

PAULO ANTÔNIO SANTANA JÚNIOR

**FATORES *BOTTOM-UP* E *TOP-DOWN* COMO REGULADORES DA
POPULAÇÃO DE *Liriomyza huidobrensis***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

Santana Júnior, Paulo Antônio, 1985-
S232f Fatores *bottom-up* e *top-down* como reguladores da
2015 população de *Liriomyza huidobrensis* / Paulo Antônio Santana
Júnior. – Viçosa, MG, 2015.
vi, 27f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.24-27.

1. *Liriomyza huidobrensis*. 2. Surtos populacionais.
3. Fatores climáticos. 4. Inimigos naturais. 5. Plantas
hospedeiras. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Biologia Animal. Programa de Pós-graduação em
Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.774

PAULO ANTÔNIO SANTANA JÚNIOR

**FATORES *BOTTOM-UP* E *TOP-DOWN* COMO REGULADORES DA
POPULAÇÃO DE *Liriomyza huidobrensis***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 18 de fevereiro de 2015.

Ana Ermelinda Marques

Júlio Claudio Martins

Mateus Chediak

Vânia Maria Xavier

Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Entomologia pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento dos meus estudos.

Ao orientador e amigo, professor Marcelo Coutinho Picanço, pela amizade e confiança, pelos ensinamentos valiosos, pela paciência e pelo estímulo ao longo desses anos.

Aos membros da banca Ana Ermelinda Marques, Júlio Claudio Martins, Mateus Chediak e Vânia Maria Xavier pela cordialidade em aceitar o convite e pela forma valiosa como participaram.

Aos estagiários do laboratório de Manejo Integrado de Pragas pela convivência maravilhosa e enriquecedora, e pela grande e essencial ajuda nos ensaios realizados na confecção deste trabalho.

Aos amigos da pós-graduação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, Antônio, Gerson, Mayara, Renata, Ricardo, Rodrigo, Tamíris e Tarcísio pela grande amizade, convívio e companheirismo ao longo dessa etapa acadêmica.

Aos meus companheiros e amigos Renata, Rodrigo, Jorgiane e Vânia pelos conselhos, ótima convivência e momentos agradabilíssimos. Não tenho dúvidas que sem vocês essa caminhada seria menos prazerosa.

Os funcionários do Programa de Pós-graduação em Entomologia pela amizade, seriedade e eficiência. Em especial, gostaria de agradecer ao funcionário Sr. Zé Evaristo pela amizade.

Aos meus pais Paulo e Rita, que me deram a vida e souberam me conduzir para que tivesse uma boa educação.

Às minhas irmãs Kátia e Francielle pela amizade e companheirismo.

Por fim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigado!

BIOGRAFICA

PAULO ANTÔNIO SANTANA JÚNIOR, filho de Paulo Antônio da Silva Santana e Rita de Cássia Viana Santana, nascido aos 17 de dezembro de 1985, em Viçosa-Minas Gerais.

Em março de 2007, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em maio de 2013. Durante a graduação, de agosto de 2008 a maio de 2013, estagiou no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do DDE/UFV sob orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, onde desenvolveu vários trabalhos com manejo integrado pragas de hortaliças, grandes culturas, fruteiras e ornamentais. Foi bolsista de Iniciação Científica pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

Ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa em maio de 2013, sob a orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
2.1. Identificação das espécies de insetos	3
2.2. Impacto da planta na preferência hospedeira e no desempenho biológico de <i>L. huidobrensis</i>	4
2.3. Impacto dos elementos climáticos na regulação populacional de <i>L. huidobrensis</i>	6
2.4. Impacto dos fatores de mortalidade natural na regulação populacional de <i>L. huidobrensis</i>	6
2.4.1. Criação de <i>L. huidobrensis</i>	6
2.4.2. Estabelecimento das coortes de <i>L. huidobrensis</i> no campo.....	7
2.4.3. Avaliação dos fatores de mortalidade de <i>L. huidobrensis</i>	8
3. RESULTADOS	10
3.1. Impacto da planta na preferência hospedeira e no desempenho biológico de <i>L. huidobrensis</i> ..	10
3.2. Impacto dos elementos climáticos na regulação populacional de <i>L. huidobrensis</i>	12
3.3. Fatores de mortalidade natural na regulação populacional de <i>L. huidobrensis</i>	16
4. DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

RESUMO

SANTANA JÚNIOR, Paulo Antônio, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2015. **Fatores *bottom-up* e *top-down* como reguladores da população de *Liriomyza huidobrensis*.** Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

Os estudos do impacto da planta hospedeira (fatores *bottom-up*), elementos climáticos e inimigos naturais (fatores *top-down*) nos insetos herbívoros são fundamentais para o entendimento dos mecanismos de regulação populacional das pragas nos cultivos. Entretanto, nessas pesquisas muitas vezes cada fator é estudado de forma isolada em condições artificiais controladas. Estas simplificações não são representativas dos ecossistemas onde as interações ecológicas são complexas. A mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) constitui um interessante modelo para realização destes estudos, visto sua relação íntima com a planta e sua importância como praga. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os fatores que regulam a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* às culturas. Para isso foram conduzidos três experimentos. No primeiro foi avaliado o efeito das plantas de alface, cebola, batata, feijão, melão, repolho e tomate na preferência e desempenho biológico de *L. huidobrensis*. No segundo foi avaliada a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* à cultura do tomate nas estações do ano. Por fim, foram estudados os fatores de mortalidade natural de *L. huidobrensis* nas estações do ano. A população de *L. huidobrensis* foi regulada pela planta hospedeira, temperatura do ar, intensidade de chuvas, distúrbios fisiológicos no ciclo de vida do inseto e predadores. O tomateiro foi o hospedeiro preferido por *L. huidobrensis* e nesta planta o inseto teve o maior desempenho biológico. A população de *L. huidobrensis* foi maior em períodos quentes e secos. Os inimigos naturais mais importantes de *L. huidobrensis* foram as formigas predadoras durante o período pupal.

ABSTRACT

SANTANA JÚNIOR, Paulo Antônio, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February 2015. ***Bottom-up and top-down factors as population regulators of *Liriomyza huidobrensis****. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço.

Studies of the impact of the host plant (*bottom-up* factors), climatic elements and natural enemies (*top-down* factors) in herbivorous insects are essential for understanding the mechanisms that regulated pest populations. However, in several studies, each factor is studied isolated or under artificial conditions, but these simplifications are not representative of the ecosystems where ecological interactions are complex. The leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) is an interesting model for such studies, since its close relationship with the host plant and importance as pest. The aim of this study was to determine the factors that regulate the intensity of attack of *L. huidobrensis* in crops. For this, three trials were performed. In the first, we assessed the effects of the host plants lettuce, onions, potatoes, beans, melons, cabbage and tomato on preference and biological performance of *L. huidobrensis*. The second assessed the intensity of attack of *L. huidobrensis* in tomato crops during the seasons of the year. And third, the natural mortality factors of *L. huidobrensis* were evaluated during the year. The population of *L. huidobrensis* was regulated by the host plant, air temperature, rainfall intensity, physiological disorders in the life cycle of the insect and predators. The tomato was the preferred host for *L. huidobrensis* and in this plant the insect had the greatest biological performance. The population of *L. huidobrensis* was higher in hot, and dry periods. The most important natural enemies during the pupae stadium of *L. huidobrensis* were predatory ant.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre o impacto da planta hospedeira (fatores *bottom-up*), elementos climáticos e inimigos naturais (fatores *top-down*) nos insetos herbívoros são fundamentais para o entendimento dos mecanismos de regulação populacional das pragas nos cultivos (Hairston et al. 1960, Daugherty et al. 2007). As plantas podem afetar os insetos herbívoros de maneira direta ou indireta. Diretamente elas afetam o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução (Awmack & Leather 2002) dos insetos além de existirem hospedeiros mais ou menos preferidos pelos herbívoros. O desempenho biológico dos insetos e a seleção dos seus hospedeiros são influenciados por características morfológicas e químicas das plantas (Wallner 1987). Já o efeito indireto das plantas sobre as populações de insetos herbívoros está relacionado a influência que elas exercem sobre os inimigos naturais (Denno et al. 2002, Salvo & Valladares. 2002, Zhao et al. 2002). Além disso, as populações de insetos são fortemente influenciadas por fatores ambientais, como os elementos climáticos chuva, temperatura, ventos e fotoperíodo. Estes elementos podem atuar diretamente afetando a oviposição, desenvolvimento, reprodução e migração dos insetos, e indiretamente, alterando a qualidade da planta hospedeira, a relação com os competidores e inimigos naturais (Bacca et al. 2006, Bacci 2006, Pereira et al. 2007).

