

TARCÍSIO VISINTIN DA SILVA GALDINO

DISTRIBUIÇÃO E DESEMPENHO DE *Tuta absoluta* NO DOSSEL DO
TOMATEIRO

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
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

G149d
2012

Galdino, Tarcísio Visintin da Silva, 1987-

Distribuição e desempenho de *Tuta absoluta* no dossel do
tomateiro / Tarcísio Visintin da Silva Galdino. – Viçosa, MG,
2012.

viii, 25f. : il. ; 29cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 22-25

1. Entomologia. 2. *Tuta absoluta*. 3. Pragas agrícolas -
Controle integrado. 4. Lagarta. 5. Relação inseto-planta.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 632.778

TARCÍSIO VISINTIN DA SILVA GALDINO

DISTRIBUIÇÃO E DESEMPENHO DE *Tuta absoluta* NO DOSSEL DO
TOMATEIRO

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: 17 de fevereiro de 2012.

Raul Narciso Carvalho Guedes

Eliseu José Guedes Pereira

Nelsa Maria Pinho Guedes

Alfredo Henrique Rocha Gonring

Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

A Deus, a quem devo tudo.

Agradeço

Aos meus pais, Nivaldo Pacheco Galdino e Maria Aparecida Visintin da Silva

Galdino, pelo amor e dedicação desde meu primeiro dia de vida;

Aos meus irmãos, Lauro Visintin da Silva Galdino e Álvaro Visintin da Silva

Galdino, pela amizade;

À minha namorada, Mônica da Silva Pontes, pelo amor, companheirismo e pela

paciência;

Dedico

Ao povo brasileiro e aos Mestres.

Ofereço

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), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela paciência, orientação e amizade ao longo desses anos de convívio. À sua família pelos momentos agradáveis proporcionados.

Aos professores responsáveis pelos conhecimentos adquiridos durante a minha formação.

Aos membros da banca de tese pelas sugestões e dedicação na melhoria do trabalho.

Às secretárias do Programa de Pós-graduação em Entomologia, Dona Paula, Miriam e Silvana, pela dedicação e seriedade.

Ao funcionário José Evaristo, pela amizade e por sempre estar a disposição em ajudar.

Aos colegas da Pós-graduação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Ricardo, Rogério, Renata, Nilson, Pablo, Renan, Julio, Jander, Gerson,

Vânia, Matheus e Antônio, pelo convívio, troca de conhecimentos e especialmente pela grande ajuda neste trabalho.

Aos estagiários do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Adriano, Allan, Ariel, Dalton, Elizeu, Geversson, Helder, Hellen, Henrique, Izailda, João, Jorgiane, Mailson, Mayara, Mirian, Obiratânia, Paulo, Reginaldo, Rodrigo, Silvério, Suellen, Suzana, Thadeu, pela amizade e valiosa ajuda durante a execução deste trabalho.

Aos companheiros Ézio, Jardel, Flávio, Leandro, Maria Eliza e Elisângela que me ajudaram nesta conquista.

Aos colegas do curso de mestrado pelo agradável convívio durante as disciplinas.

Aos companheiros de república Cleverson, Bruno, Wallison e Rodrigo pelo companheirismo e convivência agradável.

A toda a minha família pelo apoio.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

TARCÍSIO VISINTIN DA SILVA GALDINO, filho de Nivaldo Pacheco Galdino e Maria Aparecida Visintin da Silva Galdino, nasceu em Pedro Canário, Espírito Santo, no dia 24 de junho de 1987.

Em dezembro de 2004, concluiu o segundo grau no Centro Educacional Nacional de São Mateus.

Em março de 2005, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em janeiro de 2010. Durante a graduação, de janeiro de 2006 a dezembro de 2009 foi estagiário no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Setor de Entomologia do DBA/UFV, sob orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Neste período desenvolveu vários trabalhos na área de Manejo Integrado de Pragas em diversas culturas. Foi bolsista de Iniciação Científica do por 11 meses do PNP&D-café, da Embrapa café, e por dois anos do programa PROBIC/FAPEMIG. Foi ainda monitor voluntário da disciplina de Entomologia Agrícola por três semestres coordenado pelo Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Em março de 2010 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Entomologia.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	3
Criação de <i>T. absoluta</i> em laboratório	3
Obtenção das plantas	3
Distribuição de <i>T. absoluta</i> no dossel do tomateiro	4
Desempenho de <i>T. absoluta</i> em diferentes partes do dossel	4
Preferência de pupação de <i>T. absoluta</i> em relação à cobertura morta	5
Profundidade de pupação de <i>T. absoluta</i>	6
Análises	6
RESULTADOS	8
DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES	21
LITERATURA CITADA	22

RESUMO

GALDINO, Tarcísio Visintin da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Distribuição e desempenho de *Tuta absoluta* no dossel do tomateiro**. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

Os estudos da distribuição espacial e desempenho de insetos praga no dossel das plantas melhoram a qualidade dos planos de amostragem e aumentam a eficiência dos métodos de controle. Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a distribuição e o desempenho biológico dos estádios do ciclo de vida de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) no dossel de plantas de tomate. A máxima oviposição de *T. absoluta* ocorreu nas folhas do terço mediano e entre os terços apical e mediano para plantas nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente. No início da fase larval o número de lagartas foi maior nas folhas do terço mediano. Com o passar do tempo o número de lagartas decresceu nas folhas medianas e aumentou nas apicais. Verificou-se que as lagartas que atacam os frutos são provenientes principalmente das folhas. A movimentação de lagartas das folhas para os frutos ocorreu a partir do terceiro ínstar larval. O principal local de pupação de *T. absoluta* foi o solo, sobretudo até 1,3 mm de profundidade. A pupação de *T. absoluta* foi maior em solo com cobertura morta. A taxa reprodutiva líquida (R_0) de *T. absoluta* foi maior quando os insetos se desenvolveram em folhas do terço mediano. A maior oviposição de *T. absoluta* ocorreu em locais onde esta espécie apresenta maior taxa reprodutiva líquida.

ABSTRACT

GALDINO, Tarcísio Visintin da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2012. **Distribution and performance of *Tuta absoluta* in the canopy of tomato plants.** Adviser: Marcelo Coutinho Picanço.

Studies on spatial distribution of pests and performance in the canopy of plants improve the quality of sampling plans and increase the efficiency of control methods. Thus, this study aimed to evaluate the distribution and biological performance of developmental stages of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in the canopy of tomato plants. The higher oviposition of *T. absoluta* occurred in the leaves of the median part and between the apical and median part for plants in the vegetative and reproductive stages, respectively. In the beginning of the larval stage the number of caterpillars was higher in the leaves of median part of tomatoes plants. Over time the number of caterpillars decreased in the median leaves and increased in the apical leaves. It was found that the caterpillars which attack the fruits originate mainly from the leaves. The movement of caterpillars from the leaves to the fruit happened when they reached the third instar. The primary site of pupation for *T. absoluta* was the soil, especially up to 1.3 mm deep. *T. absoluta* pupation was higher in soil with mulch. The net reproductive rate (R_0) of *T. absoluta* was higher when the insects had developed in the leaves of median part. Most oviposition of *T. absoluta* occurred in places where this specie had higher net reproductive rate.

INTRODUÇÃO

Os estudos da distribuição e do desempenho de insetos em plantas contribuem para um melhor planejamento de programas de manejo integrado de pragas. As diferenças na distribuição e no desempenho estão na maioria das vezes relacionadas a distribuição das defesas no dossel das plantas e a diferença entre espécies hospedeiras (Leite et al., 2001; Antônio et al., 2011). Esses mecanismos de defesa levaram muitas espécies de insetos herbívoros a se especializarem em se alimentar de determinado grupo de espécies vegetais e até mesmo de determinadas partes da planta (Johnson, 2011). Esta especialização possibilita o aumento do desempenho biológico dos insetos herbívoros o que pode levá-los a tornarem-se pragas destas espécies de plantas (Johnson, 2011).

As plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) possuem estruturas morfológicas e fitoquímicos que funcionam como defesa contra insetos herbívoros. No tomateiro estas defesas são representadas por tricomas, toxinas e estruturas celulares (Leite et al., 2001; Antônio et al., 2011). A concentração destas defesas varia nas diversas partes da planta de tomate (Leite et al., 2001; Kennedy, 2003; Kozukue et al., 2004). Por outro lado os

insetos herbívoros especialistas podem ter preferência por utilizarem partes da planta que possibilitem a eles melhor desempenho biológico (Robert et al., 2012).

Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é um inseto fitófago que tem como principal hospedeiro o tomateiro. Seus hospedeiros secundários são outras espécies de Solanaceae (Bacci, 2006; Medeiros et al., 2011). Este inseto é a principal praga do tomate na América do Sul (Picanço et al., 2007). Ela foi introduzida na Europa via Espanha e já se dispersa por praticamente todo este continente. Recentemente ela também foi introduzida na África e Ásia onde tem causado grandes prejuízos (Desneux et al., 2010). O dano causado por essa praga se deve a suas lagartas minarem as folhas e broquearem o caule e frutos (Leite et al., 2001; Picanço et al., 2007).

Como *T. absoluta* é um inseto especialista, as distribuições das defesas da planta e do inseto no dossel do tomateiro devem estar relacionadas. Apesar da importância deste assunto para o entendimento da bioecologia desta praga e no planejamento de programas de manejo integrado das pragas do tomate muito pouco se conhece sobre este assunto. Assim, neste trabalho objetivou-se avaliar a distribuição das fases do ciclo de vida de *T. absoluta* no dossel de plantas de tomate e no ambiente de cultivo e relacionar esta distribuição com o desempenho biológico do inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação de *T. absoluta* em laboratório

Os insetos utilizados no estabelecimento da criação foram coletados em lavouras comerciais de tomate em Viçosa, MG. Esta criação foi realizada conforme Leite et al., 1998 e Galdino et al., 2011. As lagartas foram alimentadas com folhas de tomate do cultivar Santa Clara, cultivada em casa de vegetação sem uso de pesticidas.

Obtenção das plantas

As plantas utilizadas nos experimentos e na criação foram cultivadas em casa de vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa. Foi utilizado o tomate do cultivar Santa Clara. As mudas foram produzidas em bandeja de isopor (68 x 34 x 5 cm) de 200 células. Vinte e quatro dias após o plantio as mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de oito litros cada. O solo utilizado foi proveniente do horizonte B de um latossolo vermelho-amarelo distrófico. As plantas foram conduzidas de acordo com Silva & Vale, 2007.

Distribuição de *T. absoluta* no dossel do tomateiro

Dentro da casa de vegetação foram acondicionadas dez plantas na fase vegetativa, com 25 dias de transplantadas, com cerca de 12 folhas cada e que ainda não tinham emitido inflorescências, e vinte na fase reprodutiva, com 60 dias de transplantadas, com cerca de 22 folhas e três cachos com frutos. Foram liberados 300 adultos não sexados 48 horas após emergência, provenientes da criação em laboratório. A casa de vegetação foi vedada de forma a impedir a fuga dos adultos. Três dias após a soltura dos adultos as plantas foram transferidas para outra casa de vegetação livre de adultos. A partir dessa data foram realizadas avaliações diárias contando o número de insetos vivos em cada fase do ciclo de vida. Discriminou-se o local da planta que cada fase do ciclo de vida de *T. absoluta* se encontrava (folha, folíolo, face da folha, caule, pecíolo, fruto, posição do fruto).

Nas plantas no estágio vegetativo e em metade das plantas do estágio reprodutivo as lagartas puderam se movimentar livremente por toda a planta. As posições das plantas em casa de vegetação eram modificadas diariamente de forma aleatória. As 10 plantas restantes do estágio reprodutivo foram utilizadas para avaliar o desempenho biológico de *T. absoluta*.

Desempenho de *T. absoluta* em diferentes partes do dossel

Na metade restante das plantas no estágio reprodutivo limitou-se as lagartas a se alimentarem de determinada parte da planta, totalizando dez repetições de cada tratamento. Para isso cada órgão foi envolvido com um saco de organza de 40 x 20 cm para impedir que as lagartas se deslocassem para outra parte da planta. Devido ao fato de não ocorrência de oviposição em cachos de frutos e folhas do terço basal os mesmos foram infestados com 15

ovos com três dias de idade em cada cacho de frutos ou folhas. Este número foi utilizado por ser o número de ovos aproximado em relação dos demais órgãos onde as fêmeas ovipositaram. Os ovos foram transferidos com auxílio de um pincel fino (Tigre® tamanho 000). Os tratamentos foram: 1) ápice caulinar (somente meristema de crescimento), 2) folhas do terço apical, 3) folhas do terço mediano, 4) folhas do terço basal e 5) frutos. O delineamento foi inteiramente casualizado. As plantas foram trocadas de posição diariamente de forma aleatória.

Durante o ciclo de *T. absoluta* foram realizadas avaliações diárias onde contou-se se o número de indivíduos vivos em cada fase larval por parcela. As pupas que surgiram foram sexadas (Coelho & França, 1987), contadas e colocadas em outra planta no mesmo órgão de onde as lagartas se desenvolveram. Foi então avaliado a mortalidade de pupas, adultos, número de ovos e eclosão dos ovos em cada parcela.

A partir dos dados confeccionou-se uma tabela de vida de fertilidade de *T. absoluta* para cada parcela conforme Southwood & Henderson, 2000. A partir disso determinou-se a taxa reprodutiva líquida (R_0) e o tempo de geração (T). R_0 representa o número de fêmeas geradas por fêmea por geração.

Preferência de pupação de *T. absoluta* em relação à cobertura morta

Foi realizado um teste de livre escolha entre um lado com cobertura morta e outro sem cobertura. Foi adicionado uma camada de 4 cm de areia em uma bandeja plástica de 28,5 x 20,5 x 6 cm. Foi adicionado sobre a areia em metade da bandeja serrapilheira contendo restos de folhas de tomate e plantas daninhas de forma a cobrir totalmente o solo, sendo montadas um total de 20 bandejas. As bandejas foram mantidas em laboratório com temperatura de $25 \pm$

1°C, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase 12 horas. No centro de cada bandeja foram colocadas dez lagartas no final de quarto instar, que são diferenciadas das demais por apresentarem coloração rósea. Estas lagartas foram utilizadas pois estão a procura de um local para pupação (Bacci, 2006). Após três dias foram contados o número de pupas em cada metade da bandeja.

Profundidade de pupação de *T. absoluta*

Para verificar a profundidade de pupação foram utilizados potes plásticos translúcidos com capacidade de 11cm de diâmetro e 11 cm de altura. Dentro destes foi colocado areia até a altura de 8 cm. No centro de cada pote, na superfície da areia, foram adicionadas cinco lagartas no final de quarto instar, que são diferenciadas das demais por apresentarem coloração rósea. Montou-se 30 potes que foram condicionados a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase 12 horas. Três dias após a montagem foram realizadas as avaliações. Para isso foi feito inicialmente uma marcação no nível da areia do lado externo do pote. Retirou-se então camadas finas do solo com auxílio de colheres, esse foi colocado em bandejas brancas para observar a presença de pupas a cada retirada de solo. Conforme ia se encontrando pupas media-se a profundidade de onde foi encontrada a pupa.

Análises

Os dados de número de ovos nas faces foliares e em cada folíolo foram submetidos à ANOVA simples a $p < 0,05$ para plantas nos estádios vegetativo e reprodutivo. Quando houve diferença os tratamentos foram comparadas pelo teste Duncan a $p < 0,05$.

Ajustou-se curvas com o número de ovos por posição na planta, uma para cada estágio da planta. Os critérios para seleção dos modelos foram: menor complexidade do modelo dentre aqueles que foram significativos a $p < 0,05$ e boa explicação da biologia dos dados.

Para plantas no estágio vegetativo foram ajustadas uma curva do número de lagartas em cada terço da planta ao longo do tempo. Para plantas no estágio reprodutivo além das curvas para cada terço também foi ajustada uma curva para o número de lagartas nos frutos ao longo do tempo. Foram selecionadas curvas com menor complexidade do modelo dentre aqueles que foram significativos a $p < 0,05$ e boa explicação da biologia dos dados.

