



DIEGO BASTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO E TABELA DE VIDA DE
FERTILIDADE DE *Tuta absoluta* (Meyrick)
(Lepidoptera: Gelechiidae) EM REGIME DE
TEMPERATURAS CONSTANTE E
ALTERNANTE EM DOIS CULTIVARES DE
TOMATE**

LAVRAS – MG

2012

DIEGO BASTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE
Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) EM REGIME DE
TEMPERATURAS CONSTANTE E ALTERNANTE EM DOIS
CULTIVARES DE TOMATE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Vanda Helena Paes Bueno

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Silva, Diego Bastos.

Desenvolvimento e tabela de vida de fertilidade de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em regime de temperaturas constante e alternante em dois cultivares de tomate / Diego Bastos Silva. – Lavras : UFLA, 2012.

75 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.
Orientador: Vanda Helena Paes Bueno.
Bibliografia.

1. Crescimento populacional. 2. Resistência de plantas. 3. Traçado-tomateiro. 4. Controle. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.781043

DIEGO BASTOS SILVA

**DESENVOLVIMENTO E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE
Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) EM REGIME DE
TEMPERATURAS CONSTANTE E ALTERNANTE EM DOIS
CULTIVARES DE TOMATE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 14 de fevereiro de 2012

Prof. Joop C. van Lenteren

Wageningen University – Holanda

Alexander Machado Auad

Embrapa

Dra. Vanda Helena Paes Bueno

Orientadora

Lavras – MG

2012

DEDICATÓRIA

A Deus, sempre iluminando meus caminhos.

Aos meus pais, Edmilson e Regina; minha irmã, Débora e minha namorada,
Talita, pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e credibilidade em todos os
obstáculos que tenho superado em minha vida

A todos meus familiares e amigos que estão sempre ao meu lado, dando apoio e
também pelos momentos de descontração.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade para a realização do mestrado.

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

À professora Vanda Helena Paes Bueno, pela orientação, amizade, confiança e atenção durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca de dissertação, Dr. Joop C. van Lenteren, Dr Alexander Machado Auad, pelas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

Ao professor Dr. Wilson Roberto Maluf (DAG/UFLA), pela gentileza em fornecer material utilizado nos experimentos.

Aos doutorandos Juracy e Pablo e aos estagiários Luiza Santiago e Luis Henrique, pela amizade, disponibilidade na execução e análises dos experimentos e, principalmente, pela ótima convivência no dia a dia.

Aos demais amigos do Laboratório de Controle Biológico, Livia, Flávio, e Ana Maria, pelo apoio.

Aos amigos e colegas de curso, Valéria, Vinícius, Priscylla, Francisco, Daniela, Fernanda, Ana Luiza, Rafael e Cristiane, pela convivência e bons momentos.

Ao Dr. Rogério Silva e Dra. Alessandra C. Silva, pela amizade e ensinamentos que foram essenciais na minha formação acadêmica.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Elaine, Nazaré, Viviane, Léa, Lisiane, Júlio e Irene, pela amizade, convivência e auxílio na condução dos experimentos.

Enfim, aos meus familiares e todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!!!

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem, ou que seus planos nunca vão dar certo....
....Quem acredita sempre alcança”

Renato Russo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	10
GENERAL ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO 2: Desenvolvimento, sobrevivência e razão sexual de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em regime de temperaturas constante e alternante em dois cultivares de tomate.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1 Obtenção de plantas e definição das temperaturas.....	22
2.2 Criação de manutenção de <i>T. absoluta</i>.....	24
2.3 Desenvolvimento e sobrevivência de <i>T. absoluta</i>.....	24
2.3.1 Fase de ovo.....	24

2.3.2	Fase de lagarta.....	25
2.3.3	Fase de pupa.....	26
2.4	Análise dos dados.....	27
3	RESULTADOS.....	27
3.1	Ovo.....	27
3.2	Lagarta.....	28
3.3	Pupa.....	28
3.4	Razão sexual.....	29
4	DISCUSSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS.....	35
	ANEXOS.....	40
	CAPÍTULO 3: Reprodução e taxa intrínseca de aumento de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em regime de temperaturas constante e alternante em dois cultivares de tomate.....	46
1	INTRODUÇÃO.....	48
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
2.1	Obtenção de plantas e definição das temperaturas.....	50
2.2	Criação de Manutenção de <i>T. absoluta</i>	51
2.3	Efeitos dos cultivares e da temperatura na reprodução de <i>T. absoluta</i>	51
2.4	Tabela de vida de fertilidade.....	53
2.5	Análise dos dados.....	53
3	RESULTADOS.....	54
4	DISCUSSÃO.....	57
	REFERÊNCIAS.....	65
	ANEXOS.....	71