Devido a simplificação da paisagem e a alta disponibilidade de alimento nos agroecossistemas as populações de insetos herbívoros são fortemente favorecidas (Tscharntke et al. 2007, Meehan et al. 2011). Sendo que nestes ecossistemas os inimigos naturais são os principais reguladores de insetos

pragas. Estes inimigos naturais podem atuar aumentando a mortalidade de suas presas ou modificando o comportamento destas.

Contudo, nessas pesquisas muitas vezes cada fator (*bottom-up* e *top-down*) é estudado de forma isolada em condições artificiais controladas. Estas simplificações não são representativas dos ecossistemas onde as interações ecológicas são complexas. Logo, estudar as interações entre estes fatores e o quanto cada um deles contribuem para a regulação populacional das pragas é essencial para o manejo desses organismos.

A mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanch.) (Diptera: Agromyzidae) é uma importante praga em cultivos de diversas plantas no mundo, sobretudo devido aos inúmeros casos de surtos populacionais dessa praga que vêm ocorrendo nos últimos anos (Araújo et al. 2013). Durante seu ciclo de vida *L. huidobrensis* passa pelos estádios de ovo, larva, pupa e adulto. Suas fêmeas perfuram a superfície foliar com o ovipositor confeccionando puncturas. A maioria destas puncturas é usada para alimentação dos adultos, sendo que eles alimentam do conteúdo celular extravasado neste processo. A outra parte destas puncturas é usada para inserção de ovos no mesófilo foliar. Ao eclodirem, as larvas confeccionam minas serpenteadas nas folhas. Estas larvas passam por quatro ínstar. No final deste ínstar, as larvas saem das minas para empupar nas folhas ou no solo (Parrella et al. 1983, Parrella 1987).

Os danos das moscas minadoras são causados pelas larvas e pelas fêmeas adultas. A principal injúria causada por esta praga é a confecção de minas pelas larvas. As minas reduzem a área fotossintética das plantas e são porta de entrada para microrganismos fitopatogênicos, sobretudo para bactérias (Zitter et al. 1980, Parrella et al. 1985).

Dessa forma, *L. huidobrensis* é um interessante modelo de estudo dos

fatores que regulam as populações de insetos fitófagos, visto sua relação íntima com a planta e sua importância como praga em várias regiões do globo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar os fatores que regulam a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* às culturas. Para isso, três perguntas foram formuladas: (i) Qual é o impacto da planta na preferência hospedeira e no desempenho biológico de *L. huidobrensis*? (ii) Qual o impacto dos elementos climáticos na regulação populacional de *L. huidobrensis*? e (iii) Qual o impacto dos fatores de mortalidade natural na regulação populacional de *L. huidobrensis*?

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em Viçosa (20°48'45"S, 42°56'15"W, altitude de 672 m, clima tropical de altitude), MG. O trabalho foi dividido em três partes. Na primeira parte foi avaliado o impacto de espécies de plantas na preferência hospedeira e no desempenho biológico de *L. huidobrensis* em casa de vegetação e os insetos usados foram coletados no campo. Na segunda parte foi avaliado no campo o impacto dos elementos climáticos na regulação populacional de *L. huidobrensis* avaliando sua densidade natural em estações de três anos. Já na terceira parte foi avaliado no campo o impacto dos fatores de mortalidade natural na regulação populacional de *L. huidobrensis* nas estações de dois anos usando-se insetos provenientes de criação em laboratório.

2.1. Identificação das espécies de insetos

Os espécimes de *Liriomyza* e os Hymenoptera parasitóides foram identificados pelo Laboratório de Producción y Sanidad Vegetal em La

Mojonera (Almeria), Espanha. A identificação das espécies foi realizada pela Dra. Maria Dolores Alcazár Alba. As formigas predadoras foram identificadas pelo pesquisador da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Brasil, Jacques Hubert Charles Delabie. E os Hymenoptera: Vespidae predadores foram identificados pelo Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil.

2.2. Impacto da planta na preferência hospedeira e no desempenho biológico de *L. huidobrensis*

Esta parte do trabalho foi realizada em casa de vegetação e as plantas usadas foram cultivadas em vasos plásticos de três litros. Na sua condução foram utilizadas práticas normais de cultivo (Venzon & Paula 2007) e não foram aplicados pesticidas nas plantas. Os tratamentos foram às espécies de plantas de alface, batata, cebola, feijão, melão, repolho e tomate. Estas culturas foram selecionadas por elas estarem entre as principais espécies de plantas que são hospedeiras de *L. huidobrensis* (Weintraub & Horowitz 1995; Reitz & Trumble, 2002; Radziute & Buda, 2013). Os adultos de *L. huidobrensis* usados nesta parte do trabalho foram coletados em cultivos comerciais de alface, cebola, batata, feijão, melão, repolho e tomate na região de Viçosa.

Nós conduzimos dois experimentos. No primeiro foi estudada a preferência de *L. huidobrensis* por ovipositar nas diferentes espécies de plantas. Já no segundo foi avaliado o efeito das plantas hospedeiras no desempenho biológico de *L. huidobrensis*. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental em blocos casualizados com seis repetições. Cada bloco foi constituído uma gaiola (72 × 120 × 72 cm) de madeira recoberta por organza com uma planta de cada espécie. As plantas foram distribuídas na

gaiola de forma equidistante. No início do experimento às plantas possuíam de 30 a 40 dias de idade. Em cada gaiola nós inserimos 50 adultos não sexados de *L. huidobrensis*. As plantas permaneceram na gaiola por 48 horas para a oviposição de *L. huidobrensis*.

No experimento de preferência de *L. huidobrensis* por ovipositar nas diferentes espécies de plantas nós avaliamos o número de ovos por planta. Inicialmente foi realizada a coloração dos ovos de *Liriomyza* no mesófilo foliar com solução de lactofenol com fucsina ácida usando a técnica proposta por Parrella and Robb (1982). Após a coloração dos ovos no mesófilo foliar as folhas foram lavadas em água deionizada e foi realizada a contagem do número de ovos em lupa estereoscópica com aumento de 30 vezes (Leica Zoom 2000 100-240 VAC).

No experimento de avaliação do desempenho biológico de *L. huidobrensis* após o período de oviposição (48 horas) as plantas foram retiradas das gaiolas. Estas plantas foram mantidas em casa de vegetação até a formação das pupas de *L. huidobrensis*. Durante o período experimental foi anotado o número de pupas que eram formadas e a data em que ocorreu a formação de cada pupa. Foi calculado o período de duração dos estádios de ovo+larva (que corresponde ao período do início do experimento até a formação das pupas) e o número de pupas produzidas por planta por mês (NPM) que foi calculado usando a fórmula (1).

(1)
$$NPM = (30 \times NP) \div P_{(ov + lv)}$$
, onde: NP = número de pupas formadas em cada planta e $P_{(ov + lv)}$ = período de duração dos estádios de ovo+larva em dias.

Os dados experimentais (ovos por planta, período de duração dos estádios ovo+larva e número de pupas produzidas por mês em cada planta)

foram submetidos à análise variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a $P < 0.05$.

2.3. Impacto dos elementos climáticos na regulação populacional de *L. huidobrensis*

Este experimento foi conduzido durante três anos em 12 cultivos de tomate na região de Viçosa. Foi avaliado um cultivo por estação do ano (primavera, verão, outono e inverno). As avaliações foram realizadas quando as plantas possuíam cerca de dois meses de idade após o transplante. Em cada cultivo foram avaliadas 24 plantas selecionadas ao acaso e cada uma delas representou uma repetição. Nas plantas avaliaram-se a porcentagem de folhas minadas e número de minas de *L. huidobrensis* por folha. Durante anos de realização do trabalho foi monitorada a temperatura do ar, umidade relativa do ar, total de chuvas, fotoperíodo, velocidade dos ventos e insolação em cada estação.