O número de pupas em cada órgão e em cada local do ambiente de cultivo foram submetidos à ANOVA simples e quando significativos comparados pelo teste Duncan a $p < 0,05$. Os valores do número de pupas em cada metade das arenas foram comparados pelo teste F a $p < 0,05$. Para a profundidade das pupas ajustou-se uma curva do número pupas em função da profundidade.

Os valores de R_0 foram submetidos à ANOVA simples e os tratamentos comparados pelo teste Duncan a $p < 0,05$. Foi feita uma regressão entre número de ovos e o R_0 de cada parte da planta.

RESULTADOS

Nas folhas dos terços apical e mediano foi maior a oviposição nas faces do limbo foliar do que no pecíolo. Nas folhas destes dois terços foi semelhante a oviposição nas duas faces foliares (Figuras 1A e 1B). Nas folhas do terço basal foi semelhante a oviposição nas faces foliares e pecíolo ($F_{2;27}=2,01$; $P=0,1529$) (Figura 1C). O número de ovos de *T. absoluta* não diferiu entre os folíolos de folhas de plantas de tomate nos estádios vegetativo e reprodutivo ($F_{4;45}=1,41$; $P=0,2459$ e $F_{4;45}=0,96$; $P=0,4393$, respectivamente).

O número de ovos de *T. absoluta* variou ao longo do dossel das plantas de tomate nos estádios vegetativo ($F_{11;137}=4,54$; $P<0,0001$) e reprodutivo ($F_{21;198}=4,55$; $P<0,0001$). Nas plantas no estágio vegetativo a máxima oviposição de *T. absoluta* ocorreu nas folhas do terço mediano (Figura 2A). Já em plantas no estágio reprodutivo a máxima oviposição de *T. absoluta* ocorreu nas folhas entre os terços apical e mediano (Figura 2B). Portanto a oviposição de *T. absoluta* ocorreu principalmente em folhas totalmente desenvolvidas e que não estão em senescência.

No início da fase larval o número de lagartas foi maior nas folhas do terço mediano, intermediário no terço apical e menor no terço basal nas plantas tanto no estágio vegetativo como no reprodutivo. Esse número de lagartas nas

folhas se manteve constante nos primeiros dias do desenvolvimento larval. Entretanto com o passar do tempo o número de lagartas nas folhas dos terços mediano e basal foi decrescendo. Já nas folhas do terço apical o número de lagartas aumentou com o passar do tempo até atingir um ponto máximo aos dez e nove dias após o início do estágio larval em plantas nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente. Assim a partir do oitavo e sétimo dias do início da fase larval o maior número de lagartas foi observado nas folhas do terço apical de plantas nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente (Figuras 3A e 3B). Nos frutos só foram observadas lagartas de *T. absoluta* a partir do 4º dia de desenvolvimento larval quando as lagartas se encontravam no final do 2º ínstar. O número máximo de lagartas nos frutos foi observado no 16º dia do após o início do estágio larval (Figura 3B).

O principal local de pupação de *T. absoluta* tanto quando nas plantas estavam no estágio vegetativo (96,82%) como reprodutivo (91,10%) foi o solo (Figuras 4A e 4B). Dos insetos que empuparam na planta (2,78 e 4,82% em plantas nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente) a maior parte deles empupou nas folhas (2,49 e 4,52%) (Figura 4B).

O número de pupas de *T. absoluta* foi maior em solo com cobertura morta do que em solo nu (Figura 5A). A máxima pupação de *T. absoluta* ocorreu a cerca de 1,3 mm de profundidade do solo e ela decresceu até cerca de 6 mm de profundidade. Entre 6 e 12 mm de profundidade do solo a pupação foi baixa e constante. A partir de 12 mm de profundidade não observou-se pupação de *T. absoluta* (Figura 5B).

A taxa reprodutiva líquida (R_0) de *T. absoluta* foi maior quando os insetos se desenvolveram em folhas do terço mediano, intermediária em folhas do terço apical e menor nas folhas do ápice caulinar, terço basal e frutos (Figura 6A). Observou-se que *T. absoluta* realizou maior oviposição em locais onde esta espécie apresenta maior taxa reprodutiva líquida (Figura 6B).

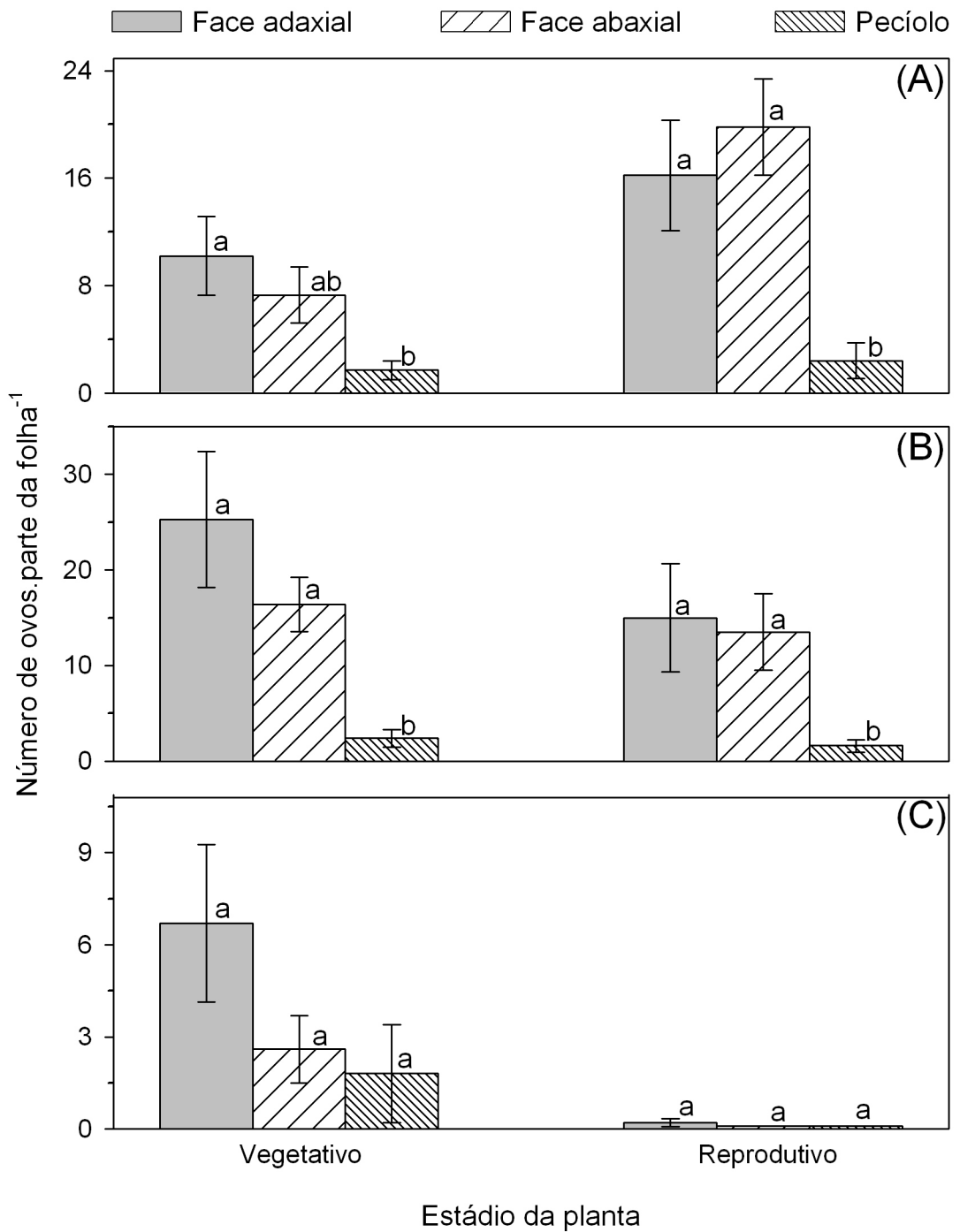


Figura 1. Oviposição de *Tuta absoluta* nas partes das folhas dos terços (A) apical, (B) mediano e (C) basal em plantas de tomate nos estádios vegetativo e reprodutivo. Médias (\pm erro padrão) de um mesmo grupo seguidas por pelo menos uma letra minúscula semelhante possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Duncan a $p < 0,05$.

