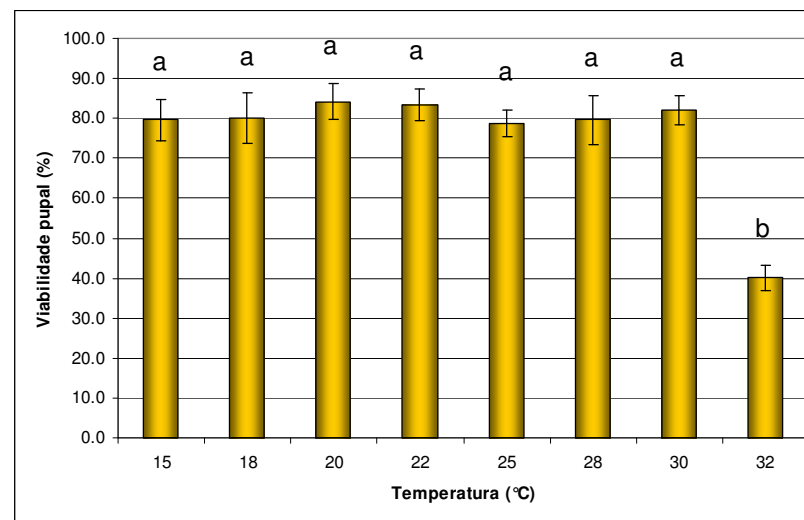
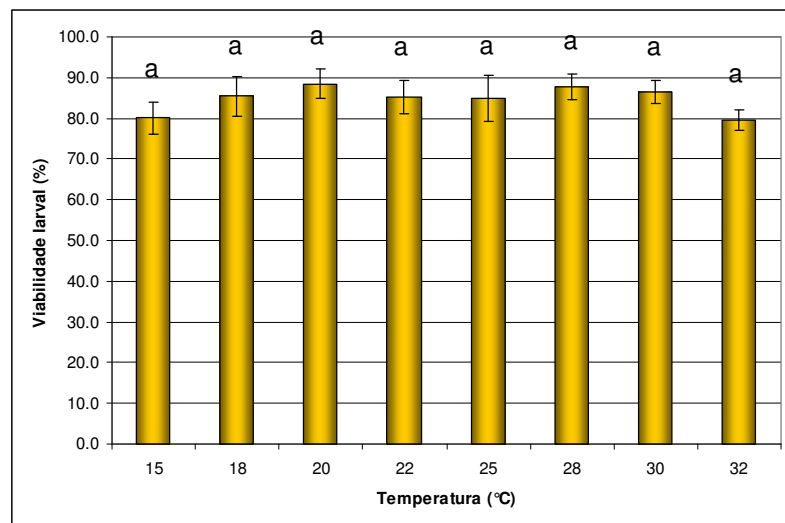


Figura 5 - Viabilidade larval e pupal de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas. UR  $50 \pm 10\%$  e fotofase de 14h. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$

De acordo com as normais térmicas da região de coleta da praga, em Mossoró, no Rio Grande do Norte, Brasil, associadas aos dados de exigências térmicas obtidos para *L. trifolii*, foi possível determinar o número de 24,5 gerações por ano da mosca-minadora. Mesmo sabendo-se das variações de desenvolvimento existentes para diferentes hospedeiros, pode-se também estimar esses dados para a cultura do melão, de onde foram originalmente coletados os espécimens utilizados nessa pesquisa. Geralmente, a produção do melão na região de Mossoró, concentra-se dos meses de Julho a Fevereiro. A partir dos dados de temperatura média desses meses, estimou-se um número de 14,8 gerações de *L. trifolii* durante a safra do melão na região. Com esses resultados pode-se visualizar o grande potencial de desenvolvimento dessa praga nessa região do semi-árido nordestino. Esses dados precisam ser validados em condição de campo, à semelhança do realizado por outros autores para crisomelídeos (ÁVILA; MILANEZ; PARRA, 2002; NAVA; PARRA 2003).

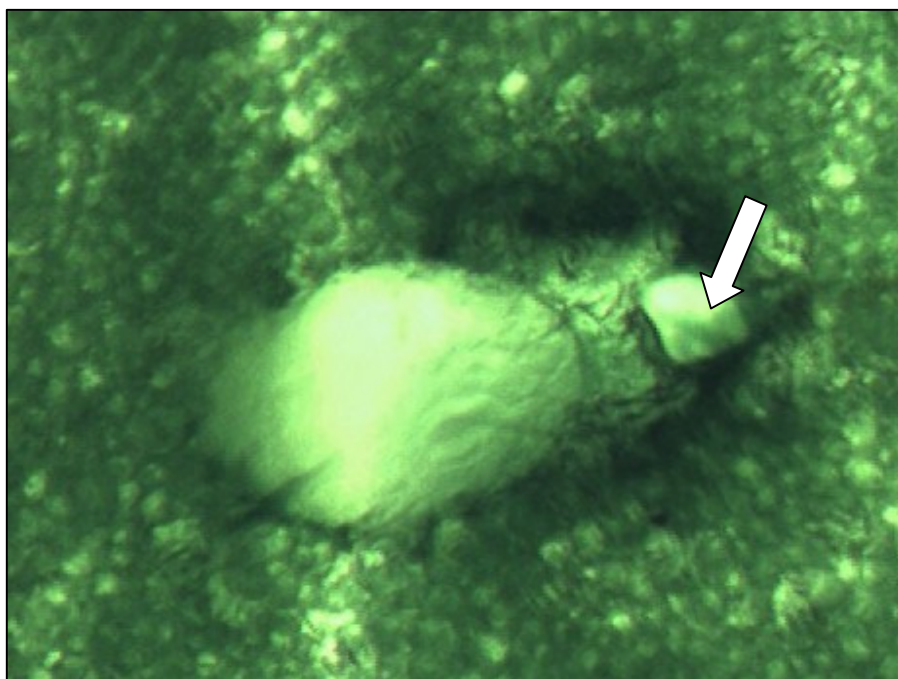


Figura 6 – Postura endofítica de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi, com detalhe da abertura de oviposição (seta)

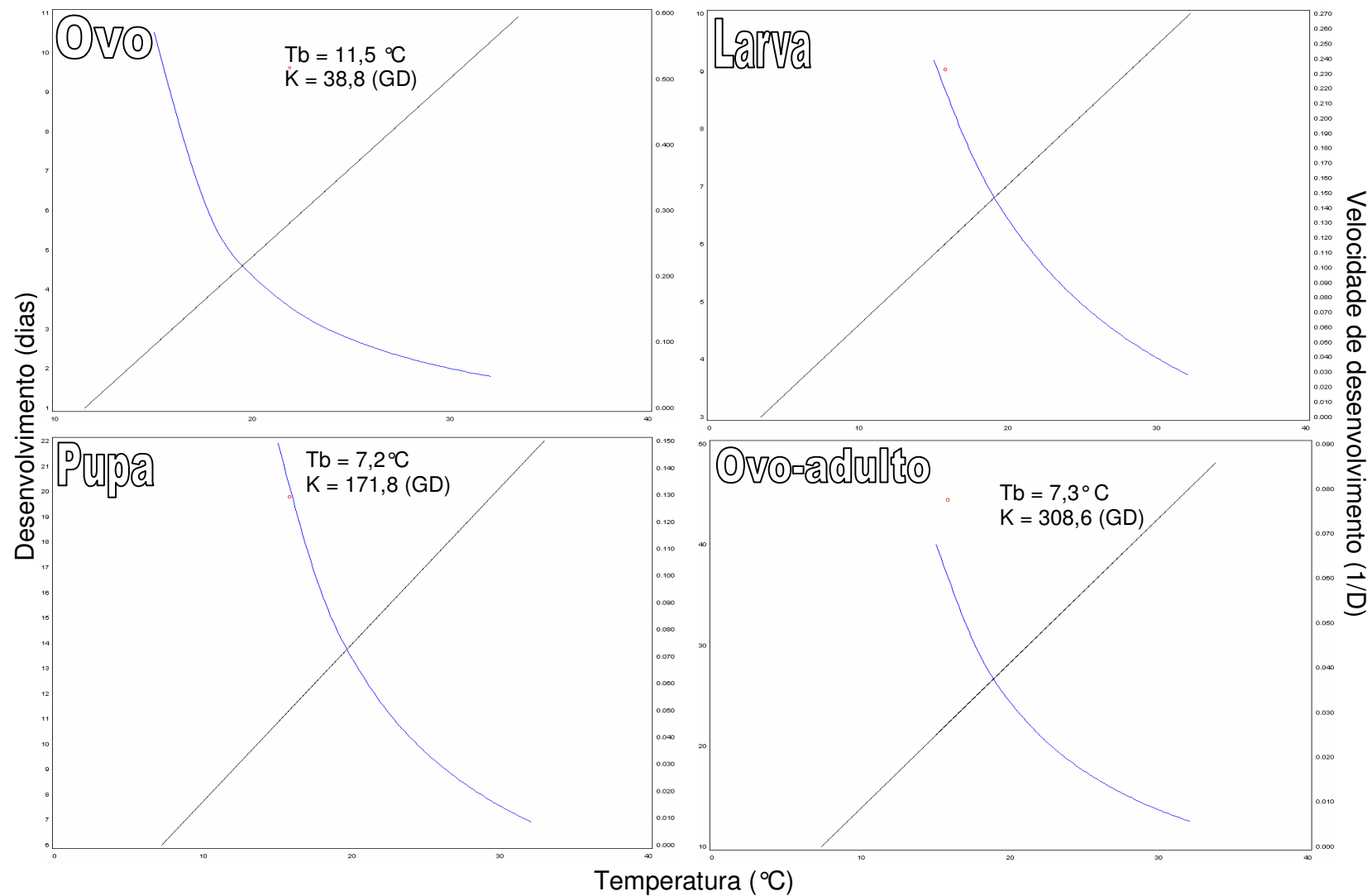


Figura 7 - Relação entre a temperatura com o tempo em dias (D) e a velocidade de desenvolvimento (1/D) do período ovo, larva, pupa e ovo-adulto de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*), a UR  $50 \pm 10\%$  e fotofase de 14h

#### 4.1.2 Umidade relativa do ar

A UR não afetou a duração dos estágios imaturos de *L. trifolii* (Tabela 5). Entretanto, houve um marcante efeito na viabilidade larval e pupal, coincidindo com o que é registrado na literatura, ou seja, a UR afeta mais a mortalidade do que a duração das fases imaturas de insetos (Tabela 6) (PARRA, 2000).

Na fase larval, a maior viabilidade foi constatada na UR de 50% (76,2%). As viabilidades nas demais UR, variáveis de 39,6 a 58,3%, não diferiram entre si (Figura 8). Como a fase larval de *L. trifolii* desenvolve-se no mesófilo foliar, não há uma influência direta da UR nesse estágio. No entanto, a UR pode afetar indiretamente o inseto, através de alterações fisiológicas da planta ou oferecendo melhores condições para o desenvolvimento de patógenos. Na UR de 30%, mesmo as plantas sendo regadas duas vezes ao dia, houve uma rápida perda de água, tornando as folhas menos túrgidas em relação às das demais UR, podendo assim, ter afetado o desenvolvimento das larvas de *L. trifolii*. Nas UR de 70 e 90%, é possível que ocorreram melhores condições para o desenvolvimento de patógenos, causando uma maior mortalidade de larvas.