As porcentagens e números de minas de *L. huidobrensis* em cada estação do ano foram submetidas à análise variância em função das estações do ano e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a $P < 0,05$. Estes mesmos dados foram submetidos a análise de regressão múltipla em função dos elementos climáticos a $P < 0,05$.

2.4. Impacto dos fatores de mortalidade natural na regulação populacional de *L. huidobrensis*

2.4.1. Criação de *L. huidobrensis*

Esta criação foi conduzida em laboratório a temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $75 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas. Para início da

criação foram coletados adultos de moscas minadoras (Diptera: Agromyzidae) em cultivos comerciais de alface, cebola, batata, feijão, melão, repolho e tomate na região de Viçosa. A metodologia usada foi adaptada de Galdino et al. (2011) para o minador de folhas *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). A criação foi mantida em gaiolas de madeira (45 x 45 x 45 cm) recobertas por organza. A oviposição do inseto foi realizada em folhas de tomate e as larvas também alimentaram destas folhas. Os adultos foram alimentados com mel pincelado em um retângulo de pano branco. Os espécimes do inseto foram enviados a Sistema Especialista que os identificou como *L. huidobrensis*.

2.4.2. Estabelecimento das coortes de *L. huidobrensis* no campo

Este experimento foi conduzido no Campus da UFV, Viçosa, MG durante as quatro estações dos anos de 2011/2012 e 2012/2013. Foram estabelecidas 10 coortes de *L. huidobrensis* em cada estação de cada ano. Cada uma das coortes foi constituída inicialmente por aproximadamente 100 ovos de *L. huidobrensis*.

Para o estabelecimento das coortes de *L. huidobrensis* foram utilizadas 20 plantas de tomate. Cada planta foi cultivada em vaso plástico de três litros e possuía oito folhas. Cada planta foi inserida em gaiola de madeira (72 x 120 x 72 cm) recoberta por organza e então foram inseridos 100 adultos não sexados de *L. huidobrensis*. As plantas permaneceram na gaiola por dois dias.

As plantas infestadas com ovos de *L. huidobrensis* foram transplantadas para o solo do campo de cultivo. As 20 plantas foram divididas em 10 grupos formados de duas plantas cada um. Cada grupo de duas plantas constituiu uma repetição. Como cada planta da repetição possuía oito folhas infestadas com ovos de *L. huidobrensis*, então nas duas plantas da repetição existiam 16

folhas infestadas com ovos. Os grupos formados por duas plantas, que constituía uma repetição, foram transplantados de forma equidistante uns dos outros no campo de cultivo. Em cada estação foi monitorado diariamente as causas de mortalidade natural durante um ciclo de vida de *L. huidobrensis* (Miranda et al. 1998, Pereira et al. 2007).

Após a instalação do experimento, um total de 200 pupas provenientes de criação de laboratório foi levado para o campo, sendo adicionadas 20 pupas por parcela. As pupas foram acondicionadas em potes plásticos (10 cm de diâmetro e 7 cm de altura) preenchidos com areia e furados na lateral e base para permitir a drenagem de água das chuvas. As pupas foram cobertas com cerca de 3 mm de areia e os potes foram enterrados ao nível do solo próximo à base da planta, uma vez que as pupas de *L. huidobrensis* são frequentemente encontradas no solo (Parrela 1987). Considerando o menor tempo observado para emergência de adultos, determinou-se que as pupas de *L. huidobrensis* permaneceriam no campo durante aproximadamente sete dias para monitoramento das causas de mortalidade durante o período pupal.

2.4.3. Avaliação dos fatores de mortalidade de *L. huidobrensis*

Durante o ciclo de vida de *L. huidobrensis* foram monitoradas as causas de mortalidade natural deste inseto (Pereira et al. 2007). No monitoramento, anotou-se o estágio, o número e causas de mortalidade de *L. huidobrensis*. A seguir é descrita a metodologia usada na avaliação dos fatores de mortalidade observados (chuvas, parasitismo larva-pupa, distúrbios fisiológicos e predação de larvas e pupas).

Para avaliação da mortalidade de *L. huidobrensis* pela chuva foram realizadas avaliações nas plantas antes e após a ocorrência da chuva. Os

insetos que desapareceram após as chuvas foram considerados mortos por este fator (Pereira et al. 2007).

Os insetos que desapareceram entre duas avaliações sem a ocorrência de chuvas foram considerados mortos por predadores. Os predadores observados foram anotados. Em outras plantas do cultivo estes predadores foram coletados, montados e separados em morfoespécie.

Ao final do estágio de ovo e de cada instar larval uma folha em cada repetição foi retirada para avaliação em laboratório das mortalidades por distúrbios fisiológicos e parasitóides. O pecíolo dessas folhas foi imerso em água contida num recipiente de vidro de 100 mL. Os recipientes com as folhas foram levados para laboratório. As folhas de cada repetição foram inseridas em gaiola de madeira (45 × 25 × 6 cm) recoberta com organza. As gaiolas foram mantidas em laboratório em condições de temperatura do ar, umidade relativa e fotoperíodo natural. As folhas permaneceram nas gaiolas até a emergência dos adultos de *L. huidobrensis* ou de seus parasitóides. A avaliação da emergência de parasitóides e de adultos da mosca minadora foi realizada diariamente. Os parasitóides encontrados foram contados, coletados e separados em morfoespécie. Após ter se verificado a formação de todas as pupas das plantas as folhas das plantas foram submetidas à técnica de coloração dos ovos descrita no item 2.2 para contagem dos ovos não eclodidos. Posteriormente foram calculadas as percentagens de mortalidade nos estádios de ovo, larva e pupa.

As mortalidades de ovos (MOv) foram calculadas usando a fórmula (1):

(1) $MOv = (100 \times OvNe) \div TI$, onde: $OvNe$ = número de ovos não eclodidos e TI = número total de ovos no início do ciclo de vida de *L. huidobrensis* o qual foi calculado usando a fórmula (2):

(2) $TI = (OvNe + LI)$, onde: LI = número de insetos no início do estágio larval.

As mortalidades de larvas (ML_j) foram calculadas usando a fórmula (3):

(3) $ML_j = (100 \times LM_j) \div (TI)$, onde: LM_j = número de larvas mortas por cada fator j (chuvas, distúrbios fisiológicos e predadores).

As mortalidades de pupas (MP_n) foram calculadas usando a fórmula (4):

(4) $MP_n = (100 \times PM_n) \div (TI)$, onde: PM_n = número de larvas mortas por cada fator n (chuvas, distúrbios fisiológicos, parasitóides e predadores).

As morfoespécies de predadores e de parasitóides foram enviadas a Sistematas Especialistas para sua identificação.

Os dados de mortalidade de *L. huidobrensis* por cada fator em função da estação do ano foram submetidos à análise de variância e as médias das mortalidades em cada estação foram comparadas pelo teste Tukey a $P < 0.05$.

3. RESULTADOS

3.1. Impacto da planta na preferência hospedeira e no desempenho biológico de *L. huidobrensis*

Verificaram-se efeitos das plantas hospedeiras sobre a oviposição ($F_{6;30} = 57,67$; $P < 0,001$), duração dos estádios ovo+larva ($F_{6;30} = 6,59$; $P = 0,001$) e número de pupas produzidas por planta por mês ($F_{6;30} = 31,38$; $P < 0,001$) de *L. huidobrensis*.

A maior oviposição de *L. huidobrensis* ocorreu no tomateiro e a menor nas plantas de cebola (Figura 1A). A menor duração dos estádios ovo+larva de *L. huidobrensis* ocorreu nas plantas de tomate e as maiores nas plantas de melão e feijão (Figura 1B). O maior número de pupas de *L. huidobrensis* foi produzido nas plantas de tomate e o menor nas plantas de cebola (Figura 1C).