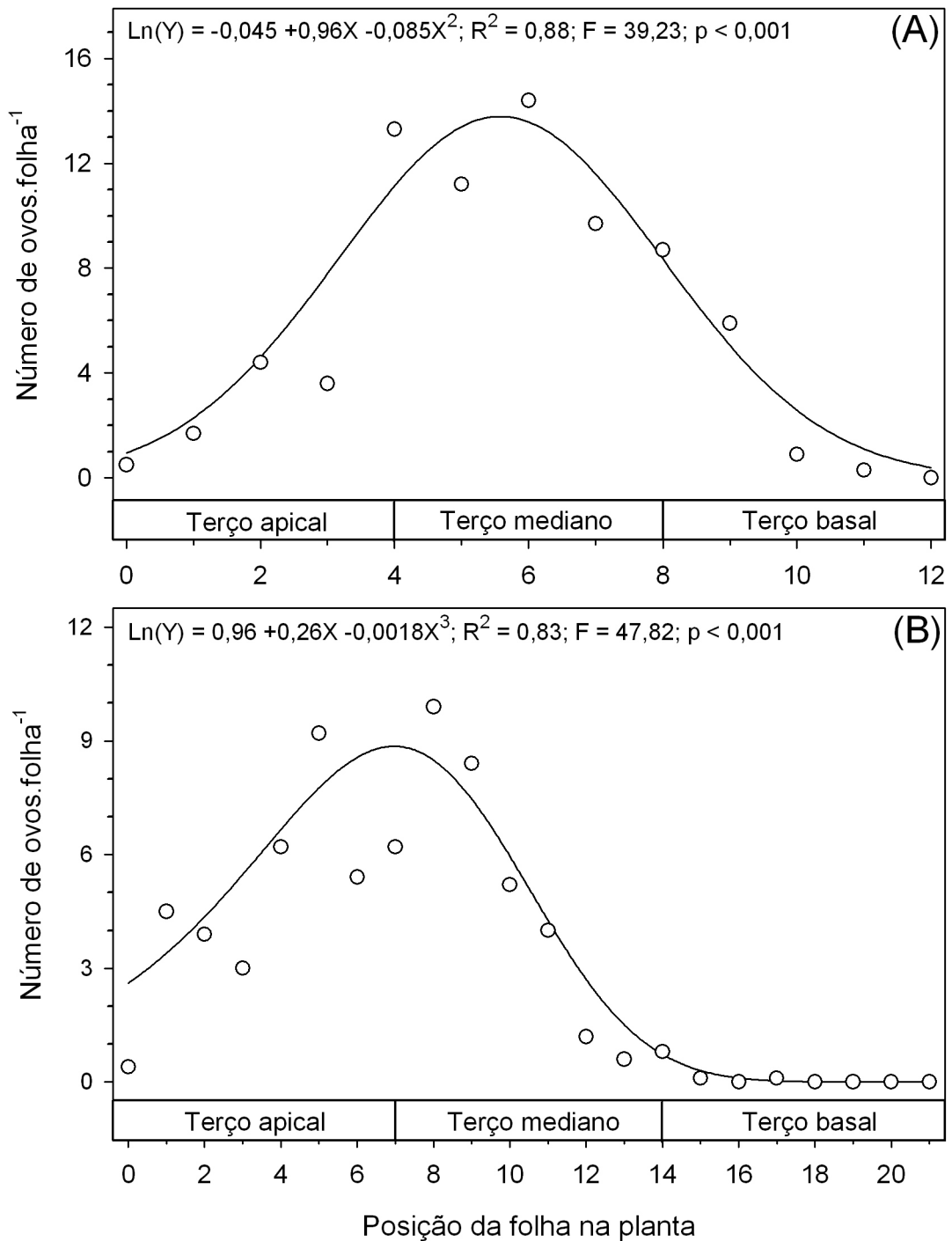


Figura 2. Oviposição de *Tuta absoluta* em função da posição da folha no dossel de plantas de tomate nos estádios (A) vegetativo e (B) reprodutivo. Os números zero, um e o maior número no eixo das abscissas representam as folhas não expandidas no ápice caulinar, a folha mais apical totalmente expandida e a folha mais basal da planta, respectivamente.

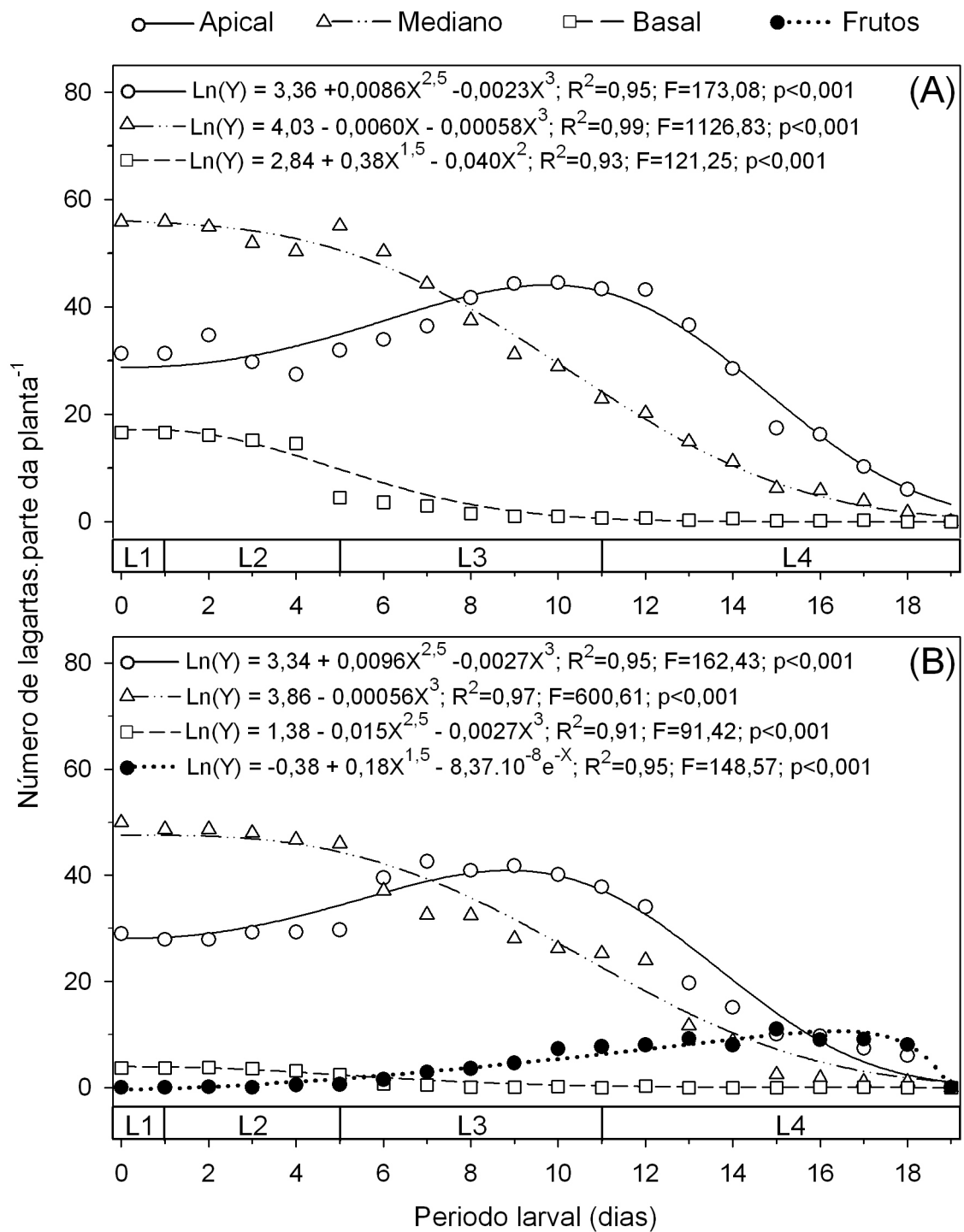


Figura 3. Distribuição espacial das lagartas de primeiro (L1), segundo (L2), terceiro (L3) e quarto (L4) ínstar de *Tuta absoluta* em folhas dos terços apical, mediano e basal e em frutos de plantas nos estádios (A) vegetativo e (B) reprodutivo.