Esse fato é registrado para o nematóide *Steinernema carpocapsae*, que ataca larvas de *L. trifolii* e exige uma UR superior a 92% (WRIGHT; VILLANI; AGUDELO-SILVA, 1988; HARA et al., 1993). Assim como esta espécie de nematóide, outros microorganismos podem existir e apresentarem comportamento similar. Outra questão a ser discutida, é a boa adaptação do feijão caupi a climas secos, característica do semi-árido nordestino (FREIRE FILHO et al., 2005). A exposição a UR elevadas pode interferir em processos fisiológicos, como a redução da transpiração da planta (KERBAUY, 2004), e como consequência afetar o desenvolvimento do inseto.

No estágio de pupa, verificou-se uma maior viabilidade com o aumento da UR. A maior percentagem de emergência foi encontrada na UR de 90%, mostrando-se similar à de 70% e diferindo das duas UR menores (Figura 9). Este resultado era esperado, pois UR mais baixas provocam uma maior perda de água pelo inseto, e, portanto, afetam seu desenvolvimento, provocando até a sua morte (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1962).

Tabela 5 – Duração média (D) ( $\pm$  EPM) e intervalo de variação (IV), em dias, das fases de ovo, larva, pupa e do período ovo-adulto de *Liriomyza trifolii*, em feijão caupi (*Vigna unguiculata*), em diferentes umidades relativas do ar (UR) sob temperatura de  $30 \pm 1$  °C e fotofase de 14 horas<sup>1</sup>

UR	Fase de Ovo		Fase de larva		Fase de pupa		Ovo-adulto	
	D	IV	D	IV	D	IV	D	IV
30%	1,82 $\pm$ 0,03a	1,5 - 2,0	4,06 $\pm$ 0,05a	3,5 - 5,0	8,04 $\pm$ 0,13a	7,5 - 9,0	13,88 $\pm$ 0,13a	12,5 - 15,5
50%	1,78 $\pm$ 0,03a	1,5 - 2,0	3,99 $\pm$ 0,05a	3,5 - 5,5	8,00 $\pm$ 0,06a	7,5 - 9,0	13,79 $\pm$ 0,08a	12,5 - 15,5
70%	1,83 $\pm$ 0,03a	1,5 - 2,0	3,91 $\pm$ 0,06a	3,5 - 4,5	7,82 $\pm$ 0,06a	7,0 - 8,5	13,53 $\pm$ 0,11a	12,0 - 15,0
90%	1,80 $\pm$ 0,03a	1,5 - 2,0	3,93 $\pm$ 0,06a	3,5 - 4,5	7,97 $\pm$ 0,07a	7,5 - 8,5	13,71 $\pm$ 0,13a	12,0 - 15,5

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 6 – Viabilidade das fases de larva e pupa de *Liriomyza trifolii* em diferentes UR, a  $30 \pm 1$  °C e fotofase de 14h<sup>1</sup>

UR	Viabilidade (%)	
	Estágio de Larva	Estágio de Pupa
30%	43,3 $\pm$ 3,71a	28,6 $\pm$ 3,51a
50%	76,2 $\pm$ 3,92b	43,7 $\pm$ 4,90ab
70%	58,3 $\pm$ 4,78a	63,0 $\pm$ 6,00bc
90%	39,6 $\pm$ 3,93a	80,9 $\pm$ 5,36c

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$ .

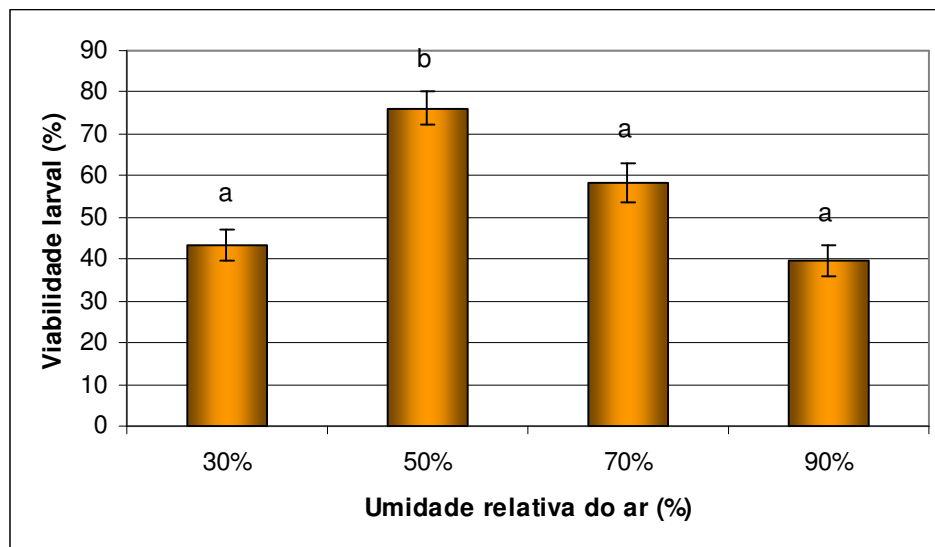


Figura 8 – Viabilidade larval de *Liriomyza trifolii* em diferentes UR, a  $30 \pm 1$  °C e fotofase de 14h. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$

Resultado semelhante foi encontrado por Shu-Guang e Le (2001) com *L. sativae*, ao constatarem uma maior viabilidade pupal nas umidades acima de 50%, comparando-se aquelas abaixo de 50%. Por outro lado, os dados da presente pesquisa diferem daqueles relatados por Parrella (1987), que registrou que as UR entre 30 e 70% são as ideais para pupação. Estudos sobre o efeito de diferentes tipos e umidades do solo, poderiam ser conduzidos para verificar se há influência destes fatores na viabilidade pupal de *L. trifolii* criada em feijão caupi.



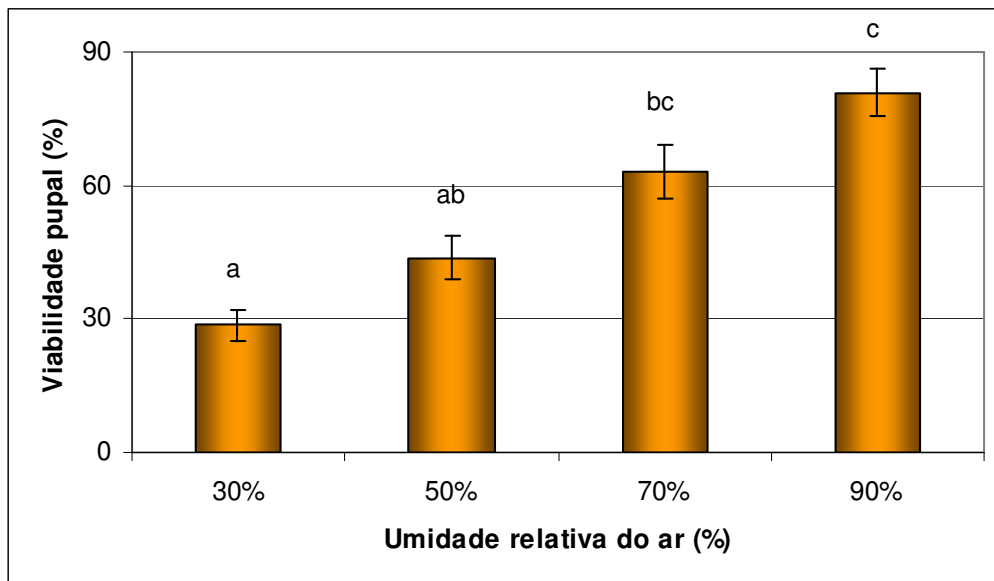


Figura 9 – Viabilidade pupal de *Liriomyza trifolii* em diferentes UR, a  $30 \pm 1$  °C e fotofase de 14h. Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$

A duração das diferentes fases de desenvolvimento de *L. trifolii* e, por conseguinte do período ovo-adulto (Tabela 5), foi muito próxima aos obtidos a 30°C (Tabela 1), dando uma idéia do ajuste metodológico alcançado na criação de *L. trifolii* em laboratório.

## 4.2 Influência da temperatura e UR nos parâmetros biológicos dos adultos de *L. trifolii*

### 4.2.1 Temperatura

Houve uma redução da longevidade com o aumento da temperatura; assim, o inseto viveu mais a 18°C, pela sua menor atividade metabólica. Nas temperaturas entre 20 e 30°C, os insetos viveram igualmente, embora numericamente tenha havido variação de 14,9 a 9,3 dias (Tabela 7). Na temperatura de 32°C, o inseto viveu menos dias. A tendência foi semelhante para machos e fêmeas, embora em todas as temperaturas as fêmeas tenham apresentado uma maior longevidade em relação aos machos, semelhante ao observado para *L. trifolii* em outros hospedeiros (DIMETRY,

1971; PARRELLA, 1984; PARRELLA; BETHKE, 1984) e para *L. sativae* criada em pepino (HAGHANI et al., 2006). Em geral, as médias de longevidade das fêmeas da presente pesquisa, se mostraram superiores aos trabalhos realizados com *L. trifolii* em tomate (MINKENBERG, 1988; ZOEBISCH et al., 1992) e menores ao realizado em crisântemo (PARRELLA, 1983). Em algumas temperaturas, a longevidade das fêmeas foi quase o dobro do que foi observado por Minkenberg (1988) e Zuebisch et al. (1992). Esta diferença, provavelmente, ocorreu devido ao não fornecimento de alimento aos adulto por aqueles autores, condição que aumenta grandemente a longevidade desses insetos (PARRELLA, 1987). Por outro lado, a menor longevidade, comparada àquela obtida por Parrella (1983), provavelmente foi ocasionada pela seleção de fêmeas de pupas maiores pelo autor, característica diretamente relacionada à longevidade de *L. trifolii* (PARRELLA, 1983). As longevidades de machos e fêmeas encontradas no presente trabalho, também foram maiores do que as de *L. sativae* em pepino, em todas as temperaturas passíveis de comparação (HAGHANI et al., 2006).

Tabela 7 – Longevidade média ( $\pm$  EPM) de machos e fêmeas de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas, sob UR 50%  $\pm$  10% e fotofase de 14h<sup>1</sup>

Temperatura (°C)	Longevidade (dias)	
	Machos	Fêmeas
18	15,3 $\pm$ 1,46a (2 - 28)	25,4 $\pm$ 3,30a (3 - 61)
20	10,2 $\pm$ 0,93bc (9 - 18)	14,9 $\pm$ 1,12b (8 - 26)
22	11,4 $\pm$ 0,92ab (8 - 16)	13,3 $\pm$ 0,78bc (8 - 22)
25	7,7 $\pm$ 0,52bc (4 - 13)	10,8 $\pm$ 0,93bc (3 - 22)
28	7,4 $\pm$ 0,76bc (2 - 13)	10,7 $\pm$ 0,61bc (6 - 14)
30	7,4 $\pm$ 0,86bc (8 - 15)	9,3 $\pm$ 0,92bc (4 - 17)
32	6,8 $\pm$ 0,64c (4 - 14)	7,0 $\pm$ 0,57c (3 - 15)

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). Dados submetidos à transformação de  $\sqrt{x + 0,5}$ .

As curvas de sobrevivência para as fêmeas de *L. trifolii* seguiram o modelo de distribuição de Weibull, para as temperaturas de 20 a 32°C (Figura 10). Apenas a 18°C isso não foi possível, em vista do grande número de pontos presentes no eixo “x”. Ficou bem visível o alongamento da curva de sobrevivência estimada ao reduzir a temperatura, com exceção aos valores obtidos na faixa entre 30 e 28°C, que mostraram-se bem próximos.