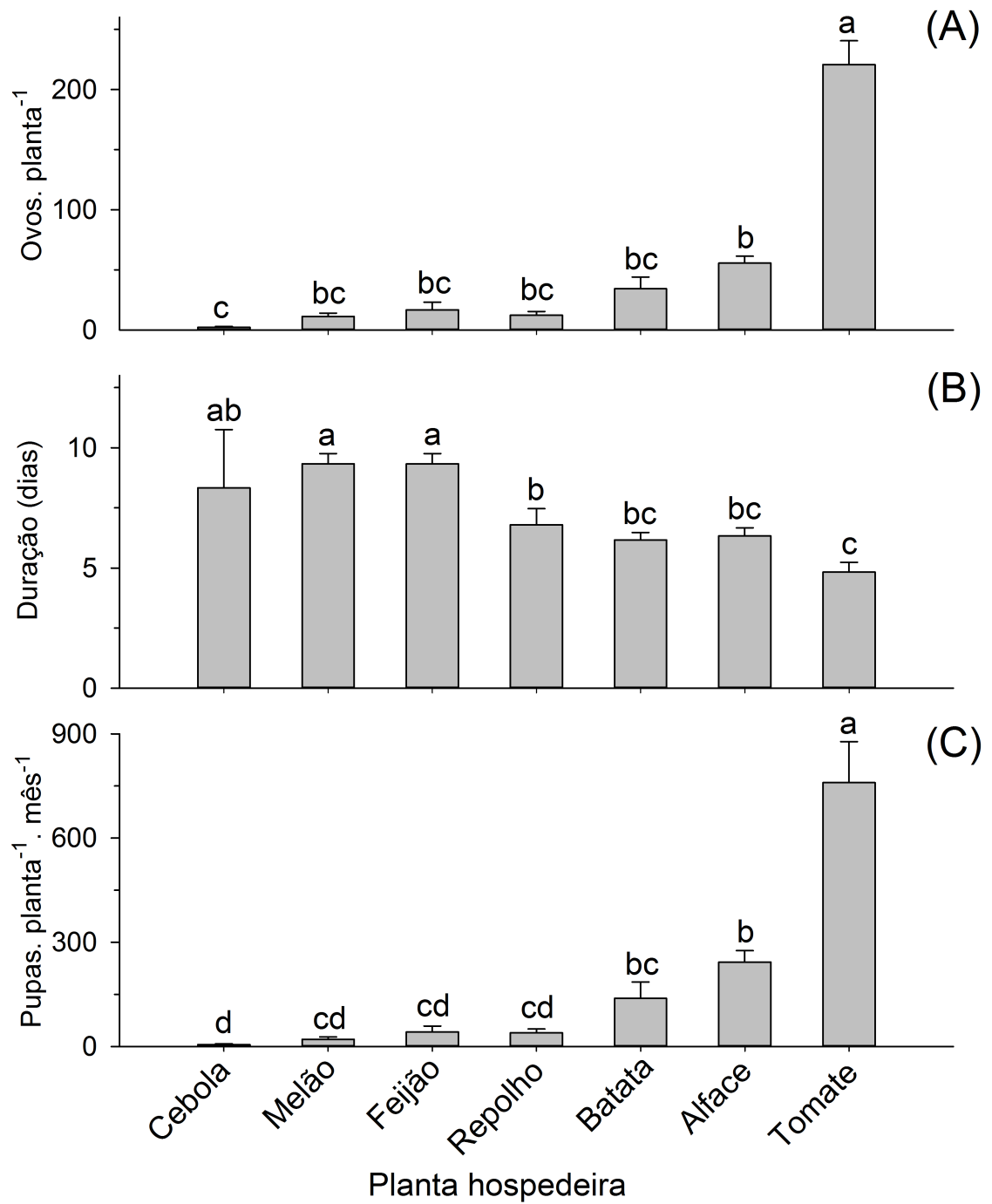


Figura 1. Desempenho biológico (média + erro padrão) de *Liriomyza huidobrensis* em função das plantas hospedeiras. (A) Número de ovos por planta, (B) duração dos estádios ovo+larva e (C) número de pupas produzidas por planta em cada mês. Os histogramas seguidos pela mesma letra minúscula possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Tukey a $P < 0,05$.

3.2. Impacto dos elementos climáticos na regulação populacional de *L. huidobrensis*

Foram verificadas diferenças significativas na porcentagem de folhas minadas ($F_{3; 92} = 42,67; P < 0,001$) e no número de minas por folha ($F_{3; 92} = 43,10; P < 0,001$) entre as estações do ano. O verão foi à estação do ano em que ocorreu a maior porcentagem de folhas minadas (24,13%) e o maior número de minas por folha (10,18%). Já o inverno e primavera foram às estações com as menores porcentagens de folhas minadas e os menores números de minas por folha (Figura 2).

A estação do ano mais chuvosa foi à primavera ($\bar{x} = 7,64 \pm 1,26 \text{ mm dia}^{-1}$), seguida do verão ($\bar{x} = 5,57 \pm 1,88 \text{ mm dia}^{-1}$), outono ($\bar{x} = 1,52 \pm 1,53 \text{ mm dia}^{-1}$) e inverno ($\bar{x} = 0,12 \pm 0,06 \text{ mm dia}^{-1}$). As maiores temperaturas ocorreram no verão ($\bar{x} = 24,42 \pm 0,28 \text{ }^{\circ}\text{C}$), seguida da primavera ($\bar{x} = 21,98 \pm 1,44 \text{ }^{\circ}\text{C}$), outono ($\bar{x} = 20,25 \pm 1,21 \text{ }^{\circ}\text{C}$) e inverno ($\bar{x} = 18,30 \pm 1,36 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Entre os elementos climáticos apenas a temperatura do ar e as chuvas apresentaram efeitos significativos ($P < 0,05$) sobre a porcentagem de folhas minadas e o número de minas por folha. Verificou-se efeito positivo da temperatura e negativo das chuvas sobre a porcentagem de folhas minadas e o número de minas por folha (Figuras 3 e 4).

Quando a temperatura do ar foi menor que 22°C foram baixas a porcentagem de folhas minadas ($< 15\%$) e o número de minas por folha (< 4). A partir de 22°C com o aumento da temperatura do ar ocorreu grande elevação da porcentagem de folhas minadas e do número de minas por folha. Em períodos com chuvas inferiores a 2 mm dia^{-1} foi baixo o impacto deste elemento climático sobre a porcentagem de folhas minadas e o número de minas por folha. Já quando a pluviosidade foi maior que 2 mm dia^{-1} verificou-se grande redução da porcentagem de folhas minadas e do número de minas em função do aumento das chuvas (Figuras 3 e 4).