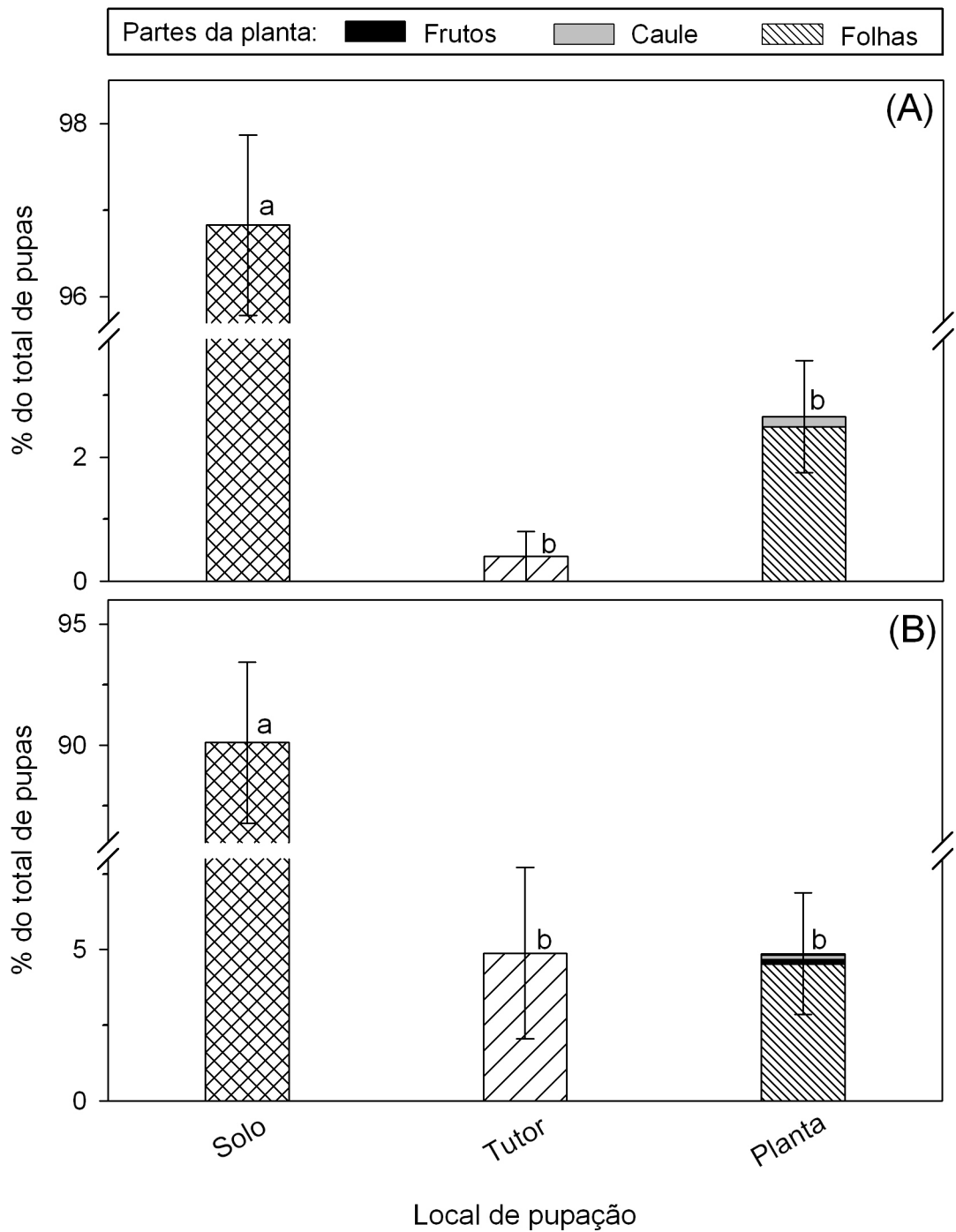


Figura 4. Local de pupação de *Tuta absoluta* (média \pm erro padrão) em plantas nos estádios (A) vegetativo e (B) reprodutivo. Os histogramas de um mesmo grupo seguidos pela mesma letra minúscula possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Duncan a $p < 0,05$.

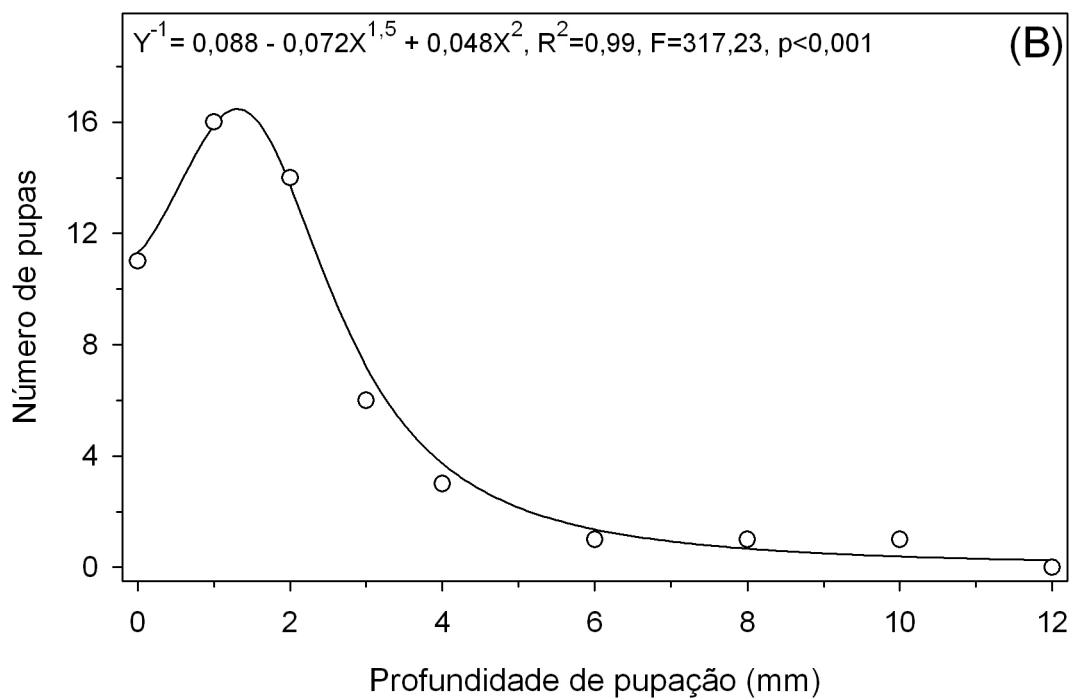
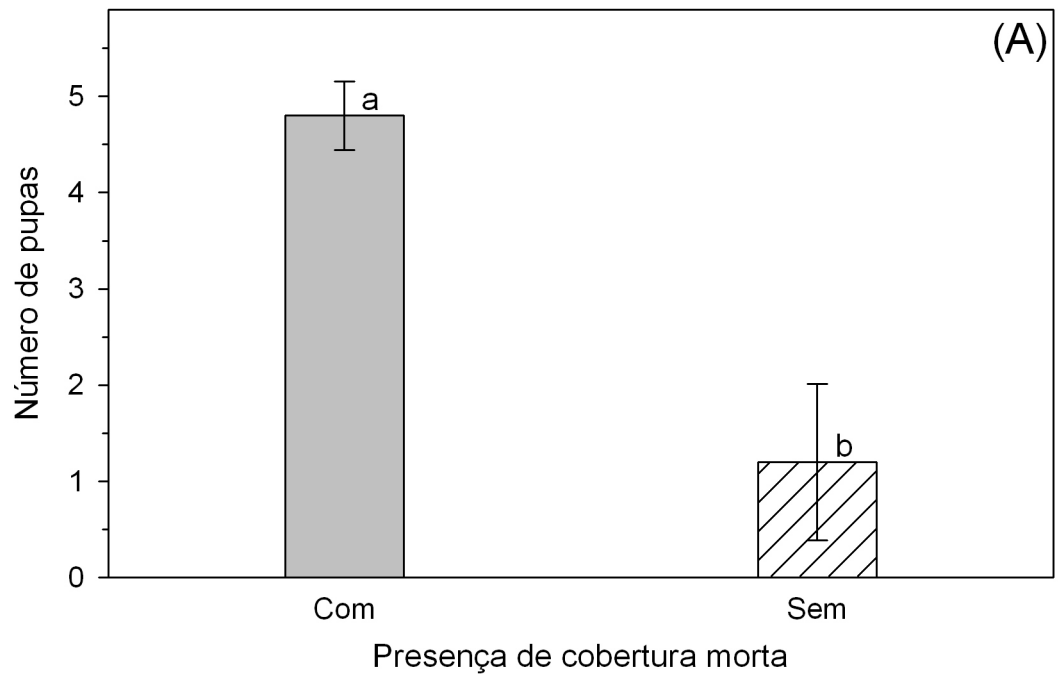