Os períodos de pré-oviposição e oviposição foram inversamente correlacionados com o aumento da temperatura (Tabela 8). A 18°C, as fêmeas de *L. trifolii* demoraram em média 6,3 dias para iniciar a postura, enquanto a 32°C apenas 1,5 dia. Nas temperaturas passíveis de comparação com o trabalho de Minkenberg (1988), os valores da presente pesquisa foram maiores. Para o período de oviposição, as médias aumentaram com a diminuição da temperatura, porém, houve diferença significativa apenas a 18°C, em relação às demais condições térmicas.

Em trabalho com *L. sativae* em pepino, também observou-se um decréscimo dos períodos de pré-oviposição e oviposição, com o aumento da temperatura (HAGHANI et al., 2006). Em relação ao mesmo trabalho, o período de pré-oviposição se mostrou maior em todas as temperaturas se comparada aos valores da presente pesquisa, ocorrendo o inverso para o período de oviposição.

A fecundidade, número total de ovos por fêmea, foi similar entre as temperaturas de 18 a 30°C, enquanto que a 32°C este número foi significativamente reduzido em relação às demais temperaturas (Figura 11). Esse resultado revela uma queda do desempenho do inseto a partir de 30°C. Na região do semi-árido nordestino, aonde essa praga se encontra bem adaptada, a temperatura pode atingir mais de 40°C nas horas mais quentes do dia. Logo, poderia se esperar um bom desempenho da espécie mesmo em temperaturas mais elevadas, como 32°C. No entanto, aparentemente o período de oviposição das espécies de *Liriomyza* ocorre principalmente pela manhã (Parrella, 1987). Dessa forma, é provável que as moscas-minadoras busquem abrigo em outras áreas com microclimas mais favoráveis nas horas mais quentes do dia.

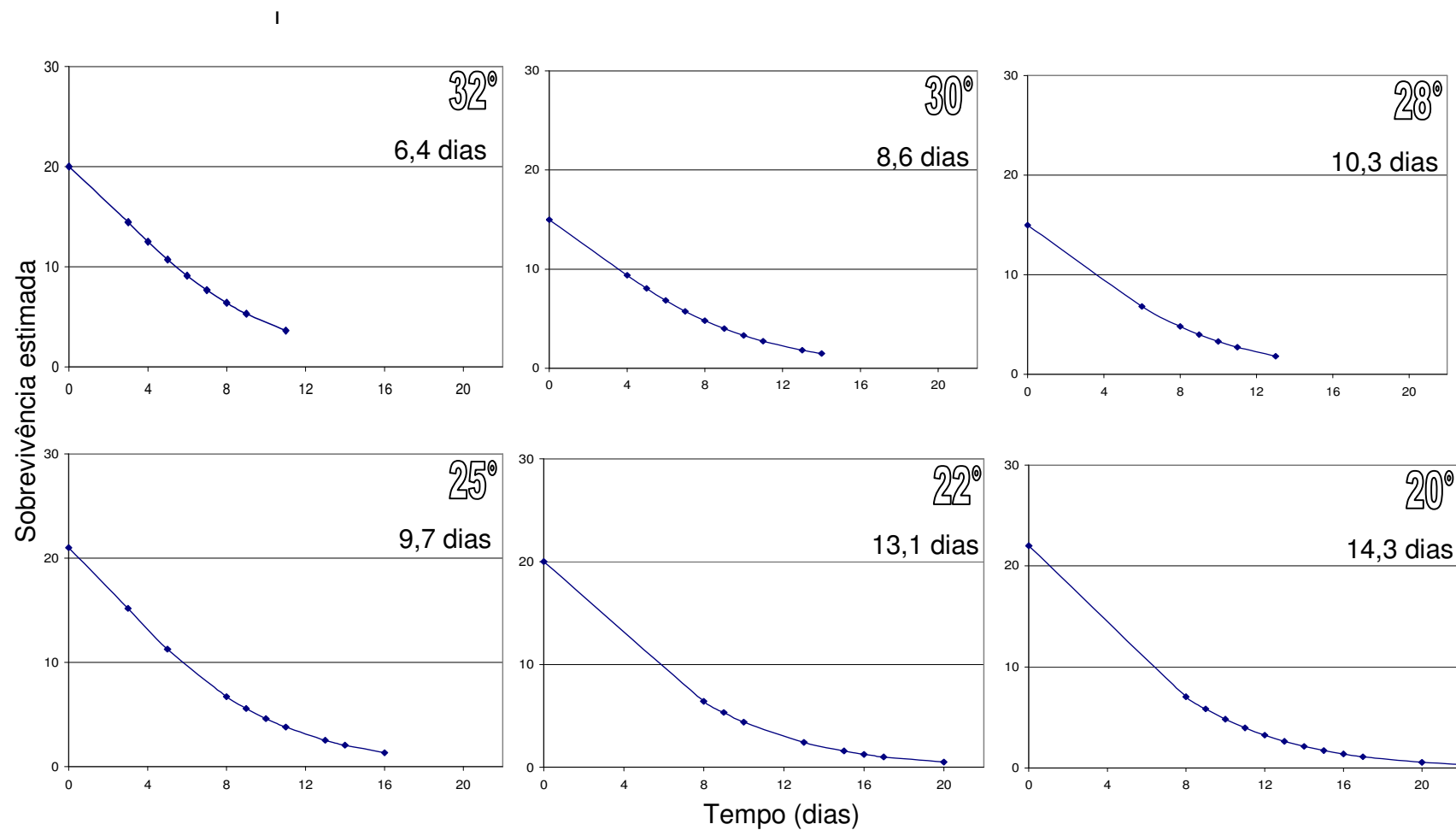


Figura 10 – Curvas de sobrevivência de fêmeas de *L. trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas, com suas respectivas longevidades médias, estimadas segundo a distribuição de Weibull. UR 50 + 10% e fotofase de 14h

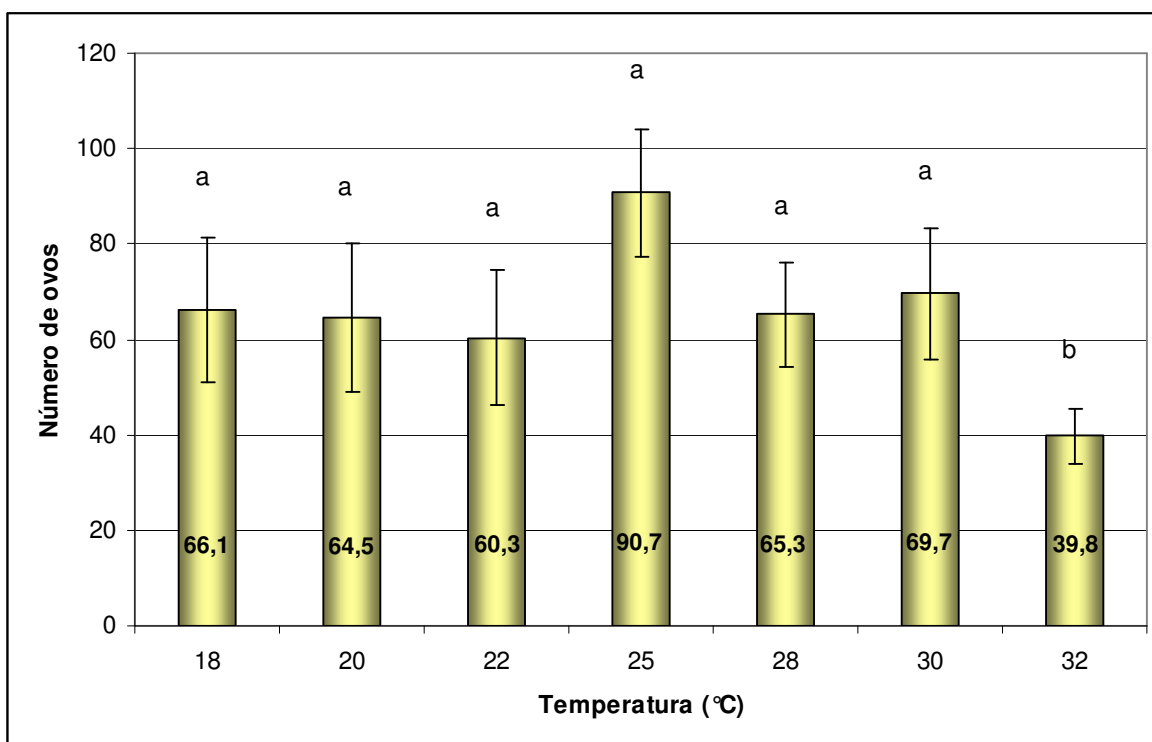


Figura 11 - Fecundidade média ( $\pm$  EPM) de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas, a UR 50 + 10% e fotofase de 14h. Os números nas barras referem-se aos valores médios da postura de *L. trifolii*. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação de Log(x+1)

Em geral, nos trabalhos já realizados para avaliar a influência da temperatura na postura de *L. trifolii*, observou-se uma queda de oviposição nas temperaturas extremas. Parrella (1983) conseguiu observar essa queda de postura de *L. trifolii* nas temperaturas de 15,6 e 37,8°C. Outros autores constataram redução de ovos viáveis a 18°C (OLIVEIRA; BORDAT; LETOURMY, 1995), a 15°C (LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988) e 13,9°C (ZOEBSCH et al., 1992). Na presente pesquisa, não foi possível tal observação, pois a faixa estudada foi entre 18 – 32°C.

A comparação da média de ovos entre os diferentes trabalhos torna-se difícil, principalmente devido às diferenças metodológicas utilizadas (PARRELLA, 1983; LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988; ZOEBSCH et al., 1992; OLIVEIRA; BORDAT; LETOURMY, 1995). Assim, na presente pesquisa foi feita a contagem direta dos ovos, enquanto que nos demais trabalhos foram contadas larvas de 1º instar; a forma de

Tabela 8 - Períodos de pré-oviposição e oviposição de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*), em diferentes temperaturas, a UR 50 ± 10% e fotofase de 14h<sup>1</sup>

Períodos	Temperatura (°C)						
	32	30	28	25	22	20	18
Pré-oviposição	1,5 ± 0,29a	1,6 ± 0,42a	1,8 ± 0,36ab	1,9 ± 0,27ab	2,5 ± 0,69abc	3,3 ± 0,40bc	6,3 ± 1,85c
Oviposição	4,8 ± 0,59a	6,4 ± 0,88a	7,3 ± 0,69a	7,6 ± 0,89a	8,1 ± 1,36a	9,1 ± 1,11a	21,1 ± 3,54b

<sup>1</sup> As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). Dados submetidos à transformação de  $\sqrt{x + 1}$ .

utilização de folhas (cortadas, ou não, para postura de *L. trifolii*); a proporção macho:fêmea: 1:1 no presente estudo e nas pesquisas de Leibee (1984) e Zuebisch et al. (1992); 1:2 no trabalho de Parrella (1984); Minkenberg (1988) e Oliveira, Bordat e Letourmy (1995) utilizaram grupos de 10 fêmeas e não mencionaram o número de machos; a fonte de alimento para os adultos, mel a 10% neste trabalho, o mesmo utilizado por Leibee (1984); mel puro fornecido por Parrella (1984) e Oliveira, Bordat e Letourmy (1995) e ausência de alimento no caso do trabalhos de Minkenberg (1988) e Zuebisch et al. (1992) e por último o número de repetições utilizadas em cada experimento, que variaram de 3 a 34 nos trabalhos acima citados. Em particular, no trabalho de Parrella (1984), selecionaram-se apenas as fêmeas emergidas de pupas de tamanhos maiores, pois foi demonstrado pelo autor, que esta característica está diretamente relacionada com a fecundidade de *L. trifolii* (PARRELLA, 1983). Provavelmente por este motivo, a maior média de ovos viáveis, 278,9 a 26,7°C, foi encontrada neste trabalho com *L. trifolii* em crisântemo.