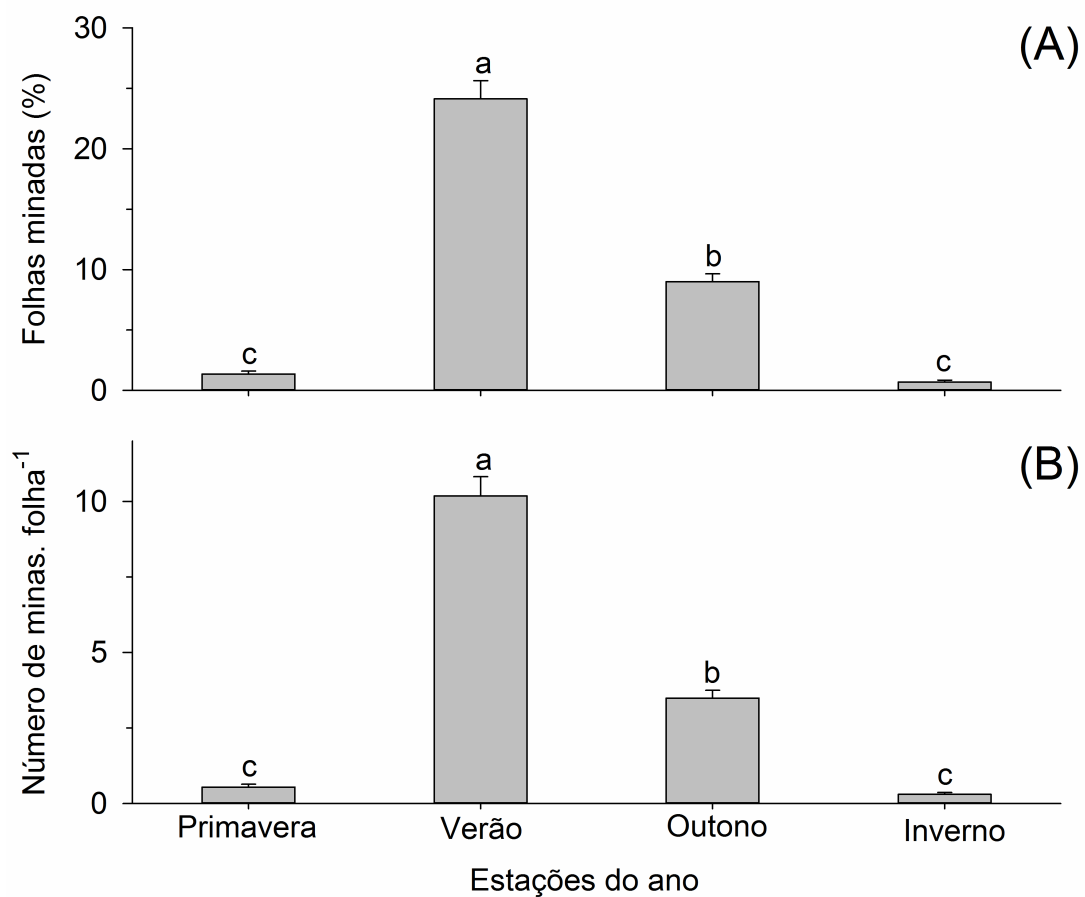


Figura 2. Intensidade de ataque (média + erro padrão) de *Liriomyza huidobrensis* ao tomateiro em função das estações do ano: (A) folhas minadas e (B) número de minas por folha. Os histogramas seguidos pela mesma letra minúscula possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Tukey a $P < 0,05$.

$$\ln(Y) = 2,37 + 0,00002e^{T/2,21} - 0,008I^3; R^2 = 0,64; F = 7,96; p = 0,0102$$

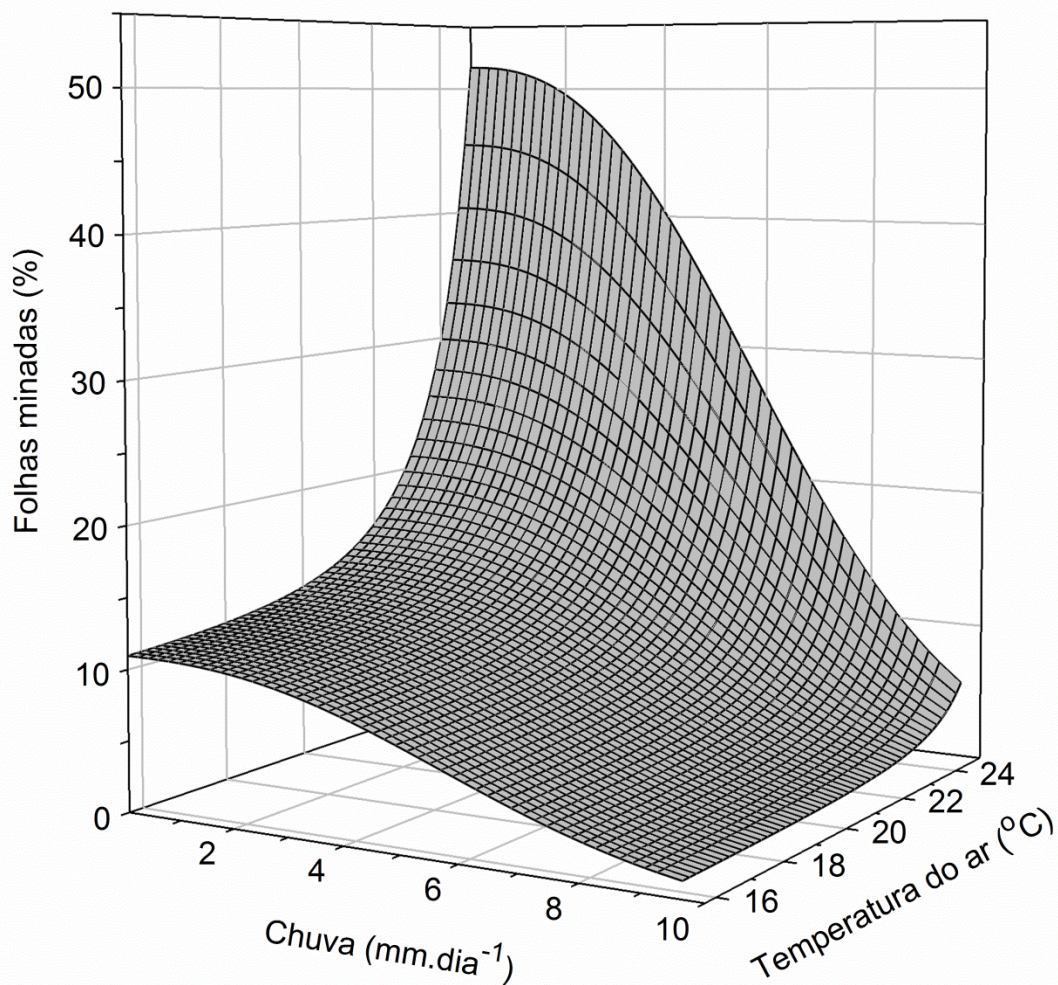


Figura 3. (Y) Porcentagem de folhas minadas por *Liriomyza huidobrensis* em função da (T) temperatura do ar e (I) intensidade de chuvas.