RESUMO GERAL

Regimes de temperatura alternantes e constantes, bem como componentes químicos presentes em cultivares de tomate, podem influenciar os parâmetros biológicos de insetos praga e, conseqüentemente, o sucesso de programas de manejo integrado de pragas. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento, bem como os parâmetros de crescimento populacional, de *T. absoluta* sobre temperaturas constante (25 °C) e alternante (30/20 °C), em duas cultivares de tomate. Os experimentos foram conduzidos com as cultivares Bravo e Tex 317, em câmaras climatizadas, a 25 °C e 30/20 °C, fotofase de 12 horas e UR de 70±10%. Foram avaliados a biologia e os parâmetros de crescimento populacional de *T. absoluta*. A sobrevivência dos ovos foi menor em 'Tex 317', em ambas as temperaturas; lagartas de primeiro instar, provenientes dessa cultivar, apresentaram maior tempo de desenvolvimento e a sobrevivência larval foi também afetada pelo mesmo cultivar. As pupas, macho e fêmea, e a razão sexual foram influenciadas pela temperatura, com maior desenvolvimento e maior número de fêmeas, a 30/20 °C. Os resultados evidenciam que a cultivar Tex 317 mostrou mecanismo de resistência a *T. absoluta* em conjunto com a temperatura alternante 30/20 °C. Para os parâmetros de crescimento populacional de *T. absoluta*, período de oviposição foi menor em 'Bravo' a 25 °C, com duração de 10,87 dias. O número total de ovos/fêmea variou de 153,93 a 200,73 ovos. O período pós-reprodutivo foi menor no cultivar Bravo, a 30/20 °C (2 dias). Fêmeas desenvolvidas em 'Tex

317', independente da temperatura, apresentaram maior longevidade. Machos mantidos em 'Tex 317', a 25 °C, apresentaram maior longevidade (21,07 dias). A taxa líquida de reprodução (R_0) foi maior em 'Bravo' (59,4 e 68,2 fêmeas), a 30/20 °C e a 25 °C, respectivamente. A taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) foi menor (0,127 fêmeas/fêmeas/dia) em 'Tex 317' a 30/20 °C. Também sob esta mesma cultivar e temperatura, *T. absoluta* apresentou razão finita de aumento (λ) menor (1,136) em relação a 25 °C e à cultivar Bravo, a 25 e 30/20 °C. O intervalo médio entre as gerações (T) foi menor em 'Tex 317' a 25 °C e o tempo de duplicação da população (TD) foi maior, na mesma cultivar, a 30/20 °C. A cultivar Tex 317, mantida em temperatura alternante, é um eficiente método alternativo para o manejo de *T. absoluta*, principalmente em cultivos de tomate mantidos em casas de vegetação, onde a alternância de temperatura diurna e noturna é mais acentuada.

Palavras-chave: Resistência de plantas. *Tuta absoluta*. Crescimento populacional.

GENERAL ABSTRACT

Alternating and constant temperature as well as chemical components present in tomato cultivars may affect the biological parameters of insect pests, and thus the success of programs of integrated pest management. The aim of this study was to evaluate the development and population growth parameters of *T. absoluta* in constant (25°C) and alternating (30/20°C) temperatures in two cultivars of tomato. The development and survival of *T. absoluta* in the phases of egg, caterpillar and pupae and the sex ratio were evaluated. The egg survival was lower in Tex 317 cv. at both temperatures; the first instar caterpillars fed on Tex 317 cv. showed longer developmental time and the larval survival was also affected by the same cultivar. The male and female pupae and the sex ratio were affected by the temperature, with longer development and higher number of females at 30/20°C. The results demonstrated that the cultivar Tex 317 showed resistance mechanism to *T. absoluta* together with the alternating temperature 30/20°C regime. The oviposition period was lower at Bravo cv. at 25°C with duration of 10.87 days. The total number of eggs/female ranged from 153.93 to 200.73 eggs in all treatments. The post-reproductive period was lower in the cultivar Bravo at 30/20°C (2 days). Females originate from caterpillars fed on cultivar Tex 317, independent of the temperature to which they were exposed, had longer longevity (22.67 and 21.53 days) at 25°C and 30/20°C, respectively. The males showed longer longevity (21.07 days) on cultivar Tex 317 at 25°C. The net reproductive rate (R_0) was higher in Bravo cv., with an increase of 59.4 and 68.2 females at 30/20°C and 25°C respectively. The intrinsic rate of increase (r_m) was lower (0.127 females/female/day) in the cultivar Tex 317 at 30/20°C. *T. absoluta* presented finite rate of increase (λ) lower (1.136) at 30/20°C on Tex

317 compared to 25°C, and to on the cultivar Bravo at 25 and 30/20°C. The average time between generations (T) was lower in Tex 317 at 25°C (24.5 days) and the population doubling time (TD) was higher in Tex 317 cv. at 30/20°C (5.42 days). The cultivar Tex 317 kept on alternating temperature is an efficient method for the integrated management of *T. absoluta*, mainly in tomato crops under greenhouses, where the alternating diurnal and night temperatures is more stressed.

Keywords: Plant resistance. *Tuta absoluta*. Population growth.

CAPÍTULO 1

Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), originário da América do Sul, é cultivado em quase todo o mundo, e com produção global duplicada nos últimos 20 anos. O Brasil ocupa lugar de destaque nesse cenário, tendo, no ano de 2009, a produção sido estimada em 4.214.372 toneladas em 64.554 ha. (Agrianual, 2010). Devido a essa alta produção, alguns problemas fitossanitários são bastante conhecidos por exigirem grande número de aplicações de defensivos durante todo o ciclo de cultivo e assim reduzir significativamente o seu rendimento, tanto no Brasil quanto no mundo.

Um dos principais problemas da cultura é a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae), a qual, em altas infestações, pode destruir até 90% da área foliar. Foi relatada, pela primeira vez no Brasil, na década de 1980, nos estados do Paraná e Minas Gerais, entre outros (Morais e Normanha Filho 1982; Torres et al., 2001). Atualmente, se encontra disseminada por praticamente todas as regiões produtoras de tomate no país.