Houve uma grande variação de número de ovos entre as repetições submetidas às mesmas temperaturas, semelhante ao observado em outros trabalhos que avaliaram a postura de *L. trifolii* (LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988; OLIVEIRA; BORDAT; LETOURMY, 1995; NAGATA; WILKINSON; NUSSLY, 1998). Dessa forma, essa variação (Figura 11) provavelmente apresenta-se como uma característica intrínseca à espécie.

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 uma mudança do padrão de acordo com a temperatura (Figura 12). Nas temperaturas de 32 e 30°C, no 4º dia já se obteve 50% do total de ovos por fêmea, enquanto a 28, 25 e 22°C este percentual foi registrado no 6º dia, a 20°C no 10º dia e a 18°C, apenas no 16º dia. O pico da atividade de postura ficou entre os dias 2 e 6, para as temperaturas de 20 a 32°C, e no 9º dia a 18°C. Padrões semelhantes de postura foram observados com *L. trifolii* em tomate (MINKENBERG, 1988) a 20°C e em crisântemo a 32°C (PARRELLA, 1984).

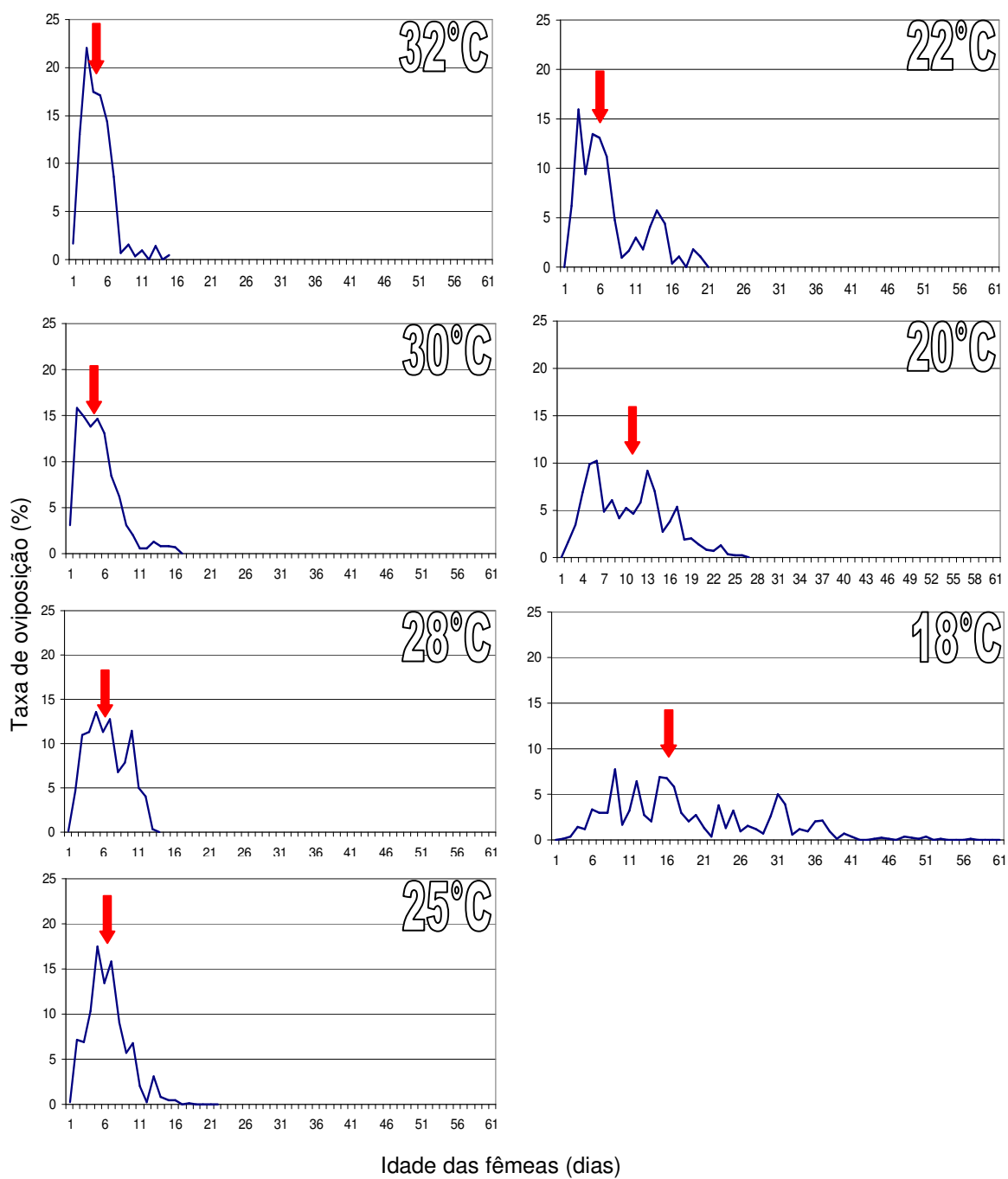


Figura 12 – Taxa de oviposição de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas, sob UR 50± 10% e fotofase de 14h. A seta indica o momento em que se obteve 50% do total de ovos



Em vista da metodologia utilizada de contagem direta dos ovos, foi possível verificar a distribuição das posturas entre as superfícies adaxiais e abaxiais da folha. Do total de ovos contabilizados, 82% foram observados na face superior da folha, e 18% na face inferior. Não houve diferenças na distribuição de postura entre as duas superfícies da folha, nas diferentes temperaturas (Tabela 9). Esse resultado diverge do relatado para *L. huidobrensis*, que demonstrou uma frequência semelhante de postura em ambas superfícies da folha (PARRELLA; BETHKE, 1984).

Tabela 9 - Distribuição da postura (%) de *Liriomyza trifolii* nas faces adaxial e abaxial de feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas, sob UR de  $50 \pm 10\%$  e fotofase de 14h<sup>1</sup>

Temperatura (°C)	Superfície	
	Adaxial	Abaxial
18	82,1 $\pm$ 3,73a	17,9 $\pm$ 3,73a
20	82,1 $\pm$ 4,14a	17,9 $\pm$ 4,14a
22	87,9 $\pm$ 3,35a	12,1 $\pm$ 3,35a
25	81,8 $\pm$ 2,32a	18,2 $\pm$ 2,32a
28	83,6 $\pm$ 2,78a	16,4 $\pm$ 2,78a
30	75,4 $\pm$ 3,74a	24,6 $\pm$ 3,74a
32	83,1 $\pm$ 4,28a	16,9 $\pm$ 4,28a
<b>Média</b>	82,3	17,7

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$ .

#### 4.2.2 Umidade relativa do ar

A UR teve influência apenas na longevidade das fêmeas de *L. trifolii*, sendo que em todas as UR, as fêmeas viveram mais que os machos. A longevidade média das fêmeas na UR de 30% foi de 16,1 dias, mostrando-se similar aos valores obtidos na UR de 50% e maior do que aquela registrada nas duas UR menores (Tabela 10). Trata-se do primeiro trabalho com *Liriomyza*, em que verifica-se a influência da UR na longevidade dos adultos. Estes resultados divergem do estudo com o inseto de outra ordem, o minador-dos-citros, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), em que observou-se uma menor longevidade de fêmeas e machos na UR de 30% e uma maior longevidade na UR de 70% (CHAGAS, 1999). Também em pesquisa com o bicho-furão-

dos-citros, *Gymnandrosoma aurantianum*, não se observaram posturas na UR de 30%, ocorrendo um aumento da fecundidade ao se elevar a UR (GARCIA, 1998).

As curvas de sobrevivência para as fêmeas de *L. trifolii* seguiram o modelo de distribuição de Weibull, para todas as UR (Figura 13). Ficou nítido o encurtamento da curva de sobrevivência estimada nas UR mais altas. Nas UR em que foi obedecido o modelo de Weibull, é possível estimar-se a sobrevivência da espécie por meio das equações determinadas (REIS; HADDAD, 1997).

Tabela 10 - Longevidade média (+ EPM) de machos e fêmeas de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes UR, sob temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1\%$  e fotofase de  $14\text{h}^1$

UR (%)	Longevidade (dias)	
	Machos	Fêmeas
30	$8,8 \pm 1,40\text{a}$ (3 - 19)	$16,1 \pm 1,27\text{a}$ (7 - 24)
50	$5,8 \pm 0,49\text{a}$ (4 - 9)	$12,8 \pm 2,11\text{ab}$ (3 - 31)
70	$5,6 \pm 0,82\text{a}$ (2 - 10)	$9,8 \pm 1,38\text{b}$ (3 - 19)
90	$6,8 \pm 0,99\text{a}$ (3 - 13)	$9,4 \pm 1,15\text{b}$ (4 - 15)

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação de  $\sqrt{x} + 0,5$ .

A manutenção do equilíbrio homeostático da água é um desafio para o organismo com uma elevada razão de área de superfície por volume, como no caso dos insetos (SCHOWALTER, 2000). Algumas espécies que vivem em ambientes áridos possuem adaptações a esse ambiente, como: a conservação de água metabólica (a partir da oxidação de alimentos); aquisição de água pela condensação em pêlos e espinhos (CHAPMAN, 1998); controle da atividade dos espiráculos sob condições de baixa UR (KHARBOUTLI; MACK, 1993) e outros tipos de mecanismos.

Estudos fisiológicos com a mosca-minadora seriam necessários para compreensão da adaptação desse inseto a UR mais baixas, como verificado no presente estudo.