$$Y=1,23 + 0,00004e^{T/1,97} - 0,30I.Ln(I); R^2=0,63; F=7,79; p=0,0109$$

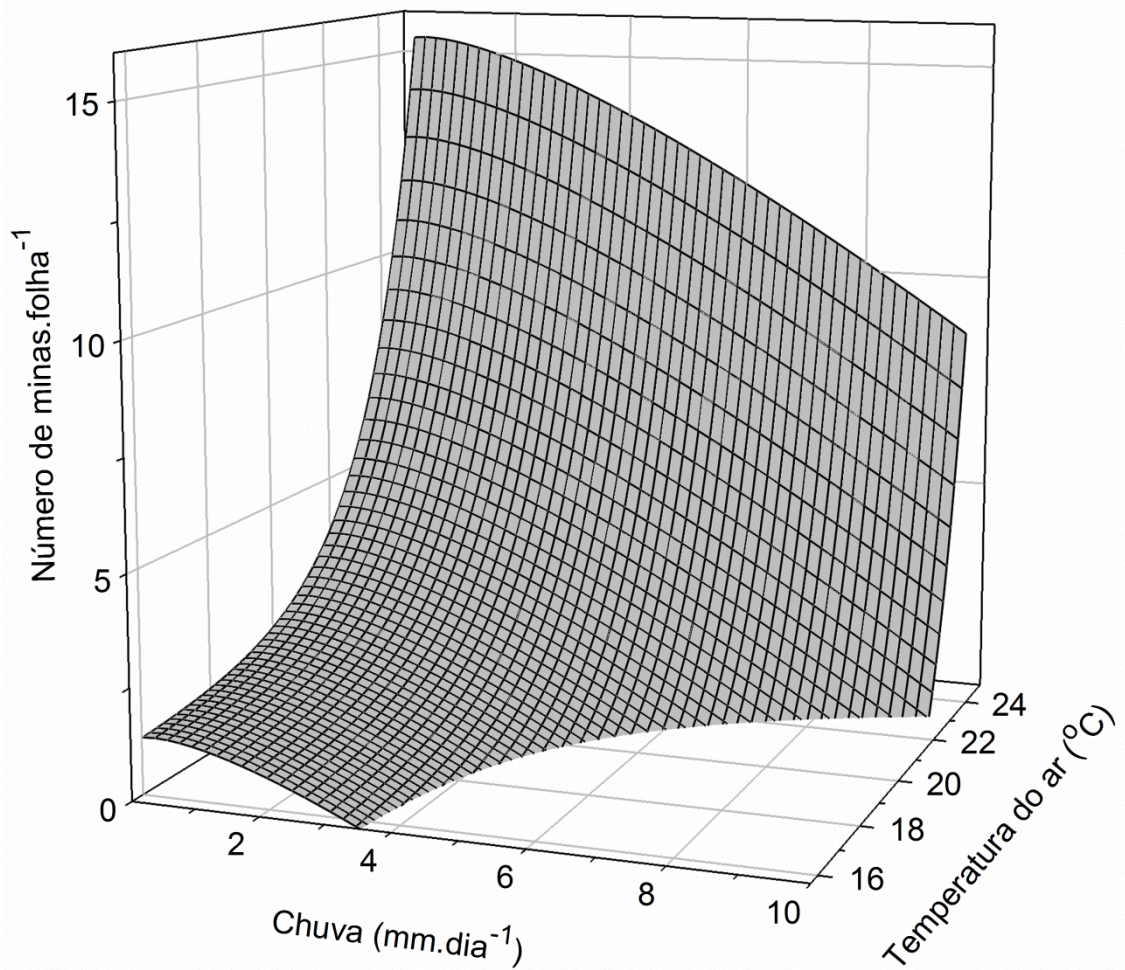


Figura 4. (Y) Número de minas de *Liriomyza huidobrensis* por folha em função da (T) temperatura média do ar e da (I) intensidade de chuvas.

3.3. Fatores de mortalidade natural na regulação populacional de *L. huidobrensis*

Os fatores de mortalidade natural de *L. huidobrensis* foram chuvas, distúrbios fisiológicos durante o desenvolvimento do inseto, parasitóides e predadores. Os parasitóides de *L. huidobrensis* observados foram *Diglyphus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) e *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae). Esses parasitóides são de larva pupa. Os distúrbios fisiológicos observados durante o desenvolvimento de *L. huidobrensis* foram a não eclosão dos ovos e distúrbios durante as mudas. As chuvas causaram morte de larvas no interior das minas. Os predadores de *L. huidobrensis* observados foram: adultos de *Protonectarina sylveirae* (Saussure) (Hymenoptera: Vespidae) e Hymenoptera: Formicidae. *P. sylveirae* predou larvas de *L. huidobrensis* enquanto os Formicidae predaram pupas. Os Formicidae observados foram adultos de *Camponotus* sp. e *Solenopsis* sp.

Não foram detectadas diferenças significativas na mortalidade causada por parasitóides ($\bar{x} = 0,62 \pm 0,16\%$; $F_{3,8} = 1,87$; $p=0,212$) em função das estações do ano. No entanto, as mortalidades causadas a *L. huidobrensis* por distúrbios fisiológicos ($F_{3,8} = 12,77$; $p=0,002$), chuvas ($F_{3,8} = 173,49$; $P<0,001$) e predadores ($F_{3,8} = 6,86$; $p=0,013$) variaram em função das estações do ano. A mortalidade de *L. huidobrensis* por distúrbios fisiológicos no verão (14,67%) foi maior do que aquelas observadas na primavera (5,6%), outono (4,2%) e inverno (6,5%) (Figura 5A). A menor mortalidade de *L. huidobrensis* causada pelas chuvas ocorreu no outono (0%) e as maiores na primavera (20%) e verão (17%) enquanto que a mortalidade causada por este elemento climático no inverno (2,8%) foi intermediária (Figura 5B). Entre os predadores, a menor predação de *L. huidobrensis* ocorreu na primavera e no verão e a maior no outono e inverno (Figura 5C).

Não foram detectadas diferenças significativas nas mortalidades causadas por Vespidae ($\bar{x} = 31,41 \pm 2,88\%$; $F_{3,8} = 0,668$; $P=0,595$) em função das estações do ano. Entretanto, a mortalidade causada a *L. huidobrensis* por Formicidae ($F_{3,8} = 8,33$; $P=0,008$) variou em função das estações do ano. A maior predação de *L. huidobrensis* por Formicidae ocorreu no outono e a menor na primavera (Figura 5C).

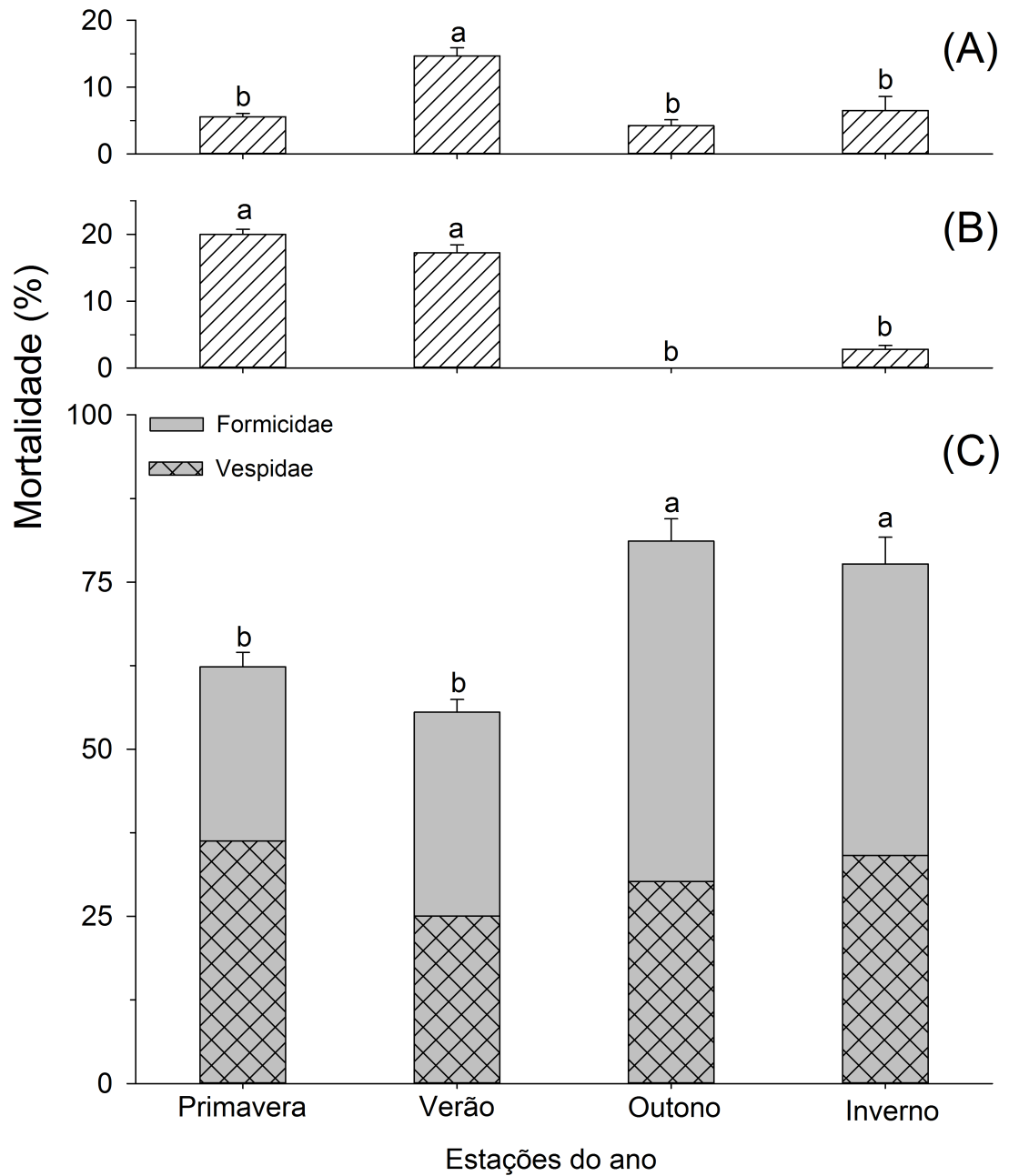


Figura 5. Mortalidade (média + erro padrão) de *Liriomyza huidobrensis* causada por (A) distúrbios fisiológicos durante o desenvolvimento do inseto, (B) chuvas e (C) predadores em função das estações do ano. Os histogramas seguidos pela mesma letra minúscula possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Tukey a $P < 0,05$.