Este microlepdóptero tem distribuição neotropical e hábito minador de folhas, frutos, flores, gomos e caules. Apresenta grande potencial destrutivo, podendo atacar órgãos da planta em qualquer estágio de desenvolvimento (Souza e Reis, 2003). O dano é produzido quando a larva se alimenta do mesofilo foliar, afetando a capacidade fotossintética com consequente redução da produção e, além disso, as injúrias feitas diretamente nos frutos provocam graves prejuízos (Colomo e Berta 1995).

T. absoluta é multivoltina e seus parâmetros populacionais sugerem que ela seja um estrategista r (Pereyra e Sánchez, 2006). A duração do ciclo de vida depende das variações ambientais, em particular a temperatura, com média de

desenvolvimento variando de 76,3 dias, a 14 °C, a 23,8 dias, a 27 °C (Barrientos et al. 1998). O período larval varia, de 10,95; 13,0 e 19,17 dias, sob temperaturas médias de 27 °C, 22 °C e 18 °C, respectivamente. (Coelho e França, 1987; Haji et al., 1988; Imenes et al., 1990). O estágio de pupa dura cerca de oito dias e pode se desenvolver dentro da própria lesão ou no solo e os adultos podem sobreviver de 7,5 a 36,47 dias, sendo que as fêmeas vivem mais que os machos (Imenes et al., 1990). As fêmeas só acasalam uma vez por dia e são capazes de copular até seis vezes durante a sua vida. Até sete dias, após o seu primeiro acasalamento, as fêmeas colocam 76% dos seus ovos, chegando até 260 ovos/fêmea (Uchôa-Fernandes et al. 1995). Na América do Sul, quando há alimento disponível, ela pode ter de 10 a 12 gerações por ano (Desneux et al., 2010).

No que se refere às práticas adotadas para minimização dos danos dessa praga à cultura do tomateiro, o controle químico por meio de aplicações sucessivas de inseticidas é a principal, chegando, em alguns casos, a elevados números de pulverizações por cultivo (Latorraca, 2008). Apesar disso, na maioria das vezes, não se tem obtido a eficácia desejada devido à seleção de populações resistentes aos princípios ativos empregados e à eliminação de populações de inimigos naturais da traça (Thomazini, 2001).

Junto ao controle químico, é possível reduzir populações de *T. absoluta* com cultivares de tomate resistente. Existem diversos trabalhos, principalmente quanto à busca de cultivares resistentes de *Lycopersicon* spp. (Bahamondes e Mallea, 1969; Coelho e França, 1987; Angel, 1988; Haji et al., 1988; Fernandez e Montagne, 1990; Imenes et al., 1990). Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos das cultivares de *L. esculentum* sobre esse inseto.

As plantas utilizadas como hospedeiras por insetos herbívoros possuem diferentes padrões, os quais estão relacionados a diferenças fisiológicas, morfológicas, defesas químicas e físicas, implicando em posteriores diferenças

na história de vida desses organismos (Singer et al. 2004). Também, a qualidade e a quantidade de alimento consumido pelos mesmos afetam o crescimento, a sobrevivência, a fecundidade e, conseqüentemente, seu crescimento populacional. Particularmente estes parâmetros populacionais, os quais afetam a capacidade potencial de crescimento taxa de crescimento intrínseco, taxa líquida de reprodução e tempo de geração, estão relacionados com a adequação ao alimento a ser consumido (Sauvion et al. 2005; Pereyra e Sánchez, 2006).

Controle de *T. absoluta* também pode ser feito com uso de inimigos naturais (Desneaux, 2010) e, hoje em dia, sabe-se que a combinação de plantas resistentes e o controle biológico podem controlar diversos insetos praga. No entanto, é importante avaliar a resistência de plantas de tomate a *T. absoluta*, mesmo se a resistência for somente parcial.

Assim, considerando os aspectos negativos do uso exclusivo do controle químico, e o pouco conhecimento de possíveis plantas resistentes à *T. absoluta*, um outro alicerce para muitos pesquisadores tem sido a busca de outras estratégias de controle para essa praga, principalmente dentro dos preceitos do manejo integrado de pragas (MIP). Embora existam diversos trabalhos com esta praga, a literatura relacionada aos aspectos biológicos e populacionais é bastante antiga. Assim, estudos com novas populações de *T. absoluta*, avaliando-se os efeitos de grupos comerciais de *L. esculentum* resistentes sobre o desenvolvimento e padrões populacionais, proporcionarão um embasamento inicial para a adoção de medidas que reduzam os problemas causados pela praga. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento bem como os parâmetros de crescimento populacional de *T. absoluta* em cultivares de tomate sob temperaturas constante e alternante.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. FNP. Consultoria e comércio. **Anuário da Agricultura Brasileira**, 2010.
- ANGEL, R.V. Reconocimiento, identificación y biología de especies de Gelechiidae (Lepidoptera) em plantas solanaceas del departamento de antioquia: I. *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick). **Revista Colombiana de Entomología**, n.14 v.2 p.25-32, 1988.
- BAHAMONDES, L.A.; MALLEA, A.R. Biología en Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Povolny (Lepidoptera - Gelechiidae), especie nueva para La Republica Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, n.15 v.1 p.96-104, 1969.
- BARRIENTOS ZR, et al. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ciencia e Investigación Agraria** n.251 p.33-137, 1998
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. Biología, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.22, n.2, p.129-135, 1987.
- COLOMO, M.V.; BERTA, D.C. Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. **Acta Zoologica Lilloana** n. 43 p.165-177, 1995.
- DESNEUX, N. A. et al. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, 2010.
- FERNANDEZ, S.; MONTAGNE, A. Biología Del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, n.5 v.12 p.89-99, 1990.
- HAJI, F. N. P. et al. Biología da traça do tomateiro sob condições de laboratorio. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** v.23 n.2 p.107-111, 1988.
- _____. Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.1 p.7-14, 1998.