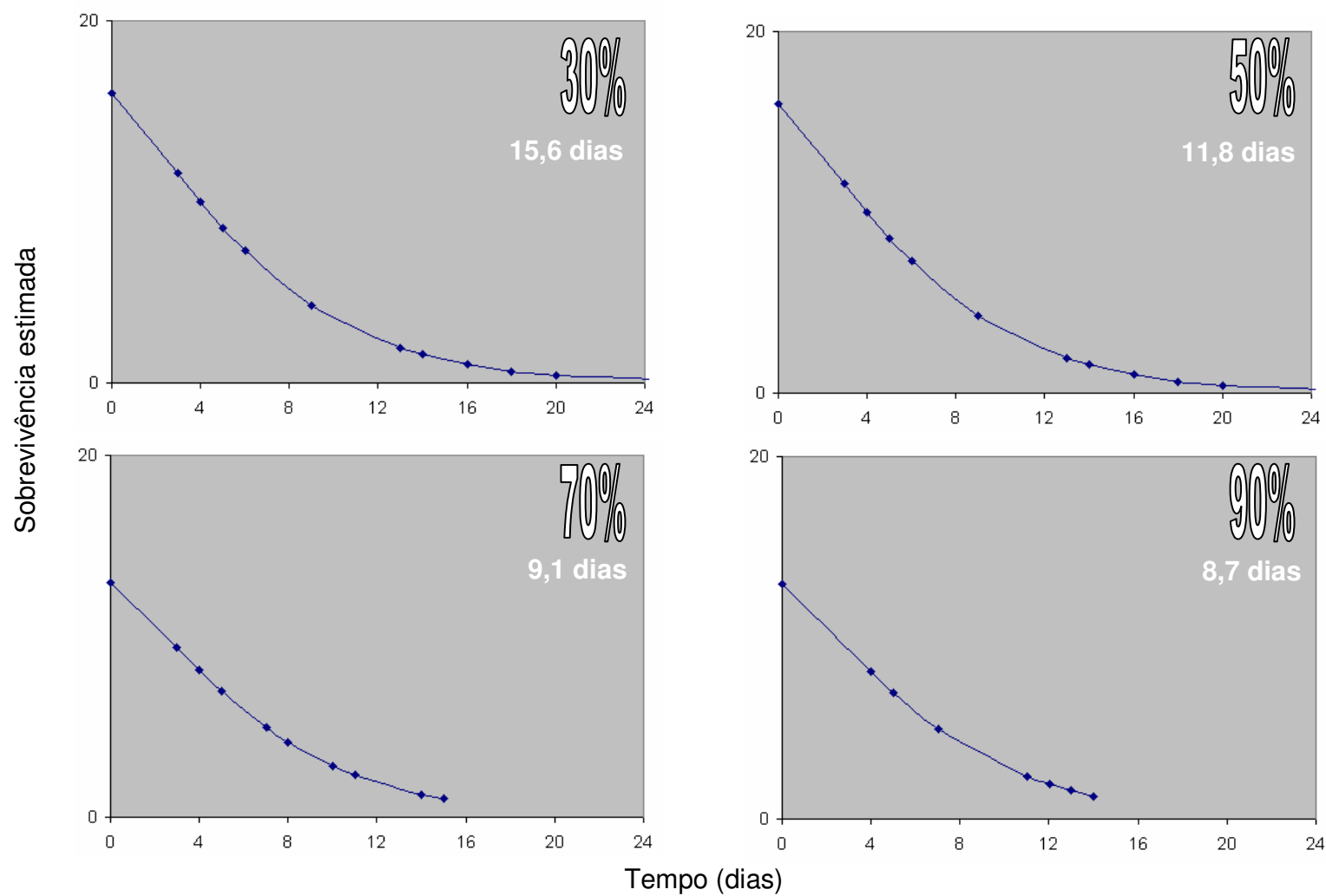


Figura 13 – Curvas de sobrevivência de fêmeas de *L. trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes UR com suas respectivas longevidades médias, estimadas segundo a distribuição de Weibull. Temperatura de  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 14h

A UR afetou o período de oviposição de *L. trifolii*, e não teve efeito no período de pré-oviposição do inseto (Tabela 11). O período de oviposição foi 2,7 vezes maior na UR de 30% em relação às de 70 e 90%, enquanto não diferiu da UR de 50%.

Tabela 11 - Períodos de pré-oviposição e oviposição de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*), em diferentes UR, a temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de  $14\text{h}^1$

Períodos	Umidade relativa do ar (%)			
	30	50	70	90
Pré-oviposição	$2,9 \pm 0,65\text{a}$	$3,0 \pm 0,45\text{a}$	$4,7 \pm 0,54\text{a}$	$3,6 \pm 0,86\text{a}$
Oviposição	$14,1 \pm 1,68\text{a}$	$10,6 \pm 2,02\text{ab}$	$5,1 \pm 0,80\text{b}$	$5,2 \pm 0,83\text{b}$

<sup>1</sup> As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação de  $\sqrt{x} + 1$ .

Este maior período de oviposição na UR de 30%, também propiciou uma maior fecundidade de *L. trifolii*. Não houve diferença significativa entre as UR de 30% e 50%, sendo que na primeira, obteve-se uma média de 173 ovos por fêmea, valor este 3 a 4 vezes maior em relação ao obtido nas UR mais altas (Figura 14).

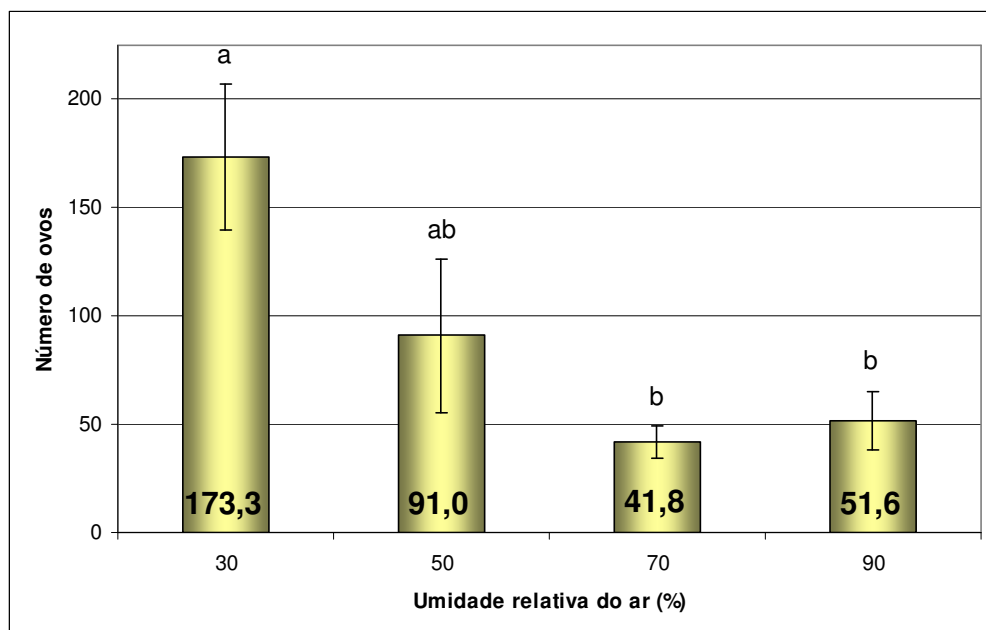


Figura 14 - Fecundidade média (+ EPM) de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi em diferentes UR, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de  $14\text{h}$ . Os números nas barras referem-se aos valores médios da postura de *L. trifolii*. As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação de  $\text{Log}(x)$

Em trabalho com o agromizídeo, *Agromyza frontella*, em campos de alfafa, observou-se uma correlação positiva entre a frequência de oviposição com a temperatura e insolação solar e negativa com a UR, corroborando com os resultados do presente estudo (QUIRING; McNEIL, 1987). Em estudo com o minador-dos-citros, *P. citrella*, observou-se diferentemente, uma menor fecundidade a 30% e uma maior oviposição na UR de 70% (CHAGAS, 1999).

A taxa de oviposição também foi alterada com a variação da UR. Houve uma maior distribuição da postura de *L. trifolii* nas UR de 30 e 50% em relação às UR mais elevadas (Figura 15).

Este resultado explica a adaptação desta praga na região do semi-árido nordestino, caracterizado por climas quentes e secos. Trata-se do primeiro trabalho com *Liriomyza* spp. demonstrando a influência da UR em parâmetros reprodutivos do inseto.

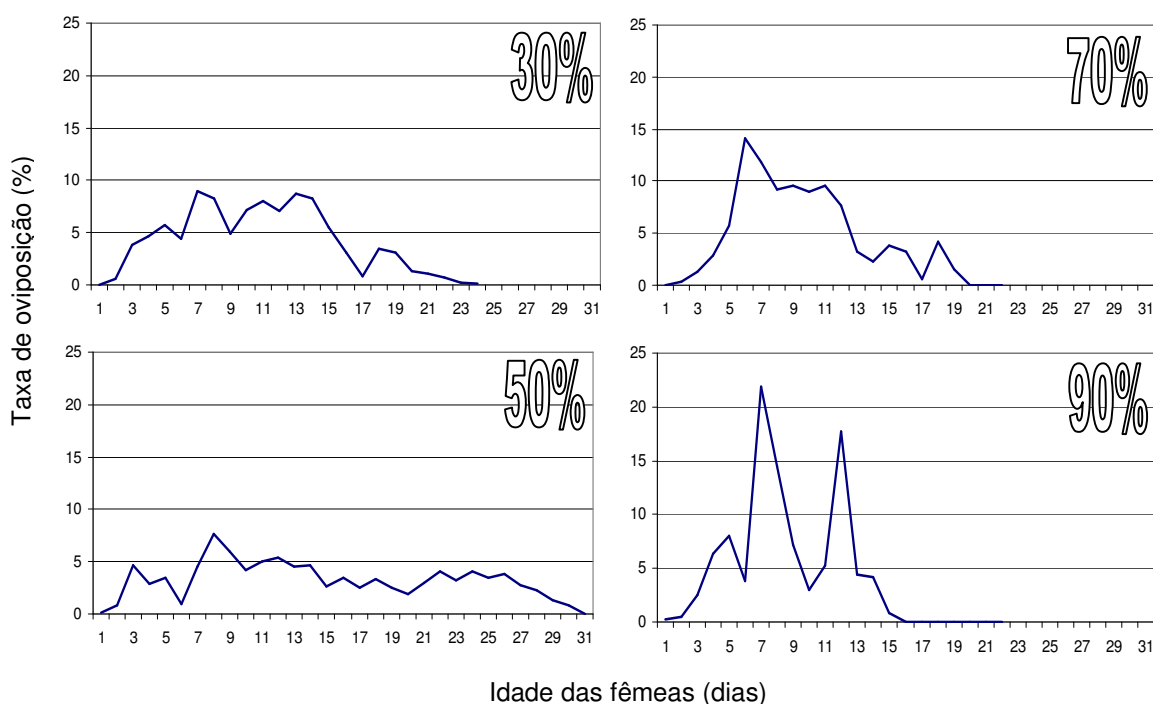


Figura 15 – Taxa de oviposição de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) nas UR de 30, 50, 70 e 90%, sob temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 14h

Assim como no experimento em temperaturas distintas, observou-se a maior quantidade de postura de *L. trifolii* na face adaxial (84%) das folhas de feijão caupi. A variação da distribuição de postura entre as superfícies superior e inferior, encontrada nas quatro UR observadas, foi de apenas 12,7%, não havendo diferença estatística entre os valores obtidos (Tabela 12). A superfície inferior da folha é geralmente mais fria e úmida em relação à superior (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005). Possivelmente isso pode interferir na maior escolha de *L. trifolii* pela face adaxial, como ficou demonstrado na presente pesquisa o seu melhor desempenho a UR menores.

Tabela 12 - Distribuição da postura (%) de *Liriomyza trifolii* nas faces adaxial e abaxial de feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes UR, sob temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotofase de 14h<sup>1</sup>

UR (%)	Superfície	
	Adaxial	Abaxial
30	$82,9 \pm 2,35a$	$17,1 \pm 2,35a$
50	$90,9 \pm 2,19a$	$9,1 \pm 2,19a$
70	$85,6 \pm 3,20a$	$14,4 \pm 3,20a$
90	$78,2 \pm 5,14a$	$21,8 \pm 5,14a$
<b>Média</b>	<b>84,4</b>	<b>15,6</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Dados submetidos à transformação arco seno  $\sqrt{P/100}$ .

#### 4.3 Análise conjunta do efeito da temperatura e da UR no desenvolvimento e adaptação de *L. trifolii*

*Liriomyza trifolii* apresentou duração semelhante para o período ovo-adulto nas temperaturas de 28, 30 e 32°C, com uma viabilidade próxima, na faixa de 15 a 32°C (Tabela 1). Apenas a fase de pupa, pela sua maior exposição, foi sensível à temperatura mais alta (32°C), apresentando uma mortalidade de 60% (Tabela 2). A fase larval, pelo hábito do inseto viver no mesófilo foliar, não foi afetada pela temperatura, apresentando viabilidade semelhante na faixa de temperatura estudada. Como era de se esperar, ocorreu uma relação inversa entre a duração do desenvolvimento e o aumento da temperatura.