Figura 5. (A) Efeito de cobertura morta sobre o solo na pupação e (B) profundidade de pupação de *Tuta absoluta*. Os histogramas seguidos pela mesma letra minúscula possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste F a $p < 0,05$.

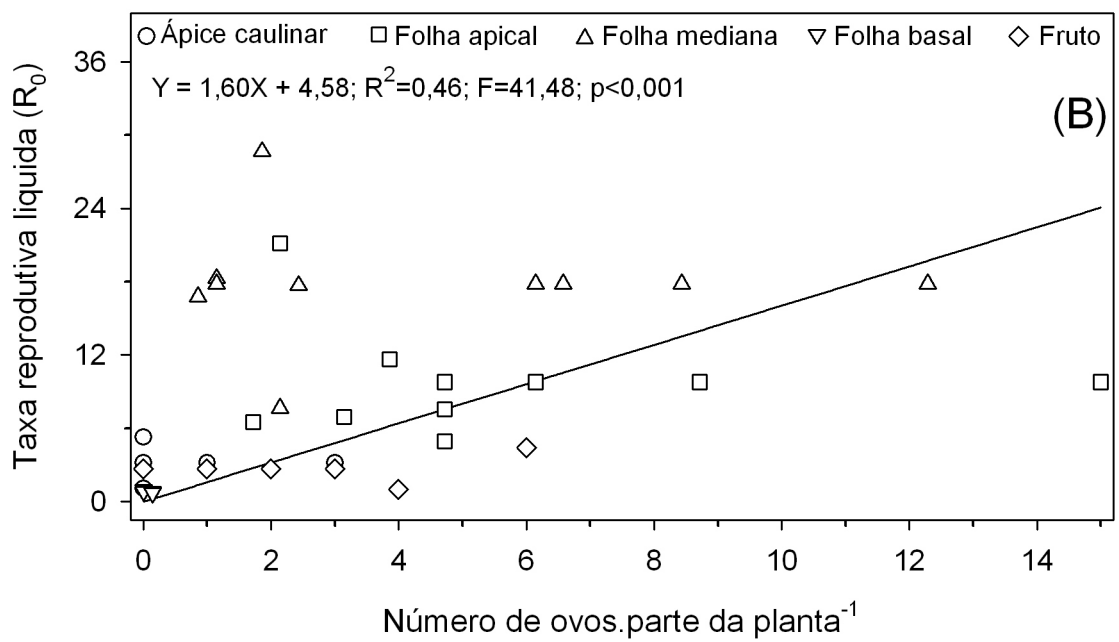
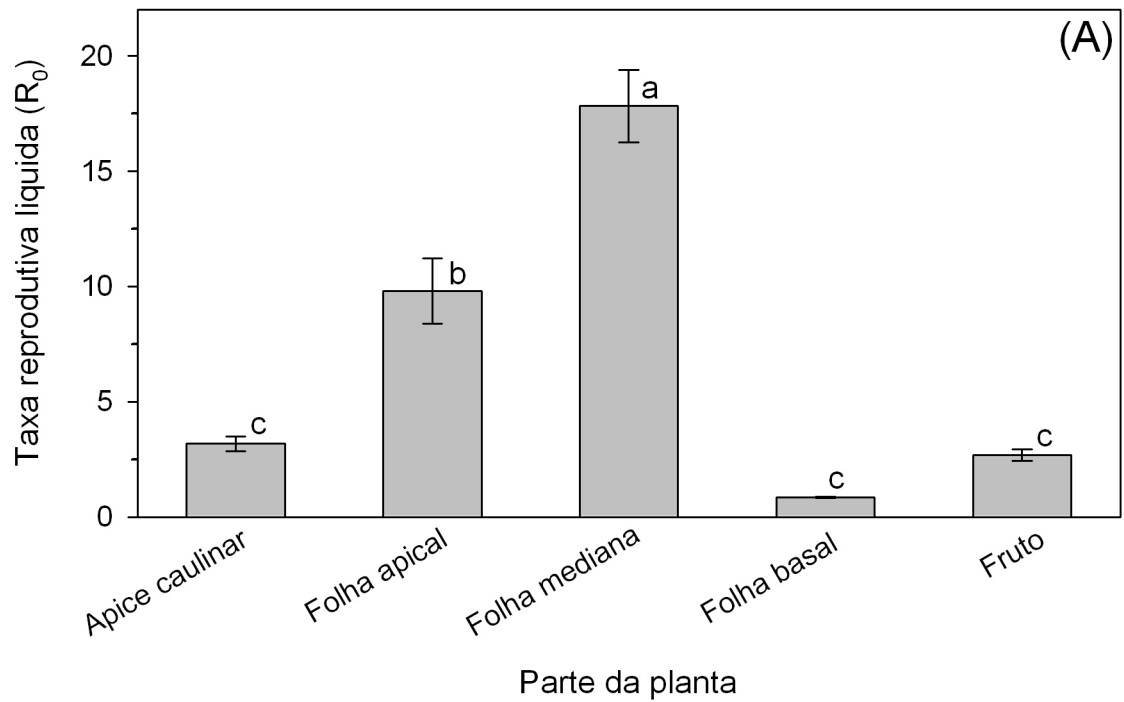


Figura 6. Desempenho de *Tuta absoluta* (A) em diferentes partes da planta e (B) em função do número de ovos ovipostos nestas partes. Médias (\pm erro padrão) seguidas pela mesma letra minúscula possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Duncan a $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O fato da oviposição de *T. absoluta* ocorrer principalmente no limbo foliar se deve, possivelmente, a suas lagartas se alimentarem principalmente de folhas (Bacci, 2006). A realização de oviposição no local de alimentação das lagartas ocorre em muitas espécies de insetos fitófagos (Thompson, 1988; Rajapakse et al., 2006; Cunningham, 2012). Este comportamento possibilita a redução da mortalidade das lagartas nos ínstares iniciais quando os insetos têm menor capacidade de movimentação e eles são mais suscetíveis às intempéries climáticas (Miranda et al., 1998; Zalucki et al., 2002; Bacci, 2006; Pereira et al., 2007).

A taxa de oviposição de *T. absoluta* foi semelhante nas duas faces foliares. Este fato é incomum entre os insetos que ovipositam nas folhas. O usual entre estes insetos é a oviposição preferencial na face abaxial onde os ovos ficam mais protegidos das intempéries climáticas e da ação dos inimigos naturais (Thompson, 1988; Thompson & Pellmyr, 1991; Renwick & Chew, 1994; Faraji et al., 2002). A oviposição semelhante de *T. absoluta* nas duas faces foliares deve estar relacionada ao hábito alimentar de suas lagartas que inicialmente minam as folhas. Os insetos minadores se alimentam do parênquima ao penetrarem nas folhas. Neste contexto existem espécies que se

alimentam do parênquima paliçádico enquanto que outras se alimentam do parênquima lacunoso ou mesmo destes dois tecidos foliares (Parrella et al., 1985; Irvin & Hoddle, 2004; Pereira et al., 2007; Maluf et al., 2010). As espécies minadoras cujas larvas iniciam a alimentação no parênquima paliçádico muitas vezes ovipositam na face adaxial devido a esta face foliar ser a mais próxima a este tecido (Pereira et al., 2007). Já os insetos minadores em que as larvas iniciam sua alimentação no parênquima lacunoso ovipositam preferencialmente na face abaxial uma vez que esta face foliar é a mais próxima a este tecido (Irvin & Hoddle, 2004). Assim, ovipositando em ambas as faces foliares parte das lagartas de *T. absoluta* pode iniciar a alimentação pelo parênquima paliçádico enquanto que outras podem iniciar a alimentação pelo parênquima lacunoso possibilitando assim a melhor exploração deste recurso alimentar e reduzindo a competição intra-específica.