IMENES, S.D.L.; et al. Aspectos biológicos e comportamentais da traça-do-tomateiro *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera-Gelechiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.57, n.1/2, p.63-68, 1990.

LATORRACA A, et al. Agrotóxicos utilizados na produção do tomate em Goiânia e Goianópolis e efeitos na saúde humana. Com. **Ciências Saúde** v.19 p.365-374, 2008.

MORAIS, G.J., NORMANHA FILHO, J.A. Surto de *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) em tomateiro no trópico semi-árido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** n.7 p.503-504, 1982.

PEREYRA, P.C.; SANCHEZ, N.E. Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** v.35 p.671-676, 2006.

SAUVION, S., et al. Impact of melon accessions resistant to aphids on the demographic potential of silverleaf whitefly. **Journal Economical Entomology**. n. 98 p. 557-567, 2005.

SINGER, M.S. et al. Roles of food quality and enemy-free space in host use by a generalist insect herbivore. **Ecology** v.85 p.2747-2753, 2004.

SOUZA, J.C. E REIS, P.R.. Principais pragas do tomate para mesa: Bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**. n. 24 p. 79-92, 2003.

THOMAZINI, A. P. B. et al. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** v.30 n.2 p.283-288, 2001.

TORRES, J.B., FARIA, C.A EVANGELISTA W.S.; PRATISSOLI, D. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. **Integrate Journal Pest Management**. n.47 p.173-178, 2001.

UCHÔA-FERNANDES M.A.; DELLA LUCIA T.M.C.; VILELA E.F. Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:

Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil** n. 24 p. 159–164, 1995.

CAPÍTULO 2

Desenvolvimento e sobrevivência e razão sexual de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em regime de temperaturas constante e alternante, em dois cultivares de tomate

RESUMO

A compreensão da relação existente entre as variações de temperatura e cultivares, quanto ao desenvolvimento e à sobrevivência de um inseto praga, é essencial para avaliar sua dinâmica populacional, interação com a planta e possibilidades de manejo. A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick), originária da América do Sul, tem agora se expandido pela Europa e norte da África. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e a sobrevivência de *T. absoluta* em regimes de temperatura constante e alternante (diurna/noturna), em dois cultivares de tomateiro. Os experimentos foram conduzidos nas cultivares Bravo e Tex 317, em câmaras climatizadas, a 25 °C e a 30/20 °C, fotofase de 12 horas e UR de 70±10%. Foram avaliados o desenvolvimento e a sobrevivência de *T. absoluta* nas fases de ovo, lagarta, pupa e determinada a razão sexual. A sobrevivência dos ovos foi menor em 'Tex 317', em ambas as temperaturas; lagartas de primeiro instar, provenientes desse cultivar, apresentaram maior tempo de desenvolvimento e a sobrevivência larval foi também afetada pela mesma cultivar. As pupas, macho e fêmea, e a razão sexual foram influenciadas pela temperatura, com maior desenvolvimento e maior número de fêmeas a 30/20 °C. A baixa viabilidade embrionária e o alongamento da fase imatura evidenciam que a cultivar Tex 317 mostrou mecanismo de resistência a *T. absoluta*, em conjunto com a temperatura alternante 30/20 °C. A atuação conjunta do regime de temperatura alternante e cultivar resistente são importantes para o manejo de *T. absoluta*, principalmente em cultivos de tomate mantidos em casas de vegetação, onde a alternância de temperatura entre diurna e noturna é mais acentuada.

Palavras-chave: Desenvolvimento larval. Resistência de plantas. Razão sexual.

ABSTRACT

The understanding of the relationship between variation of the temperature and cultivars concerned to developmental time and survival of a pest is essential to evaluate its population dynamic, the interaction with the host plant and possibilities of pest management. The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) origins from South America, has actually expanded to Europe and Africa. The aim of this study was to evaluate the developmental time and survival of *T. absoluta* kept in tomato cultivars, under constant and alternating temperature (day/night) regime. The experiments were carried out on cultivars Bravo and Tex 317 in a climatic chamber at 25° C and 30/20°C, 12h photophase and RH 70 ± 10%. The development and survival of *T. absoluta* in the phases of egg, caterpillar and pupae and the sex ratio were evaluated. The egg survival was lower in Tex 317 cv. at both temperatures; the first instar caterpillars fed on Tex 317 cv. showed longer developmental time and the larval survival was also affected by the same cultivar. The male and female pupae and the sex ratio were affected by the temperature, with longer development and higher number of females at 30/20°C. The results demonstrated that the cultivar Tex 317 showed resistance mechanism to *T. absoluta* together with the alternating temperature 30/20°C regime. The joint action of alternating temperature and resistant cultivar are important for the integrated management of *T. absoluta*, mainly in tomato crops under greenhouses, where the alternating diurnal and night temperatures is more stressed.

Keywords: Developmental time. Plant resistance. Sex ratio.