A despeito de ser uma espécie aparentemente adaptada ao semi-árido nordestino do país, região com temperaturas elevadas, os limiares térmicos inferiores de desenvolvimento ( $T_b$ ) foram baixos em relação a outras espécies tropicais (FERREIRA; PARRA, 1985; PARRA, 1985; MILWARD-AZEVEDO; PARRA, 1991; RIVERO, 1992; MAGRINI et al., 1996), com valores de 11,5, 3,4, e 7,2°C para as temperaturas bases de ovo, larva e pupa, respectivamente. Para o período ovo-adulto, a temperatura base foi de 7,3°C e a constante térmica de 308,6 GD, sendo a  $T_b$  inferior à maioria dos resultados de trabalhos com *L. trifolii* (Tabela 4). Estas exigências térmicas permitem, teoricamente, que o inseto dê, ao longo do ano, cerca de 24,5 gerações na região produtora de melão no RN e cerca de 15 gerações (14,8) no período da safra de melão naquele local.

O adulto do inseto viveu mais nas temperaturas mais baixas, pela menor atividade metabólica, e a partir de 32°C reduziu ainda mais tal longevidade. Em todas as condições, as fêmeas viveram mais que os machos (Tabela 7). Os períodos de pré-oviposição e oviposição foram inversamente correlacionados com o aumento de temperatura (Tabela 8) e a fecundidade, estatisticamente, foi similar na faixa de 18 a 30°C, com valores variando de 60,3 a 90,7 ovos/fêmea. A 32°C, houve decréscimo da postura. O padrão da taxa de oviposição foi variável de acordo com a temperatura, em função da longevidade de *L. trifolii* nas diferentes condições térmicas (Figura 12). Diferindo de outras espécies de *Liriomyza*, *L. trifolii* colocou 83% dos ovos na face adaxial da folha.

A análise de agrupamento (Figura 16), com base nos parâmetros biológicos obtido na pesquisa, mostrou serem as temperaturas de 28 e 30°C as mais adequadas ao desenvolvimento do inseto, sendo, portanto, as temperaturas ideais para a criação da espécie, visando a programas de controle biológico da praga na região do semi-árido nordestino do país.

A UR não afetou a duração dos estágios imaturos de *L. trifolii* (Tabela 5), sendo esta variável climática, no entanto, importante com relação à mortalidade das fases imaturas. Para o estágio larval, a melhor UR foi a de 50%, sendo que para pupa foi de 90% (Tabela 6). Em todas as UR, as fêmeas viveram mais do que os machos (Tabela 10), sendo sempre mais longevas nas temperaturas mais baixas (Figura 13). O período

de oviposição foi maior nas UR mais baixas, levando a uma fecundidade maior nestas condições (Figura 14). O comportamento de postura foi

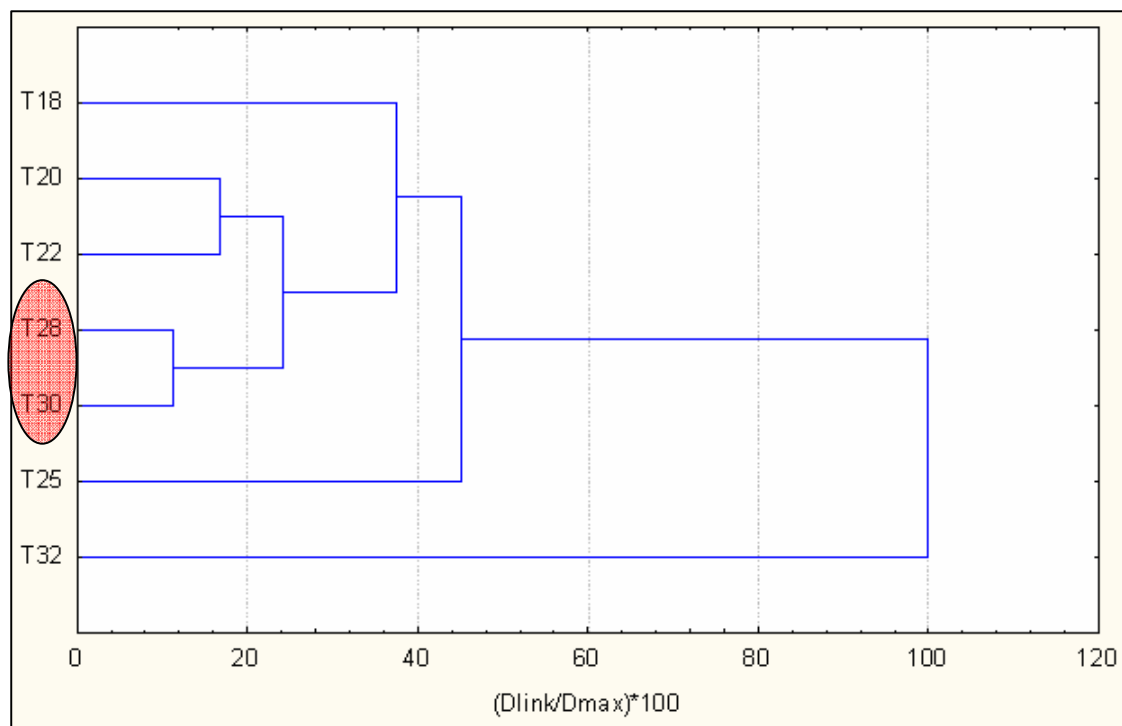


Figura 16 - Dendrograma da análise de agrupamento reunindo os resultados biológicos de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes temperaturas

semelhante nas diferentes UR e também igual ao registrado no estudo de exigências térmicas, pois o inseto apresentou preferência pela face adaxial (84%) para postura (Tabela 12).

A análise de agrupamento revelou ser a UR de 50% a mais adequada para o desenvolvimento e criação do inseto (Figura 16).

Os resultados obtidos permitem que se esquematize um sistema de produção de *L. trifolii* com relação às exigências de temperatura e UR, visando à produção de inimigos naturais da praga, para programas de Controle Biológico Aplicado. As exigências térmicas determinadas facilitarão a previsão de produção da praga para o programa mencionado.



Os dados da presente pesquisa com *L. trifolii* elucidam em grande parte o comportamento como praga desta espécie na região do semi-árido nordestino. Dentre estes, destaca-se o melhor desempenho do inseto nas temperaturas de 28-30°C e UR de 50%, o grande número de gerações por ano e alta capacidade biótica do inseto. Estas características da mosca-minadora permitem que ela se adapte facilmente às condições de clima seco e quente do semi-árido nordestino, tornando-a praga importante em culturas da região, como as do melão e do feijão caupi.

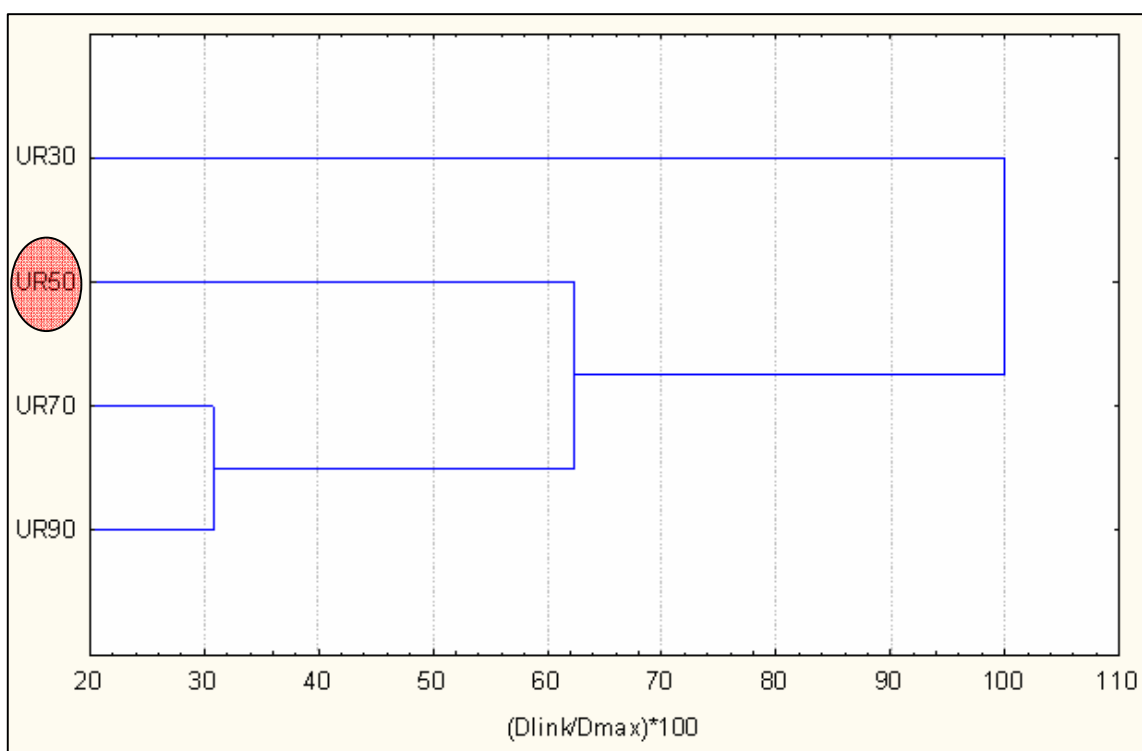


Figura 17 - Dendrograma da análise de agrupamento reunindo os resultados biológicos de *Liriomyza trifolii* em feijão caupi (*Vigna unguiculata*) em diferentes UR

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos com *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1880) em feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], pode-se concluir:

- a) Há uma relação inversa entre a duração de desenvolvimento e o aumento da temperatura (Tabela 1) na faixa de 15 a 32 °C.;
- b) A viabilidade larval não é afetada na faixa térmica estudada;
- c) A temperatura de 32 °C causa alta mortalidade da fase de pupa da mosca-minadora;
- d) O limiar térmico inferior de desenvolvimento para o período ovo-adulto é baixo (7,3 °C), se comparado a outras espécies de *Liriomyza*, sendo bastante reduzido para a fase larval (3,4 °C);
- e) É possível, ocorrerem, 24,5 gerações anuais de *L. trifolii* em região produtora de melão no RN, sendo que apenas durante a safra da cultura, a praga pode dar 14,8 gerações;
- f) A longevidade de adultos decresce com a elevação térmica, sendo sempre maior para as fêmeas, independente da temperatura;
- g) Os períodos de pré-oviposição e oviposição decrescem com a elevação térmica;
- h) A fecundidade é similar na faixa de 18 a 30 °C, sendo reduzida a 32 °C;
- i) A taxa de oviposição varia o padrão (ritmo) em função da temperatura;
- j) A UR não afeta a duração dos estágios imaturos;