A preferência de *T. absoluta* por ovipositar em folhas totalmente expandidas não senescentes se deve, possivelmente, a estas folhas representarem um melhor recurso alimentar para as lagartas. Possivelmente estas folhas representam um melhor recurso alimentar por elas apresentarem maior massa do que as folhas não expandidas do ápice da planta e maior qualidade nutricional do que as folhas da parte basal da planta (Lim et al., 2007; Galdino et al., 2011).

As lagartas de primeiro ínstar permanecem no local de oviposição, possivelmente, devido a baixa capacidade de movimentação do inseto neste estágio e à boa qualidade nutricional da folha onde ocorre a oviposição. Já as lagartas a partir do segundo ínstar migram para folhas mais apicais a medida que a planta e o inseto se desenvolvem devido, possivelmente, as folhas mais baixas terem baixa qualidade nutricional (Lim et al., 2007; Galdino et al., 2011) e ao inseto nestes estágios terem maior capacidade de movimentação (Miranda et al., 1998; Zalucki et al., 2002).

A capacidade de movimentação das lagartas para as partes apicais do tomateiro a medida que as plantas se desenvolvem é importante no planejamento de programas de MIP. Uma consequência deste fato no MIP é que a amostragem das lagartas de *T. absoluta* deve ser realizada nas partes apical e mediana do tomate a medida que as plantas se desenvolvem. Também devido a essa movimentação as pulverizações de inseticidas devem ser dirigidas para as folhas dos terços apical e mediano já que é este o local onde as lagartas de *T. absoluta* se encontram. Além disso os frutos devem ser pulverizados devido a essa movimentação das lagartas.

A movimentação das lagartas de terceiro ínstar das folhas para os frutos ocorreu, possivelmente, devido a *T. absoluta* ser mais tolerante as toxinas presentes nos frutos a partir deste instar, como é observado para outras espécies (Liu et al., 2002; Wang et al., 2009). Entre as toxinas que estão em maior concentração nos frutos do que nas folhas do tomate estão α -tomatina, rutina e dehydrotomatina (Kennedy, 2003; Kozukue et al., 2004). Além disto, os frutos apresentam maior concentração de nutrientes do que as folhas atendendo assim a maior demanda energética de *T. absoluta* no final do estágio larval (Gary et al., 1998).

O ataque dos insetos aos frutos causa maior redução na produtividade das culturas do que seu ataque às folhas (Picanço et al., 2007). Assim, deve-se utilizar métodos de controle que reduzam o ataque das pragas aos frutos. Para *T. absoluta* uma das formas deste objetivo ser atingido é se controlar as lagartas antes do terceiro ínstar quando estas ainda não migraram para os frutos. Além disto, as lagartas de *T. absoluta* nos dois ínstars iniciais possivelmente são mais suscetíveis aos métodos de controle (Liu et al., 2002; Wang et al., 2009). Também é muito maior a eficiência de controle das lagartas quando elas estão minando as folhas do que quando elas estão broqueando os frutos (Miranda et al., 2005).

Como *T. absoluta* ataca folhas e frutos pode-se pensar que para se obter variedades resistentes deveria se incorporar fatores de resistência à praga nestes dois órgãos da planta. Porém, este procedimento apresenta limitações já que as toxinas e pelos glandulares que são as principais causas de resistência do tomateiro a *T. absoluta* se incorporados aos frutos os tornaria impróprios ao consumo humano (Friedman, 2004). Entretanto, o fato das lagartas de *T. absoluta* que atacam os frutos serem provenientes principalmente das folhas nos mostra outra alternativa para superação dessa limitação. Assim nas variedades de tomate resistentes a *T. absoluta* deve-se incorporar resistência às folhas da planta reduzindo assim seu ataque aos frutos e não tornando os frutos impróprios a alimentação humana.

A pupação de *T. absoluta* ocorreu na camada superficial do solo, possivelmente, devido a esta localização possibilitar a maior taxa de emergência dos adultos (Murray & Zalucki, 1990; Ellis et al., 2004; Hulthen & Clarke, 2006). A pupação de *T. absoluta* em solo com cobertura morta apresenta proteção contra a dessecação (Ellis et al., 2004; Hulthen & Clarke, 2006) e inimigos naturais (Hou et al., 2006).

A pupação de *T. absoluta* na camada superficial e principalmente em solos com cobertura morta é importante no planejamento de estratégias e táticas de manejo desta praga. Entre as práticas que podem ser usadas no manejo desta praga está o revolvimento do solo e a retirada de resíduos vegetais sobre o solo. Para redução das infestações de *T. absoluta* em novos cultivos deve-se realizar rotação de culturas, incorporação dos restos culturais e tratamento dos tutores já que esta praga também empupa na planta e no tutor.

Espécies de herbívoros especialistas desenvolvem estratégias de forma a se adaptarem à sua planta hospedeira. Dentro deste contexto os herbívoros especialistas tendem a selecionar partes da planta onde é melhor o seu desempenho biológico (Bernays, 2001; Städler & Reifenrath, 2009). Assim o

fato de *T. absoluta* ovipositar e suas lagartas se movimentarem para as partes da planta onde é maior o seu desempenho biológico demonstra a grande adaptação deste inseto herbívoro ao tomateiro.

Programas de melhoramento tem buscado cada vez mais a identificação de fontes de resistência e introdução dessas em cultivares comerciais. De acordo com os resultados podemos observar que o ponto mais vulnerável de plantas de tomates são as folhas dos terços apical e mediano, que foi onde *T. absoluta* obteve maior desempenho biológico. Com isso sugere-se que os programas de melhoramento visem melhorar principalmente a resistência dessas partes do dossel à praga em questão, visto que é a partir dessas partes que as lagartas saem para ocasionar danos nos frutos além dessa parte ser a mais fotossinteticamente ativa.

Falhas no controle químico de *T. absoluta* são comuns e normalmente são atribuídas à grande capacidade desta praga a desenvolver resistência a inseticidas (Silva et al., 2011). No entanto a movimentação pode estar entre os fatores que levam a falha do controle desta praga, uma vez que as pulverizações podem estar sendo direcionadas aos locais da planta onde a praga não se encontra. A diminuição da eficiência do controle biológico natural e o efeito da chuva sobre *T. absoluta* em campo é outra vantagem da adaptação dessa praga a plantas de tomate (Bacci, 2006). A movimentação para partes mais apicais reduz a eficiência dos inimigos naturais e da chuva aumentando a performance biológica de *T. absoluta* em campo (Bacci, 2006). Neste trabalho elucidou-se fatores importantes na distribuição e desempenho de *T. absoluta* no tomateiro que são de grande importância no MIP dessa cultura bem como que *T. absoluta* é capaz de identificar os locais onde é maior seu desempenho biológico tanto nas fase de larva quanto adulta.