1 INTRODUÇÃO

A traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) representa um sério problema ao cultivo do tomate, não somente pela intensidade de ataque, mas também por sua ocorrência durante todo o ciclo da cultura. O controle desta praga é feito quase que exclusivamente por meio do uso de inseticidas, ocasionando gastos elevados, intoxicações de produtores e de consumidores por resíduos e a contaminação do ambiente (Souza e Reis, 1992; Siqueira et al. 2000). Além disso, na maioria das vezes, não se tem obtido a eficácia desejada, devido à seleção de populações resistentes aos princípios ativos empregados e à eliminação de populações de inimigos naturais de *T. absoluta* (Thomazini, 2001).

Considerando os aspectos negativos desse uso exclusivo do controle químico, muitos pesquisadores têm se preocupado com a busca de outras formas de controle para essa praga, como a resistência de plantas e o controle biológico. A obtenção de cultivares com resistência genética é uma estratégia importante a ser considerada e é um dos pilares fundamentais do manejo integrado de pragas (Giustolin et al., 2002), podendo contribuir e ou reduzir populações de pragas por meio da expressão de um tipo de resistência a mesmas.

Algumas variedades de *L. esculentum* Miller apresentam resistência a *T. absoluta* (Eigenbrode e Trumble, 1993) e essa resistência se deve, em alguns casos, aos tricomas glandulares, principalmente os do tipo VI, que contêm o composto metil cetona 2 tridecanona (2TD) e/ou acilalúcares, acilglicosés presentes na lamela foliar da planta do tomateiro. Este grupo de fitoquímicos pode atuar impedindo a oviposição, a alimentação ou, ainda, exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases de um inseto (Goffreda et al., 1989; Resende et al., 2002; 2006; 2008; Maciel, 2011). Além disso, características físicas (espessura da camada cuticular) e químicas dos frutos e

hábito de crescimento também podem influenciar na resistência de *L. esculentum* a pragas (Juvik e Stevens, 1982; Leite et al., 2003).`

Maciel et al. (2011) avaliaram híbridos de tomateiro quanto à resistência por não preferência ou antixenose a *T. absoluta* a partir da linhagem Tom-687, rica em acilaçúcares. Entretanto, alguns genótipos não expressaram esse tipo de resistência. É possível que estes mesmos genótipos possam apresentar outro tipo de resistência, como por exemplo, a antibiose. Esta se caracteriza pelo efeito adverso da planta sobre o inseto, podendo provocar alterações no desenvolvimento, na emergência, na razão sexual, na fecundidade e na longevidade, assim como mortalidade de formas jovens e redução no tamanho e no peso dos indivíduos (Picanço et al., 1995; Suinanga et al., 2004).

Por outro lado, a ocorrência de resistência, em que o estado fisiológico e a morfologia da planta hospedeira determinarão sua resistência (Bethke et al., 1998), também pode ser afetado pelas mudanças da temperatura (Kocourek et al., 1994). Segundo Dixon (1987), uma mudança na temperatura resulta em alteração no tempo de desenvolvimento, bem como na sobrevivência dos insetos.

Assim, a temperatura é um fator importante a ser considerado em termos do desenvolvimento do inseto, a qual influencia diretamente por meio da velocidade de desenvolvimento e indiretamente por meio do alimento. Variações na temperatura podem ser fatores desencadeadores de estresse que tendem a afetar os processos biológicos, principalmente quando existem variações de temperatura, durante 24 horas por dia (Beck, 1983) e ou alternância diurna/noturna, como no ambiente natural. Portanto, o desenvolvimento de imaturos pode ocorrer em resposta a mudanças em seu ambiente e quanto à planta hospedeira, já que variações na temperatura podem promover alterações na fitofagia de artrópodes relacionada a plantas, modificar a natureza fenotípica

das plantas e, conseqüentemente, sua qualidade como recurso alimentar (Karban e Baldwin, 1997; Pigliucci, 2005).

A compreensão da relação existente entre as variações de temperatura e cultivares quanto ao desenvolvimento e à sobrevivência de um inseto praga é essencial para avaliar sua dinâmica populacional e a sua interação com a planta, o predador e ou parasitoide, o que vai inferir em termos do seu manejo e também na aplicação de controle biológico. O estudo destes fatores em conjunto tem importância não somente para decifrar aspectos da interação inseto-planta, mas também no manejo integrado de pragas, por meio da obtenção de variedades agrônômicas menos suscetíveis (Fernandes et al., 2001) e de possibilidades de interação com inimigos naturais e promovendo o controle biológico.

Dessa forma, a busca de resistência em cultivares comercial de tomateiro, aliada ao conhecimento do desenvolvimento de *T. absoluta* em regime de temperatura constante e alternante, pode levar a uma interação positiva quanto ao manejo desta praga. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento, a sobrevivência e a razão sexual de *T. absoluta* em regimes de temperatura constante e alternante em dois cultivares de tomateiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção de plantas e definição das temperaturas

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras, MG, Brasil.

As sementes de tomate foram fornecidas pela empresa Hortiagro Sementes Ltda., localizada no município de Ijaci, MG. Como o estudo foi

realizado com um inseto herbívoro (*T. absoluta*), pertencente ao segundo nível trófico, o solo utilizado para o plantio de tomate foi submetido a uma análise laboratorial, para que todas as plantas utilizadas no experimento estivessem com o mesmo valor nutricional. Foi feita correção do PH com calcário e a adubação foi realizada de acordo com a 5ª aproximação (Ribeiro et al., 1999). Para cada vaso, foram utilizados 200 g do formulado 4-14-8 e 3,35 g de calcário, o que representa, aproximadamente, 10% da dose de potássio e nitrogênio e 70% da dose necessária de fósforo.