4. DISCUSSÃO

Neste trabalho foi verificado que a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* às plantas foi regulada tanto por fatores *top-down* (os elementos climáticos e inimigos naturais) como por fatores *bottom-up* (a planta hospedeira). Neste contexto foi observado que o tomateiro foi o hospedeiro preferido por *L. huidobrensis* visto que, nesta planta ocorreu a maior oviposição do inseto. Além disto, o tomateiro proporcionou o maior desempenho biológico a *L. huidobrensis* já que em suas plantas o desenvolvimento do inseto foi mais rápido e nelas ocorreu a máxima produção de pupas por planta. Os herbívoros especialistas desenvolvem estratégias de adaptação ao seu hospedeiro, preferindo ovipositar em plantas onde é maior o seu desempenho biológico (Liu et al. 2012). Já para os herbívoros generalistas, isto nem sempre ocorre, visto que, as fêmeas podem selecionar hospedeiros em que o desempenho biológico de sua prole não seja o melhor (Liu et al. 2012).

Como *L. huidobrensis* é uma espécie generalista, se esperaria que a seleção da planta hospedeira pelas fêmeas não tivesse relação com o desempenho biológico de sua prole. Contudo, os resultados obtidos neste trabalho demonstram que existe relação entre a seleção do hospedeiro e o desempenho biológico da prole desta espécie de mosca minadora. Como a oviposição de *L. huidobrensis* é endofítica e suas larvas se desenvolvem neste local (Parrella 1987), a seleção da planta pelas fêmeas é fundamental para o sucesso de sua prole. Logo, embora *L. huidobrensis* seja uma espécie generalista na seleção da planta hospedeira, ela tem comportamento de uma espécie especialista.

Como as plantas de cebola, melão, feijão, repolho, batata, alface e tomate são hospedeiras de *L. huidobrensis* (Burgio et al. 2005, Musundire et al. 2012, Araújo et al. 2013) poder-se-ia pensar que estas não poderiam ser cultivadas no mesmo ambiente ou em sequência de cultivos. Entretanto, como *L. huidobrensis* tem baixo desempenho biológico nas plantas de alface, batata, cebola, feijão, melão e repolho, o cultivo destas plantas em policultivo ou em sequência de cultivos não acarretaria no aumento populacional desta praga. Por outro lado, o cultivo destas plantas seguidas de plantio de tomateiro acarretaria em grande infestação da praga nesta última cultura, já que estes cultivos iniciais serviriam de foco de infestação da praga para o tomateiro. Além disso, o plantio na mesma área destas culturas poderia acarretar em grande infestação de *L. huidobrensis* no tomateiro.

Entre as razões do tomateiro ser a planta preferida por *L. huidobrensis* e nela, este inseto ter o melhor desempenho biológico, possivelmente estão características morfológicas e químicas. Características morfológicas das plantas como, densidade de tricomas, espessura da epiderme e do parênquima foliar podem estar associadas à preferência de insetos minadores de folhas (Leite et al. 1999). Neste contexto Wei et al. (2000) relatam que folhas de tomate por apresentarem epiderme mais fina são preferidas por *L. huidobrensis* visto a maior facilidade de serem rompidas pelo ovipositor das fêmeas para realização de puncturas para oviposição e alimentação.

As características químicas que podem afetar a preferência de *L. huidobrensis* por um hospedeiro estão à qualidade nutricional e os voláteis emitidos pela planta. O fato de *L. huidobrensis* ter tido maior desempenho biológico no tomateiro indica que esta planta possui adequação nutricional a este inseto. Entre as substâncias existentes no tomateiro e que podem

favorecer insetos minadores de folhas como *L. huidobrensis* estão os alcanos tetracosano e hexacosano (Oliveira et al. 2009).

A sazonalidade do ataque de *L. huidobrensis* ao tomateiro esteve associada à variação da temperatura do ar e à intensidade de chuvas. O efeito positivo da temperatura do ar sobre *L. huidobrensis* possivelmente esteja relacionado a este elemento climático afetar sua reprodução, sobrevivência, desenvolvimento, crescimento, migração e comportamento dos insetos (Worner 1998, Bale et al. 2002, Hopkins & Memmott 2003, Roy 2003, Ju et al. 2011). Segundo Xavier (2013) há uma diminuição da duração dos estádios do ciclo de vida da *L. huidobrensis* em função do aumento da temperatura do ar, o que indica que o desenvolvimento desse inseto pode ser acelerado em locais de cultivos onde as temperaturas são mais elevadas.

Já as chuvas influenciaram negativamente a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* ao tomateiro. O efeito das chuvas sobre a intensidade de ataque dos insetos pode ser de forma direta ou indireta (Bacci 2006). De forma direta, as chuvas podem causar mortalidade aos insetos e afetar seu desempenho biológico. Neste contexto, a mortalidade direta causada pelas chuvas afetou a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* ao tomateiro entre as estações do ano. As maiores mortalidades causadas pelas chuvas ocorreram na primavera e no verão. A ação das chuvas na primavera proporcionou uma baixa intensidade de ataque de *L. huidobrensis*. Já no verão, mesmo com a mortalidade causada pela chuva, a intensidade de ataque dessa praga foi alta. Isto pode ter ocorrido devido às chuvas também influenciarem negativamente os inimigos naturais (Bacci 2006) e alta temperatura do ar no verão favorecer a *L. huidobrensis*.

Além dos elementos climáticos, a intensidade de ataque de *L. huidobrensis* foi afetada pela ação de predadores e por distúrbios fisiológicos durante o seu desenvolvimento. A maioria dos trabalhos sobre o controle biológico de *L. huidobrensis* enfatiza o papel dos parasitóides de larva-pupa (Salvo & Valladares 2002, Musundire et al. 2012), porém nestes estudos, não é avaliado o papel dos predadores na regulação populacional desta mosca minadora. Isto ocorre devido a grande dificuldade em se avaliar o impacto dos predadores sobre as populações de insetos herbívoro. Assim, neste trabalho é relatado o importante controle biológico de pupas de *L. huidobrensis* realizado pelas formigas *Solenopsis* sp. e *Camponotus* sp.

Como o principal local de atuação das formigas predadoras é o solo, o seu manejo é importante na preservação das populações destes agentes de controle natural. O menor revolvimento do solo, a redução das aplicações de pesticidas e a seletividade de inseticidas são práticas que possibilitam a preservação das populações de formigas predadoras. Com a manutenção de palhada sobre o solo, plantio direto e menor revolvimento do solo, há o acúmulo de material vegetal no substrato, o que resulta no aumento do números de nichos que por sua vez, aumenta a diversidade de espécies de formigas predadoras no agroecossistema (Root 1973, Lange et al. 2008, Pereira et al. 2010). Por outro lado, a redução da aplicação de pesticidas pode ser alcançada através do uso de sistemas de tomada de decisão (Gusmão et al. 2006).

Em relação a seletividade de inseticidas, ela se baseia na menor na menor exposição dos inimigos naturais aos pesticidas ou na utilização de produtos menos tóxicos à esses organismos. Neste sentido, como as formigas são predadoras de hábito noturno, uma forma de reduzir a exposição desses

inimigos naturais ao inseticida, seria através da aplicação diurna. Dessa forma, haveria a menor contaminação desses organismos pelos produtos fitossanitários. Além disso, deve-se evitar a aplicação de pesticidas no solo e as pulverizações no dossel das plantas devem ser feitas usando o menor volume possível de calda para evitar que a maior parte do pesticida atinja o solo. Outra forma, seria através da seleção de inseticidas que degradam rapidamente quando em contato com o solo (Aktar et al. 2009).

Outro fator que afetou a variação da intensidade de ataque de *L. huidobrensis* entre as estações do ano foram os distúrbios fisiológicos durante seu ciclo de vida. O fato da maior mortalidade de *L. huidobrensis* por este fator ter ocorrido no verão, possivelmente está relacionado à elevada temperatura nessa estação, que conseqüentemente, aumenta a velocidade de desenvolvimento do inseto. Em situações de maiores taxas de desenvolvimento dos insetos são maiores os distúrbios fisiológicos durante a eclosão dos ovos e mudas (Zhang et al. 2013).