CONCLUSÕES

Tuta absoluta prefere ovipositar principalmente no limbo foliar em ambas as faces da folha. As lagartas de primeiro ínstar permanecem no local de oviposição enquanto que as lagartas a partir do segundo ínstar se movimentam para folhas mais apicais a medida que a planta e o inseto se desenvolvem. As lagartas que atacam os frutos são provenientes principalmente das folhas. A movimentação para frutos ocorre quando as lagartas atingem o terceiro ínstar. A pupação de *T. absoluta* ocorre na camada superficial do solo em solos principalmente quando há cobertura morta. *T. absoluta* oviposita principalmente nos locais onde é maior seu desempenho biológico. O fato de *T. absoluta* ovipositar e suas lagartas se movimentarem para as partes da planta onde é maior o seu desempenho biológico demonstra a grande adaptação deste inseto herbívoro ao tomateiro

LITERATURA CITADA

- Antônio, A. C.; Silva, D. J. H.; Picanço, M. C.; Santos, N. T.; Fernandes, M. E. S. Tomato plant inheritance of antixenotic resistance to tomato leafminer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.1, p.74-80. 2011.
- Bacci, L. **Fatores determinandes do ataque de Tuta absoluta ao tomateiro**. (Tese de Doutorado). Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. 133 p.
- Bernays, E. A. Neural limitations in phytophagous insects: implications for diet breadth and evolution of host affiliation. **Annual Review of Entomology**, v.46, p.703-727. 2001.
- Coelho, M. C. F. & França, F. H. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.2, p.129-135. 1987.
- Cunningham, J. P. Can mechanism help explain insect host choice? **Journal of Evolutionary Biology**, v.25, n.2, p.244-251. 2012.
- Desneux, N.; Wajnberg, E.; Wyckhuys, K.; Burgio, G.; Arpaia, S.; Narváez-Vasquez, C.; González-Cabrera, J.; Catalán Ruescas, D.; Tabone, E.; Frandon, J.; Pizzol, J.; Poncet, C.; Cabello, T.; Urbaneja, A. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, v.83, n.3, p.197-215. 2010.
- Ellis, J. D.; Hepburn, R.; Luckman, B.; Elzen, P. J. Effects of soil type, moisture, and density on pupation success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). **Environmental Entomology**, v.33, n.4, p.794-798. 2004.
- Faraji, F.; Janssen, A.; Sabelis, M. W. Oviposition patterns in a predatory mite reduce the risk of egg predation caused by prey. **Ecological Entomology**, v.27, n.6, p.660-664. 2002.

- Friedman, M. Analysis of biologically active compounds in potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), and jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. **Journal of Chromatography A**, v.1054, n.1-2, p.143-155. 2004.
- 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**, v.35, p.869-877. 2011.
- Gary, C.; Bertin, N.; Frossard, J.-S.; Le Bot, J. High mineral contents explain the low construction cost of leaves, stems and fruits of tomato plants. **Journal of Experimental Botany**, v.49, n.318, p.49-57. 1998.
- Hou, B.; Xie, Q.; Zhang, R. Depth of pupation and survival of the Oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) pupae at selected soil moistures. **Applied Entomology and Zoology**, v.41, n.3, p.515-520. 2006.
- Hulthen, A. D. & Clarke, A. R. The influence of soil type and moisture on pupal survival of *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). **Australian Journal of Entomology**, v.45, n.1, p.16-19. 2006.
- Irvin, N. A. & Hoddle, M. S. Oviposition preference of *Homalodisca coagulata* for two citrus limon cultivars and influence of host plant on parasitism by *Gonatocerus ashmeadi* and *G. triguttatus* (Hymenoptera: Mymaridae). **Florida Entomologist**, v.87, n.4, p.504-510. 2004.
- Johnson, M. T. J. Evolutionary ecology of plant defences against herbivores. **Functional Ecology**, v.25, n.2, p.305-311. 2011.
- Kennedy, G. G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. **Annual Review of Entomology**, v.48, p.51-72. 2003.
- Kozukue, N.; Han, J.-S.; Lee, K.-R.; Friedman, M. Dehydrotomatine and α -Tomatine content in tomato fruits and vegetative plant tissues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.7, p.2079-2083. 2004.
- Leite, G. L. D.; Picanço, M.; Guedes, R. N. C.; Zanuncio, J. C. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae**, v.89, n.2, p.103-113. 2001.
- Leite, G. L. D.; Picanço, M. C.; Azevedo, A. A.; Zurita, Y.; Marquini, F. Oviposición y mortalidad de *Tuta absoluta* en *Lycopersicon hirsutum*. **Manejo Integrado de Pragas**, v.22, n.1, p.26-34. 1998.
- Lim, P. O.; Kim, H. J.; Gil Nam, H. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p.115-136. 2007.

- Liu, T. X.; Sparks, A. N. J.; Chen, W.; Liang, G.; Brister, C. Toxicity, persistence, and efficacy of indoxacarb on Cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) on cabbage. **Journal of Economic Entomology**, v.95, n.2, p.360-367. 2002.
- Maluf, W.; De Fátima Silva, V.; Das Graças Cardoso, M.; Gomes, L.; Neto, Á.; Maciel, G.; Nízio, D. Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica**, v.176, n.1, p.113-123. 2010.
- Medeiros, M. A. D.; Sujii, E. R.; Morais, H. C. D. Fatores de mortalidade na fase de ovo de *Tuta absoluta* em sistemas de produção orgânica e convencional de tomate. **Bragantia**, v.70, n.1, p.72-80. 2011.
- Miranda, M. M. M.; Picanço, M.; Zanuncio, J. C.; Guedes, R. N. C. Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biocontrol Science and Technology**, v.8, n.4, p.597-606. 1998.
- Miranda, M. M. M.; Picanço, M. C.; Zanuncio, J. C.; Bacci, L.; Silva, É. M. D. Impact of integrated pest management on the population of leafminers, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.204-208. 2005.
- Murray, D. A. H. & Zalucki, M. P. Effect of soil moisture and simulated rainfall on pupal survival and moth emergence of *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) and *H. Armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v.29, n.3, p.193-197. 1990.
- 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**, v.78, n.1, p.90-93. 1985.
- Pereira, E. J. G.; Picanço, M. C.; Bacci, L.; Della Lucia, T. M. C.; Silva, E. M.; Fernandes, F. L. Natural mortality factors of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera : Lyonetiidae) on *Coffea arabica*. **Biocontrol Science and Technology**, v.17, n.5-6, p.441-455. 2007.
- Picanço, M. C.; Bacci, L.; Crespo, A. L. B.; Miranda, M. M. M.; Martins, J. C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v.9, n.4, p.327-335. 2007.
- Rajapakse, C. N. K.; Walter, G. H.; Moore, C. J.; Hull, C. D.; Cribb, B. W. Host recognition by a polyphagous lepidopteran (*Helicoverpa armigera*): primary host plants, host produced volatiles and neurosensory stimulation. **Physiological Entomology**, v.31, n.3, p.270-277. 2006.
- Renwick, J. A. A. & Chew, F. S. Oviposition behavior in lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.39, n.1, p.377-400. 1994.

- Robert, C. A. M.; Veyrat, N.; Glauser, G.; Marti, G.; Doyen, G. R.; Villard, N.; Gaillard, M. D. P.; Köllner, T. G.; Giron, D.; Body, M.; Babst, B. A.; Ferrieri, R. A.; Turlings, T. C. J.; Erb, M. A specialist root herbivore exploits defensive metabolites to locate nutritious tissues. **Ecology Letters**, v.15, n.1, p.55-64. 2012.
- Silva, D. J. H. & Vale, F. X. R. **Tomate: tecnologia e produção**. Viçosa: UFV. 2007. 355 p.
- Silva, G. A.; Picanço, M. C.; Bacci, L.; Crespo, A. L. B.; Rosado, J. F.; Guedes, R. N. C. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, v.67, n.8, p.913-920. 2011.
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. **Ecological methods, with particular reference to the study of insect populations**: Oxford: Blackwell Science. 2000
- Städler, E. & Reifenrath, K. Glucosinolates on the leaf surface perceived by insect herbivores: review of ambiguous results and new investigations. **Phytochemistry Reviews**, v.8, n.1, p.207-225. 2009.
- Thompson, J. N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.47, n.1, p.3-14. 1988.
- Thompson, J. N. & Pellmyr, O. Evolution of oviposition behavior and host preference in lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.36, n.1, p.65-89. 1991.
- Wang, D.; Gong, P. Y.; Li, M. Q., X.H.; Wang, K. Y. Sublethal effects of spinosad on survival, growth and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, v.65, n.2, p.223-227. 2009.
- Zalucki, M. P.; Clarke, A. R.; Malcolm, S. B. Ecology and behavior of first instar larval lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.47, n.1, p.361-393. 2002.