Foram escolhidas as cultivares de tomateiro Bravo e Tex 317 (ambas do grupo Santa Cruz), em função das componentes fitoquímicos presentes nas folhas. A cultivar Bravo (comercial) tem baixos teores de açúcares; já a cultivar Tex 317 (pré-comercial) é um genótipo melhorado a partir do cruzamento da linhagem Tom-687 com o híbrido Tex 317, os quais apresentam elevados teores de açúcares, além de uma gama de resistências presumidas a diversos insetos praga, dentre estes, *T. absoluta* (Maciel et al., 2011).

O regime de temperatura constante e alternantes utilizado no experimento foi definido tomando-se em conta as temperaturas médias da região centro-oeste, aquela que tem a maior produção de tomate no Brasil (Agrianual, 2010), o que correspondeu a uma temperatura média diurna (30 °C) e noturna (20 °C). Assim, foi escolhida a temperatura constante (25 °C), a qual correspondeu à temperatura média daquela alternante escolhida (30/20 °C).

Os experimentos foram conduzidos em câmaras climatizadas, sendo a temperatura constante (25 °C) associada com fotofase de 12 horas e a temperatura alternante, diurna (30 °C), associada com fotofase de 12 horas e a noturna (20 °C), com escotofase. Em ambas as temperaturas, constante e alternante, a UR foi de 70±10%. Foram conduzidos quatro tratamentos: cultivar Bravo, a 25 °C e a 30/20 °C e cultivar Tex 317, a 25 °C e a 30/20 °C.

2.2 Criação de manutenção de *T. absoluta*

Ovos, lagartas e pupas de *T. absoluta* foram coletados em cultivos de tomateiro presentes no campus da UFLA e em cultivos comerciais, e transferidos para o Laboratório de Controle Biológico no Departamento de Entomologia da UFLA. Este material foi observado até a emergência dos adultos de *T. absoluta*, quando foi dado início à sua criação de manutenção. Foram realizadas duas criações de manutenção, ambas em gaiola de acrílico (60x30x30 cm), em câmara climatizada (Fitotron), sob a temperatura de 25 ± 2 °C, UR $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Uma criação foi conduzida com plantas de tomate, cultivar Bravo e outra com a cultivar Tex 317. A partir de indivíduos da segunda geração, mantidos em ambas as criações de manutenção, foram obtidos os ovos de *T. absoluta* para o início dos experimentos, com os respectivas cultivares e as temperaturas.

2.3 Desenvolvimento e sobrevivência de *T. absoluta*

2.3.1 Fase de ovo

Para a avaliação da fase embrionária, casais de *T. absoluta* provenientes de cada cultivar foram acondicionados em copo de acrílico transparente (6,5 cm de altura, 8,0 cm de diâmetro) posicionado sobre uma placa de Petri (10 cm de diâmetro), contendo um folíolo da cultivar Bravo ou da Tex 317, com o pecíolo inserido em um tubo eppendorf com água destilada e fixo em um cubo de isopor (Figura 1). Os folíolos foram usados como substrato de oviposição. Na região superior do copo, foram adicionadas duas gotículas de mel, as quais serviram como alimento para *T. absoluta*. Esta metodologia foi adaptada de Giustolin e Vendramim (1994).

Para a determinação do período embrionário e da viabilidade dos ovos, depois de manter os casais de *T. absoluta* por 24 horas dentro do copo, foi retirado o excesso de ovos presentes nos folíolos, com o auxílio de um pincel de ponta fina e mantido um número de 10 ovos por folíolo. Esses folíolos contendo os ovos recém-colocados foram envoltos em algodão umedecido com água destilada e colocados em placas de Petri (Ø 9 cm) contendo, em sua base, um disco de papel de filtro para absorver o excesso de umidade, e que foram vedadas com filme PVC. A contagem de lagartas eclodidas foi feita diariamente. Foram realizadas 10 repetições nas cultivares Bravo e Tex 317, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C (n=100).



FIGURA 1 Esquema para obtenção de ovos de *T. absoluta*.

2.3.2 Fase de lagarta

Folíolos de tomateiro com o pecíolo envolto por algodão umedecido em água destilada, e trocados a cada dois dias ou sempre que necessário, foram acondicionados em placas de Petri (Ø 9 cm). Um disco de papel de filtro para

absorver o excesso de umidade foi colocado no fundo das placas, as quais foram vedadas com filme PVC. Cada placa foi considerada como uma unidade amostral, totalizando 20 placas por cultivar e temperatura avaliada. Em cada folíolo, sob um microscópio estereoscópico e com auxílio de um pincel fino e uma agulha histológica, foram adicionados 20 ovos com três dias de idade de *T. absoluta*, de acordo com metodologia proposta por Bogorni e Carvalho (2006).

Desse total de 20 placas, em cinco delas, todas as lagartas (n=100) foram mantidas até a fase de pupa, para avaliação da sobrevivência larval. Das placas restantes (15 placas com um total de 300 lagartas), foram retiradas, das minas presentes nos folíolos, diariamente, uma lagarta por placa com o auxílio de um estilete de ponta fina. Essas lagartas foram mortas em água quente e mantidas em tubo plástico com álcool 70%. Este procedimento foi realizado desde o início da fase larval até a formação de pupas, para a mensuração das cápsulas cefálicas. Esta medição foi realizada com o auxílio de uma ocular graduada (10 mm/100), acoplada a um microscópio estereoscópico. Por meio da mensuração da cápsula cefálica, foi avaliada a duração dos instares, segundo metodologia de Giustolin et al. (2002). Foram realizadas 15 repetições, (n= 300 lagartas) correspondentes à mensuração da cápsula cefálica e 5 repetições (n=100 lagartas) para avaliação da sobrevivência larval.