5. CONCLUSÕES

A população de *Liriomyza huidobrensis* é regulada pela planta hospedeira, temperatura, chuvas, distúrbios fisiológicos no ciclo de vida do inseto e predadores. O tomateiro é o hospedeiro preferido por *L. huidobrensis* e nele este inseto tem o maior desempenho biológico. A população de *L. huidobrensis* é maior em períodos quentes e secos. Os inimigos naturais mais importantes de *L. huidobrensis* são as formigas predadoras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aktar MW., Sengupta D., Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. **Interdisciplinary Toxicology** 2: 1-12, 2009.

Araújo E.L., Nogueira C.H.F. Menezes Netto A.C., Bezerra C.E.S. Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural** 43: 579-582, 2013.

Awmack C.S., Leather S.R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology** 47: 817-844, 2002.

Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.M. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 119: 39-45, 2006.

Bacci L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro**. Tese de Doutorado em Fitotecnia. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

Bale J.S., Masters G.J., Hodkinson I.D., Awmack C., Bezemer T.M., Brown V.K., Butterfield J., Buse A., Coulson J.C., Farra J., Good J.E.G., Harrington R., Hartley S., Jones T.H., Lindroth R.L., Press M.C., Symrnioudis I., Watt A.D., Whittaker J.B. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperatures on insect herbivores. **Global Change Biology** 8: 1-16, 2002.

Burgio G., Lanzoni A., Masetti A., Manucci F. Spatial patterns and sampling plan for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and related parasitoids on lettuce. **Environmental Entomology** 34: 178-183, 2005.

Daugherty M.P., Briggs C.J., Welter S.C. Bottom-up and top-down control of pear psylla (*Cacopsylla pyricola*): Fertilization, plant quality, and the efficacy of the predator *Anthocoris nemoralis*. **Biological Control** 43: 257-264, 2007.

Denno R.F., Gratton C., Peterson M.A., Langellotto G.A., Finke D.L., Huberty A.F. Bottom-up forces mediate natural-enemy impact in a phytophagous insect community. **Ecology** 83: 1443-1458, 2002.

Galdino T.V.S., Picanço M.C., Morais E.G.F., Silva N.R., Silva G.A.R., Lopes M.C. Bioassay method for toxicity studies of insecticide formulations to *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). **Ciência e Agrotecnologia** 35: 869-877, 2011.

Gusmão M.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Galvan T.L., Pereira E.J.G. Economic injury level and sequential sampling plan for *Bemisia tabaci* in outdoor tomato. **Journal of Applied Entomology**. 130: 160-166, 2006.

Hairston N.G., Smith F.E., Slobodkin L.B. Community structure, population control, and competition. **The American Naturalist** 94: 421-425, 1960.

Hopkins G.W., Memmott J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecological Entomology** 28: 687-693, 2003.

Ju R.T., Wang, F., Li B. Effects of temperature on the development and population growth of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata*. **Journal of Insect Science** doi: 10.1673/031.011.0116, 2011.

Lange D., Fernandes W.D., Raizer J., Faccenda O. Predacious activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in conventional and in no-till agriculture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 51: 1199-1207, 2008.

Leite G.L.D., Picanço M.C., Azevedo A.A., Gonring A.H.R. Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na restência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-dotomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 34: 2059-2064, 1999.

Liu Z., Scheirs J., Heckel D.G. Trade-offs of host use between generalist and specialist *Helicoverpa* sibling species: adult oviposition and larval performance. **Oecologia** 168: 459-469, 2012.

Liu T.X., Kang L., Heinz K.M., Trumble J. Biological Control of *Liriomyza* leafminers: CAB reviews progress and perspective. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, 4: 1-16, 2009.

Meehan T.D., Werling B.P., Landis D.A., Gratton C. Agricultural landscape simplification and insecticide use in the Midwestern United States. **PNAS** doi/10.1073/pnas.1100751108, 2011.

Miranda M.M.M., Picanço M.C., Zanuncio J.C., Guedes R.N.C. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biocontrol Science and Technology** 8: 597- 606, 1998.

Musundire R., Chabi-Olaye A., Salifu D., Kruger K. Host plant-related parasitism and host feeding activities of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza sativae*, and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology** 105: 161-168, 2012.

Oliveira F.A., Silva D.J.H., Leite G.L.D., Jham G.N., Picanço M.C. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae** 119: 182-187, 2009.

Parrella M.P., Robb K.L. Technique for staining eggs of *Liriomyza trifolii* within *Chrysanthemum*, celery and tomato leaves. **Journal of Economic Entomology** 75: 383-384, 1982.

Parrella M. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology** 32: 201-224, 1987.

Parrella M.P., Robb K.L., Bethke J.A. Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Annals of the Entomological Society of America** 76: 112-115, 1983.

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 the Entomological Society of America** 78: 90-93, 1985.

Pereira E.J.G., Picanço M.C., Bacci L., Lucia T.M.C.D., Silva E.M., Fernandes F.L. Natural mortality factors of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) on *Coffea arabica*. **Biocontrol Science and Technology** 17: 441-455, 2007.

Pereira J.L., Picanço M.C., Silva A.A., Barros E.C., Silva R.G., Galdino, T. V. S. Ants as environmental impact bioindicators from insecticide application on corn. **Sociobiology** 55: 153-164, 2010.

Radziute S., Buda V. Host feeding experience affects host plant odour preference of the polyphagous leafminer *Liriomyza bryoniae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 146: 286-292, 2013.

Reitz S.R., Trumble J.T. Interspecific and intraspecific differences in two *Liriomyza* leafminer species in California. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 102: 101-113, 2002.

Root E.P. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs** 43: 95-124, 1973.

Roy M., Brodeur J., Cloutier C. Effect of temperature on intrinsic rates of natural increase (r_m) of a coccinellid and its spider mite prey. **BioControl** 48: 57-72, 2003.

Salvo A., Valladares G. Plant-related intraspecific size variation in parasitoids (Hymenoptera: Parasitica) of a polyphagous leafminer (Diptera: Agromyzidae). **Environmental Entomology** 31: 874-879, 2002.

Tscharntke T., Bommarco R., Clough Y., Crist T.O., Kleijn D., Rand T.A., Tylianakis J.M, Nouhuys S.V., Vidal S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. **Biological Control** 43: 294-309, 2007.

Venzon M., Paula Jr. T.J. **101 Culturas manual de tecnologias agrícolas.** Belo Horizonte: EPAMIG, 2007.

Wallner W.E. Factors affecting insect population dynamics: differences between outbreak and non-outbreak species. **Annual Review of Entomology** 32: 317-40, 1987.

Wei J., Zou L., Kuang R., He L. Influence of leaf tissue structure on host feeding selection by pea leafminer *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). **Zoology Studies** 39: 295-300, 2000.

Weintraub P.G., Horowitz A.R. The newest leafminer pest in Israel, *Liriomyza huidobrensis*. **Phytoparasitica** 23: 177-184, 1995.

Worner S.P. Ecoclimatic assessment of potential establishment of exotic pests. **Journal of Economic Entomology** 81: 973-983, 1998.

Xavier V.M. **Variação sazonal dos fatores de mortalidade natural e limiares térmicos para *Liriomyza huidobrensis*.** Tese de Doutorado em Fitotecnia. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2013.

Zhang W., Zhao F., Hoffmann A.A., Ma C.S. A single hot event that does not affect survival but decreases reproduction in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Plos One** doi: 10.1371/journal.pone.0075923, 2013.

Zhao Y.X., Kang L. The role of plant odours in the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae): Orientation towards the host habitat. **European Journal of Entomology** 99: 445-450, 2002.

Zitter T.A., Tsai J.H., Harris K.F. Flies. In: Harris, K.F., Maramorosch, K. (eds.) **Vectors of Plant Pathogens.** New York: Academic, 1980. p.165-176.