- l) A UR afeta a viabilidade das fases imaturas;
- m) A UR afeta a longevidade das fêmeas, que vivem mais do que os machos em todas as condições estudadas;
- o) Independente da temperatura e da UR, *L. trifolii* coloca de 83 a 87% dos ovos na face adaxial das folhas de feijão caupi;
- p) A análise de agrupamento (“cluster analyses”) permite definir que as temperaturas mais adequadas ao desenvolvimento do inseto são as de 28 e 30°C, sendo que a UR mais adequada é a de 50%;
- q) A pesquisa possibilita que se esquematize um sistema de produção de *L. trifolii*, com base nas exigências térmicas e na UR mais favorável às diferentes fases de desenvolvimento, para produção de inimigos naturais da praga ou de outras alternativas de controle.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL, I.; ISMAIL, K. Impact of glucosinolate in relation to leafminer, *Liriomyza brassicae* Riley (Diptera: Agromyzidae) infestation in crucifers. **Journal of Pest Science**, Heidelberg, v. 72, n. 4, p. 104-106, 1999.
- AGUILERA, A.P. Biología de *Liriomyza langei* Frick (Dipt., Agromyzidae) y evaluación de los parásitos que emergen del puparium. **Idesia**, Arica, v. 2, p. 71-85, 1972.
- ARAUJO, E.L.; FERNANDES, D.R.R.; GEREMIAS, L.D.; MENEZES-NETTO, A.C.; FILGUEIRA, M.A. Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 210-212, 2007.
- ÁVILA, C.J.; MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R. P. Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dias de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 427-432, 2002.
- ÁVILA, C.J.; PARRA, J.R.P. Influência de fatores físicos edáficos sobre pragas do solo. In: SALAVADORI, J.R.; ÁVILA, C.J.; SILVA, M.T.B. (Eds.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004, cap.2, p. 69-98.
- AZAM, K.M. Toxicity of neem oil against leaf miner (*Liriomyza trifolii* Burgess) on cucumber. **Plant Protection**, Beograd, v. 6, p.196-197, 1991.
- 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.
- BERGANT, K.; TRDAN, S. How reliable are thermal constants for insect development when estimated from laboratory experiments? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.120, n. 3, p. 251-256, 2006.
- BROADBENT, A.B.; OLTHOF, T.H.A. Foliar application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida, Steinernematidae) to control *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae in chrysanthemums. **Environmental Entomology**, College Park, v. 24, n. 2, p. 431-435, 1995.
- CAMPOS, T.B.; TAKEMATSU, A.P. Ocorrência de díptero minador em diversas culturas do Estado de São Paulo, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Dip., Agromyzidae). **Biológico**, Campinas, v. 48, n. 2, p. 39-41, 1982.
- CAPINERA, J. L. **American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) UF/IFAS Featured Creatures**. 2001a. Disponível em:  
<[http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/a\\_serpentine\\_leafminer.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/a_serpentine_leafminer.htm)> Acesso em: 25 jan. 2007.

CAPINERA, J. L. **Vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard UF/IFAS Featured Creatures**. 2001b. Disponível em:  
<[http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/vegetable\\_leafminer.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/veg/leaf/vegetable_leafminer.htm) > Acesso em: 25 jan. 2007.

CHAGAS, M. C. M. ***Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae): Bioecologia e relação com o cancro cítrico**. 1999. 67p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CHAPMAN, R. F. **The Insects: structure and function**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 770 p.

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

CHAVEZ, G.L.; RAMAN, K.V. Evaluation of trapping and trap types to reduce damage to potatoes by the leaf miner *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Insect Science and its Application**, Elmsford, v. 8, n. 3, p. 369-372, 1987.

CHIU, Y.C.; WU, W.J.; SHIAO, S.F.; SHIH, C.J. The application of RAPD-PCR to develop a rapid diagnostic technique for identification of 6 species of *Liriomyza*. **Chinese Journal of Entomology**, Beijing, v. 20, p. 293-309, 2000.

CIP (Center Internacional Potato). **Annual Report**. Cali: CIP, 1994. 97-98 p. Annual Report 1993-94.

CIVELEK, H.S.; WEINTRAUB P.G.; DURMUSOGLU E. The efficacy of two different neem [*Azadirachta Indica* A. Juss. (Melaceae)] formulations on the larvae of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) and *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **International Journal of Dipterological Research**, St. Petersburg, v. 13, p. 87-91, 2002.

CIVELEK, H.S.; WEINTRAUB, P.G. Effects of Two Plant Extracts on Larval Leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 5, p. 1581-1586, 2004.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. Lethal temperatures of some desert arthropods and the mechanism of heat death. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.5, n. 5, p.270–280, 1962.

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.

CONNOR, E. F.; TAVERNER, M. The evolution and adaptive significance of the leaf-mining habit. **Oikos**, Copenhagen, v. 79, n. 1, p. 6-25, 1997.

COSTA, A.S.; CARVALHO, A.M.; SILVA, D.M. Os dípteros minadores de folhas como importantes pragas de plantas econômicas em São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 20, n. 22, p. 101-105, 1961.

COSTA LIMA, A.M.C. **Terceiro catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Escola Nacional de Agronomia**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1936. 460 p.

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

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.

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

DIMETRY, N.Z.; BARAKAT, A.A.; ABDALLA, E.F.; EL-METWALLY, H.E.; EL-SALAM, A.M.E.A. Evaluation of two neem seed kernel extracts against *Liriomyza trifolii* (Burg.) (Dipt. Agromyzidae). **Anzeiger fur Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz**, Berlin, v. 68, p. 39-41, 1995.

ELMORE, J.C.; RANNEY, C.A. JR. Injury to pepper plants by the pea leaf miner. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 47, n. 2, p. 357-58, 1954.

FAETH, S. Host leaf selection by leaf miners: interactions among three trophic levels. **Ecology**, New York, v.66, p. 870–875, 1985.

FAGOONEE, I., TOORY, V. Preliminary investigations of host selection mechanisms by the leafminer *Liriomyza trifolii*. **Insect Science and Its Applications**, Nairobi, v. 4, n. 4, p.337-41, 1983.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 23 jan. 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.

FERNANDES, D. R. R. **Inimigos naturais presentes na cultura do meloeiro e sua associação com a mosca-minadora *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) na região de Mossoró/Assu.** 2006. 59p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal do Semi-árido, Mossoró, 2006.

FERREIRA, M.J.; PARRA, J.R.P. Biologia de *Mocis latipes* (Guenée. 1852) (Lepidóptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas para a determinação das exigências térmicas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 75-88, 1985.

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

FREIDBERG, A.; GIJSWIJT, M.J. A list and preliminary observations on natural enemies of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Israel. **Israel Journal of Entomology**, Tel Aviv, v. 17, p.115-116, 1983.

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; VIANA, F.M.P.; RIBEIRO, V.Q. **Feijão caupi: avanços tecnológicos.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 640 p.

GARCIA, M. S. **Bioecologia e potencial de controle biológico de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), o bicho-furão-dos-citros, através de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.** 1998. 118p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

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

GORDH; G.; HEADRICK, D.H. **A dictionary of entomology.** Oxon: CABI Publishing, 2001, 1032 p.

GREATHEAD, D.J; GREATHEAD, A.H. New species of *Diglyphus*, a world list of the species, taxonomic notes and key to new world species of *Diglyphus* and *Diaulinopsis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 81, p. 666-684, 1992.

HADDAD, M.L.; MORAES, R.C.B.; PARRA J.R.P. **MOBAE, Modelos bioestatísticos aplicados à entomologia.** Piracicaba: ESALQ /USP, 1995. 44 p.

HADDAD, M.L.; PARRA, J.R.P.; MORAES, R.C.B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1999, 29 p.

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

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.

HAMMAD, E.M.A.F.; NEMER, N.M.; KAWAR, N.S. Efficacy of Chinaberry tree (Meliaceae) aqueous extracts and certain insecticides against the pea leafminer (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 134, p. 413-420, 2000.

HARA, A.H.; KAYA, H.K.; GAUGLER, R.; LEBECK, L.M.; MELLO, C.L. Entomopathogenic nematodes for biological control of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Dipt.: Agromyzidae). **Entomophaga**, Paris, v. 38, n. 3, p. 359-369, 1993.

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

HARRYS, M.A.; BEGLEY, J.W.; WARKENTIN, D.L. *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) suppression with foliar applications of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) and Abamectin. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n.6, p. 2380-2384, 1990.

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

IBRAF. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>> Acesso em: 23 jan. 2007.

IPE, M.; SADARUDDIN, M. Infestation and host specificity of *Liriomyza brassicae* Riley and the role of phenolic compounds in host plant resistance. **Entomon**, Trivandrum, v. 9, n. 4, p. 265-70, 1984.

JOHNSON, M.W. Biological control of *Liriomyza* leafminers in the Pacific Basin. **Micronesica Supplement**, Micronesia, v. 4, p. 81-92, 1993.

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. 1061-63, 1983.



- JOHNSON, M.W.; HARA, A.H. Influence of host crop on parasitoids (Hymenoptera) of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 16, n. 2, p. 339-344, 1987.
- KASPI, R.; PARRELLA, M.P. The feasibility of using the sterile insect technique against *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) infesting greenhouse chrysanthemum. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 143, n. 1, p. 25-34, 2003.
- KASPI, R.; PARRELLA, M.P. Improving the Biological Control of Leafminers (Diptera: Agromyzidae) Using the Sterile Insect Technique. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 4, p. 1168-1175, 2006.
- KHARBOUTLI, M.S.; MACK, T.P. Tolerance of the striped earwing (Dermoptera: Labiduridae) to hot and dry conditions. **Environmental Entomology**, College Park, v. 22, n. 3, p. 663-668, 1993.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004, 452 p.
- KNODEL-MONTZ, J.J.; LYONS, R.E.; POE, S.L. Photoperiod affects chrysanthemum host plant selection by leafminers (Diptera: Agromyzidae). **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 4, p. 708-710, 1985.
- KOX, L.F.F.; DEN BELD, H.E.V., LINDHOUT, B.I.; GOFFAU, L.J.W. Identification of economically important *Liriomyza* species by PCR-RFLP analysis. **Bulletin OEPP/EPPO Bulletin**, Paris, v. 35, p. 79-85, 2005.
- LANZONI, A.; BAZZOCCHI, G.G.; BURGIO, G.; FIACCONI, M.R. Comparative Life History of *Liriomyza trifolii* and *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on Beans: Effect of Temperature on Development. **Environmental Entomology**, College Park, v. 31, n.5, p. 797-803, 2002.
- LARRAÍN, P. Situación de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en cultivos de la papa del cono sur de América y sus perspectivas de manejo integrado. **Revista Latinoamericana de la Papa**, Valdivia, suppl., 2004. Disponível em: <<http://www.uach.cl/alap2004/Charlas%20Magistrales/07PLarrain%20In%20extenso%20Situacion%20Mosca%20Minadora.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2007.
- LIEBEE, G.L. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. **Environmental Entomology**, College Park, v.13, n. 2, p. 497-501, 1984.
- LIMA, E.D.P.A.; JERÔNIMO, E.S.; LIMA, C.A.A.; GONDIM, P.J.S.; ALDRIGUE, M.L.; CAVALCANTE, L.F. Características físicas e químicas de grãos verdes de linhagens e cultivares de feijão caupi para processamento tipo conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p.129-134, 2003.