2.3.3 Fase de pupa

Vinte e quatro horas após a pupação, as pupas foram pesadas e sexadas, de acordo com metodologia proposta por Coelho e França (1987) e individualizadas em tubo de vidro (8,5 x 2,5 cm) até a emergência dos adultos. O número de pupas avaliadas foi de dez fêmeas e dez machos (n=20). Foi avaliada a razão sexual (n= 50 pupas) para as cultivares Bravo e Tex 317, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C.

2.4 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos compostos por duas cultivares e duas temperaturas (cultivar Bravo a 25 °C e a 30/20 °C e Tex 317 a 25 °C e a 30/20 °C) e as repetições variaram de acordo com a fase de desenvolvimento avaliada, sendo fase de ovo (10 repetições), fase de lagarta (20 repetições), fase de pupa (5 repetições; 10 machos e 10 fêmeas). Os dados relativos ao período embrionário, ao período larval e ao período pupal foram submetidos à análise de variância e, sempre que evidenciada diferença significativa entre as médias, essas foram comparadas, pelo teste de Tukey, a 5%, utilizando-se o software estatístico R Development Core Team (2009). Para a determinação do número de instares, considerou-se a curva multimodal, a sobreposição dos intervalos de confiança ($P < 0,05$) das larguras de cápsulas cefálicas entre os instares sucessivos (Giustolin et al., 2002). A razão sexual foi analisada pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% (Theodorsson-Norheim, 1986).

3 RESULTADOS

3.1 Ovo

Não houve diferença significativa entre temperatura e cultivar no desenvolvimento embrionário de *T. absoluta*, o qual variou de 3,56 a 4,08 dias. No entanto, a viabilidade dos ovos de *T. absoluta* foi significativamente menor ($F = 8,34$; $P = 0,0002$) na cultivar Tex 317, tanto no regime de temperatura constante (69%) quanto no de temperatura alternante (62%) (Tabela 1).

3.2 Lagarta

A partir das curvas de distribuição multimodal de larguras das cápsulas cefálicas de lagartas de *T. absoluta* (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D), foi observada a presença de quatro instares larvais. Houve um aumento na largura das cápsulas cefálicas de acordo com a mudança de esses instares larvais, tanto para lagartas mantidas na cultivar Bravo como na cultivar Tex 317, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C (Tabela 2).

Houve maior tempo de desenvolvimento para lagartas de primeiro instar ($F= 9,32$; $P= 0,0001$) na temperatura alternante (30/20 °C), com duração de 3,20 dias, nas duas cultivares de tomateiro avaliadas. Já para lagartas de 3º instar, alimentadas com folíolos da cultivar Bravo, a 25 °C, observou-se redução significativa ($F= 8,72$; $P= 0,0001$) no tempo de desenvolvimento. Para o 2º e o 4º instares, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 3).

A cultivar Bravo, a 25 °C, foi o mais favorável quanto à nutrição da fase imatura de *T. absoluta*, comparada à cultivar Tex 317 a 30/20 °C. As lagartas apresentaram menor tempo de desenvolvimento (8,91 dias), enquanto aquelas mantidas na cultivar Tex 317, sob a temperatura de 30/20 °C, apresentaram desenvolvimento de 10 dias.

A sobrevivência da fase larval foi afetada negativamente quando mantidas na cultivar Bravo, a 30/20 °C e na cultivar Tex 317, em ambas as temperaturas (30/20 °C e 25 °C), apresentando sobrevivência de 72%, 61% e 70%, respectivamente. Estes valores foram significativamente distintos ao obtido na cultivar Bravo a 25 °C, em que as lagartas apresentaram maior percentual de sobrevivência (98,20%).

3.3 Pupa

O desenvolvimento das pupas macho provenientes de lagartas alimentadas com folíolos da cultivar Tex 317 foi influenciado pela temperatura,

mostrando duração de 6,14 dias, a 25 °C e 7,57 dias, a 30/20 °C. Da mesma forma, as pupas correspondentes a lagartas desenvolvidas na cultivar Bravo sob a temperatura alternante apresentaram maior tempo de desenvolvimento (7,85 dias), quando comparadas às do 'Tex 317' (6,14 dias), na temperatura constante de 25°C (Tabela 4). Dados semelhantes foram observados para as pupas fêmeas quanto às duas cultivares. Entretanto, a temperatura foi o fator que influenciou diretamente o tempo de desenvolvimento de pupas fêmeas, uma vez que, quando analisado quanto às temperaturas constante e alternante na mesma cultivar, o tempo de desenvolvimento foi mais curto a 25 °C, tanto na cultivar Bravo quanto na 'Tex 317' (6,57 e 6 dias, respectivamente) (Tabela 4). A viabilidade pupal de *T. absoluta* em todos os tratamentos foi de 100%.

O peso das pupas, independente do sexo, não foi influenciado pela alimentação das lagartas mantidas nas duas cultivares avaliadas, nem pela temperatura, constante ou alternante, em que foram expostos. Não houve diferença significativa entre os quatro tratamentos para o peso das pupas de *T. absoluta*, o qual variou de 2,8 a 3,11 mg, para os machos e de 3,91 a 4,28 mg, para as fêmeas de *T. absoluta*.