- LINDEN, A.V.D. **Development of na IPM program in leafy and tuberous crop with *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) as a key pest.** Paris: IOBC/WPRS, 1993. p.93-95.
- MAGRINI, E.A.; SILVEIRA-NETO, S.; PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.; HADDAD, M.L. Biologia e exigências térmicas de *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidóptera: Noctuidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n.3, p. 513-519, 1996.
- MARTINEZ, M. Un nouveau ravageur menace la région orientale: *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera, Agromyzidae). **Bulletin de la Société entomologique de France**, Paris, v. 99, p. 356, 1994.
- MASON, G.A.; TABASHNIK, B.E.; JOHNSON, M.W. Effects of biological and operational factors on evolution of insecticide resistance in *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 2, p. 369-373, 1989.
- MCCLANAHAN, R.J. Control of *Liriomyza trifolii* on greenhouse chrysanthemums. **IOBC-WPRS Bulletin**, Dijon Cedex, n. 6, p. 116-123, 1983.
- MCNEIL, J.N.; QUIRING, D.T. Evidence of an oviposition deterring pheromone in the alfalfa blotch leafminer, *Agromyza frontella* (Rondani) (Diptera: Agromyzidae). **Environmental Entomology**, College Park, v.12, n. 3, p. 990-992, 1983.
- MENDES, L.O.T. O minador da batatinha *Agromyza brasiliensis* Frost (1939) (Diptera – Agromyzidae). **Boletim Técnico Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 207-220, 1940.
- 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.
- MENKEN, S.B.J.; ULENBERG, S.A. Allozymatic diagnosis of four economically important *Liriomyza* species (Diptera, Agromyzidae). **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 109, n. 1, p. 41-47, 1986.
- MILWARD-AZEVEDO, E.M.V.; PARRA, J.R.P. Aspectos da biologia de *Archytas incertus* (Diptera, Tachinidae) e de suas inter-relações com *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera, Noctuidae) 3. influência da temperatura na ontogenia do parasitóide. **Revista brasileira de entomologia**, São Paulo, v. 35, n.3, p. 509-516, 1991.
- MILLER, G.W.; ISGER, M.B. Effects on the development of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 75, n. 2, p. 321-328, 1985.

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

MINKENBERG, O.P.J.M. 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, 1988.

MIURA, K.; TAGAMI, Y.; OHTAISHI, M.; IWASAKI, A. Application of molecular techniques to distinguish *Liriomyza trifolii* from *L. sativae* on tomato cultivation in Japan. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 97, n. 3, p. 964-969, 2004.

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

MUSGRAVE, C.A.; POE, S.L.; BENNETT, D.R. Leaf miner population estimation in polycultured vegetables. **Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 88, p.156-60, 1975.

MUSGRAVE, C.A.; POE, S.L.; WEEMS, H.V. **The vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Florida**. Gainesville: Div. Plant Ind., 1975, 4 p. Florida Department of Agriculturs and Consumer Services Entomology Circular, No. 162.

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

NAKANO, O.; SETTEN, W. L. As moscas minadoras das folhas das plantas. **Agroquímica**, São Paulo, v. 17, p. 7-12, 1982.

NAGATA, R. T.; WILKINSON, M.; NUESSELY, G. S. Longevity, fecundity, and leaf stippling of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) as affected by lettuce cultivar and supplement feeding. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 9, n. 4, p. 999-1004, 1998.

NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P. P. Biology of *Ceratomyxa arcuatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and field validation of a laboratory model for temperature requirements. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 3, p. 609-614, 2003.

NEUENSCHWANDER, P.; MURPHY, S.T.; COLY, E.V. Introduction of exotic parasitic wasps for the control of *Liriomyza trifolii* (Dipt., Agromyzidae) in Senegal. **Tropical Pest Management**, London, v. 33, n. 4, p. 290-297, 1987.

NOYES, J.S. **Catalogue of the Chalcidoidea of the World**. Amsterdam: Unesco publishing, 1998. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, C.; BORDAT, D.; LETOURMY, P. Effect of temperature on oviposition behaviour of female *Liriomyza trifolii* and *L. huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) leaf miners. **Fruits**, Paris, v. 49, n. 1, p. 17-21, 1995.

OUDMAN, L. Identification of economically important *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and their parasitoids using enzyme electrophoresis. **Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society**, Amsterdam, v. 3, p.135-139, 1992.

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

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

PARRA, J.R.P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: da criação em laboratório à aplicação em campo. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Eds). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. cap. 1, p. 1-29.

PARRELLA, M.P.; ALLEN, W.W.; MORISHITA, P. Leafminer species causes California mum growers new problems. **California Agriculture**, Berkeley, v. 35, n. 9-10, p. 28-30, 1981.

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.

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

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

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

PARRELLA, M.P.; BETHKE, J.A. Biological studies of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on chrysanthemum, aster and pea. **Journal of Economic Entomology**, Lonham, v. 77, n. 2, p. 342-45, 1984.

PARRELLA, M.P.; KEIL, C.B. Insect pest management: The lesson of *Liriomyza*. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Washington, v.30, n. 2, p. 22-25, 1984.

PARRELLA, M.P.; KEIL, C.B.; MORSE J.G. Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. **California Agriculture**, Berkeley, v. 38, p. 22-23, 1984.

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

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

PARRELLA, M.P.; HANSEN, L.S.; LENTEREN, J.V. Glasshouse Environments. In: BELLOWS, T.S.; FISHER T.W. **Handbook of Biological Control**. London: Academic Press, 1999. chap. 31, p. 819-839.

PEREIRA, D.I.P.; SOUZA, J.C.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; REIS, P.R.; SOUZA, M.A. Parasitismo de larvas da mosca-minadora *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) pelo parasitóide *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae) na cultura da batata com faixas de feijoeiro intercaladas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 955-963, 2002.

QUIRING, D.T.; McNEIL, J. N. Daily patterns of abundance and temporal distributions of feeding, mating and oviposition of the dipteran leaf miner, *Agromyza frontella*. **Entomologica Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.45, n.1, p. 73-79, 1987.

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

RAMALHO, F.S.; MOREIRA, J.O.T. Algumas moscas minadoras (Diptera: Agromyzidae) e seus inimigos naturais no trópico semi-árido do Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 31, p. 8, 1979.

RAUF, A.; SHEPHARD, B.M. Leafminers in vegetables in Indonesia: surveys of host crops, species composition, parasitoids and control practices. In: LIM, G.S.; SOETIKNO, S.S.; LOKE, W.H. (Eds.). **Proceedings of a Workshop on Leafminers of Vegetables in Southeast Asia**, Tanah Rata: CAB International Southeast Asia Regional Centre, 1999, p. 25-35.

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**, London, v. 46, n. 4, p. 257-66, 2000.

REIS, P. R.; HADDAD, M. L. Distribuição de Weibull como Modelo de Sobrevivência de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 441-444, 1997.

RIVERO, R.C. **Biologia e exigências térmicas de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e de seu parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879**. 1992. 54p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

ROSSETO, C.J.; MEDONÇA, N.T. A mosca minadora da melancia, *Liriomyza langei* Frick, 1951 (Diptera: Agromyzidae). **Bragantia**, Campinas, v. 27, p. 1101- 1105, 1968.

SANTOS, J.P.; SOGLIO, F.K.D.; REDAELLI, L.R.; COSTA, V.A. Parasitóides associados a moscas-minadoras (Dip.: Agromyzidae) encontradas em plantas espontâneas presentes em pomar de Bragamoteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Livro de Resumos...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, 2004, p. 404.

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

SCHEFFER, S. J.; LEWIS, M. L. Two nuclear genes conPrm 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.

SCHMIDT, A.T. **Controle da mosca minadora em hortaliças**. Florianópolis: EMPASC, 1984. 1-9 p. (Comunicado Técnico, v. 71).

SCHOONHOVEN, L.M.; LOON, J.A.V.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. 2 ed., Hampshire: Oxford University Press, 2005, 421 p.

SCHOWALTER, T.D. **Insect ecology an ecosystem approach**. San Diego: Academic Press, 2000, 483p.

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

SHU-GUANG, H.; LE, K. Effects of temperature and relative humidity on development, survivorship and food intake of *Liriomyza sativae*. **Acta Entomologica Sinica**, Peking, v. 44, n. 3, p. 332-336, 2001.

SILVEIRA, L.C.P. Mosca-minadora em cultivos protegidos e seu controle biológico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 48-57, 2005.

SMITH, I.M.; MCNAMARA, D.G.; SCOTT, P.R.; HOLDERNESS M. **Quarantine Pests for Europe**. 2 ed. Wallingford: CABI International, 1997, 1425 p.

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

SPENCER, K.A. A clarification of the status of *Liriomyza trifolii* (Burgess) and some related species (Diptera: Agromyzidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v. 67, p. 32-40, 1965.

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

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

SPENCER, K.A. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. **Series Entomologica**, London, v. 9, p. 1-418, 1973b.

SPENCER, K.A. **A Revisionary Study of the Leaf-mining Flies (Agromyzidae) of California**. Berkeley: University of California, Division of Agricultural Science, 1981. 1-489p. Special Publication, 3273.

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

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

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

STAT SOFT, Inc. **Statistica (Data Analysis Software System)**, version 7.1. Tulsa, 2001. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

STECK, G.J. **Pea leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae)**. Gainesville: Florida Dept. Agric. Cons. Serv., 1996. 3p. Entomology Circular Nº. 378.

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

TOKUMARU, S.; ABE, Y. Effects of temperature and photoperiod on development and reproductive potential of *Liriomyza sativae*, *L. trifolii*, and *L. bryoniae* (Diptera: Agromyzidae). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 47, p.143-52, 2003.

TRAN, D.H.; RIDLAND, P.M.; TAKAGI, M. Effects of Temperature on the Immature Development of the Stone Leek Leafminer *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae) **Environmental Entomology**, College Park, v. 36, n. 1, p. 40-45, 2007.

TRYON, E.H.J.; POE, S.L.; CROMROY, H.L. Dispersal of vegetable leafminer onto transplant production range. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 63, n. 3, p. 292-296, 1980.

WARDLOW, L.R. Adapting integrated pest control to work for ornamentals. **Grower**, v.6, p. 26-29, 1986.

WATERHOUSE, D.F.; NORRIS, K.R. **Biological control: Pacific prospects**. Melbourne: Inkata Press, 1987, 454 p.

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

WEINTRAUB, P.G.; HOROWITZ, A.R. Systemic effects of a neem insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 25, n. 4, p. 283-289, 1997.

WOETS, J; LINDEN V.D., A. First experiments on *Chrysocharis parksi* Crawford (Hym.: Eulophidae) as a parasite for the leafminer control (*Liriomyza* spp.) (Diptera.: Agromyzidae) in European greenhouse tomatoes. **Mededelingen van Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent**, Langenbach, v. 50, p. 163-768, 1985.

WOLFENBARGER, D.O. Serpentine leafminer: Brief history and a summary of a decade of control measures in south Florida. **Journal of Economic Entomology**, Lonham, v. 51, n. 3, p.357-59, 1958.

WRIGHT, R.J.; VILLANI, M.G.; AGUDELO-SILVA, F. *Steinernematid* and *Heterorhabditid* nematodes for control of larval european chafers and japanese beetles (Coleoptera: Scarabidae) in potted yew. **Journal of Economic Entomology**, Lonham, v. 81, n. 1, p.152-157, 1988.

ZEHNDER, G.W.; TRUMBLE, J.T. Host selection of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in adjacent plantings of tomato and celery. **Environmental Entomology**, College Park, v.13, n. 2, p. 492-496, 1984.



- ZHAO, Y.X.; KANG, L. Role of plant volatiles in host plant location of the leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Physiological Entomology**, Oxford, v.27, n. 2, p. 103-111, 2002.
- ZITTER, T.A.; TSAI, J.H. Transmission of three polyviruses by the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 61, p. 1025-29, 1977.
- ZOEBISCH, T.G.; SCHUSTER, D.J.; SMERAGE, G.H.; STIMAC, J.L. Mathematical descriptions of oviposition and egg and larval development of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) on tomato foliage. **Environmental Entomology**, College Park, v. 21, n. 6, p. 1341-1344, 1992.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)