3.4 Razão sexual

A razão sexual de *T. absoluta* foi diretamente influenciada pela temperatura, tendo o número de fêmeas, independente da cultivar, sido maior sob a temperatura alternante (30/20 °C). Nessa temperatura, a razão sexual foi de 0,5 e 0,6, para 'Bravo' e 'Tex 317', respectivamente. À temperatura de 25 °C, a razão sexual foi de 0,4 e 0,3, para 'Bravo' e 'Tex 317', respectivamente (Tabela 5).

4 DISCUSSÃO

O desenvolvimento embrionário de *T. absoluta*, variando de 3,5 a 4,5 dias, foi similar ao mencionado por outros autores (Fernandez e Montagne, 1990; Imenes et al. 1990 e Bogorni e Carvalho, 2006;). Nesse estudo, os ovos de *T. absoluta* provenientes de indivíduos mantidos em cada cultivar avaliada apresentaram viabilidade diretamente influenciada pelo tipo de cultivar, ou seja, ovos colocados por fêmeas mantidas na cultivar Tex 317 apresentaram menor eclosão de lagartas, em ambas as temperaturas (25 °C e 30/20 °C). A menor quantidade de lagartas eclodidas nesta cultivar pode ser devido a uma resistência por antibiose, já que o menor número de ovos eclodidos é, provavelmente, decorrente tanto da ação de substâncias tóxicas (Eigenbrode e Trumble, 1993, Eigenbrode e Trumble, 1994) como de deterrentes alimentares (Channarayapa et al., 1992, Eigenbrode e Trumble 1993). Em alguns insetos, os aleloquímicos sequestrados durante a alimentação passam para os ovos, causando consequências deletérias para os embriões (Gullan e Cranston, 2008). Em adição, o fato de, na cultivar Bravo, ter havido 98% dos ovos eclodidos acentua a possibilidade de ‘Tex 317’ ser resistente a *T. absoluta*.

Alta viabilidade embrionária também foi encontrada em estudos com as cultivares Santa Clara e Empire (Borgoni e Carvalho, 2006). Quando não é verificado nenhum tipo de resistência em plantas, os valores de eclosão de ovos de *T. absoluta*, de forma geral, oscilam entre 75,7% e 95,0% (Imenes et al. 1990; Giustolin e Vendramim, 1994; Giustolin e Vendramim, 1996).

A temperatura influenciou o estágio larval de *T. absoluta*, uma vez que, neste estudo, lagartas de primeiro instar apresentaram maior tempo de desenvolvimento. Na temperatura alternante, quando houve a transferência diária do instar da temperatura de 30 °C (diurna) para 20 °C (noturna), o tempo de desenvolvimento foi prolongado em, pelo menos, 0,8 dias, independente da cultivar avaliado. Possivelmente, lagartas de primeiro instar, devido à sua

pequena massa corpórea, são mais susceptíveis a mudanças ambientais, ou à alternância brusca de temperaturas. Isso foi demonstrado em função de um alongamento no tempo de desenvolvimento do primeiro instar larval. A mudança drástica de temperatura e a exposição do inseto em temperaturas mais baixas afetam, principalmente, o seu desenvolvimento, havendo redução da taxa metabólica e, conseqüentemente, desenvolvimento mais lento em função desse efeito (Roy et al., 2002).

Na cultivar Tex 317 a 25 °C, o tempo médio para a lagarta atingir o quarto instar foi maior do que na cultivar Bravo. Bogorni e Carvalho (2006) também encontraram tempo de desenvolvimento mais prolongado na cultivar Carmem, comparado com a cultivar Bravo, sob a mesma temperatura. A diferença apresentada na duração da fase imatura do inseto, quando submetido a diferentes cultivares, é uma das principais formas de se constatar a resistência (Lara, 1991). Apesar de a cultivar Tex 317 ter prolongado o desenvolvimento de *T. absoluta*, este efeito não foi tão acentuado, a ponto de influenciar o número de instares, que foi de quatro, em todos os tratamentos avaliados.

O aumento na duração larval do inseto pode ser atribuído a mudanças ambientais, bem como à menor eficiência de conversão do alimento digerido, causada pelo desvio de parte dele para degradação de substâncias tóxicas presentes no substrato alimentar, assim caracterizando resistência por antibiose, uma vez que um dos seus efeitos é retardar o desenvolvimento dos insetos, principalmente quanto à duração dos instares, devido à presença de compostos indesejáveis ao seu metabolismo (Baldin et al., 2007). No presente estudo, o desenvolvimento total das lagartas mantidas na cultivar Tex 317 a 30/20 °C foi maior quando comparado ao de lagartas mantidas na cultivar Bravo, a 25 °C. O prolongamento deste estágio é interessante, do ponto de vista dos danos causados por ele, já que haverá tendência de um número menor de gerações da

praga. Além disso, o inseto ficaria exposto por mais tempo ao ataque de inimigos naturais (Brunherotto et al., 2010).

T. absoluta apresentou menor sobrevivência larval na cultivar Tex 317, em comparação àquelas alimentadas na cultivar Bravo, a 25 °C. Genótipos que já conferem resistência a *T. absoluta* mostraram sobrevivência larval semelhante à da cultivar Tex 317 (Thomazini et al., 2001). A menor sobrevivência de larvas de *T. absoluta* na cultivar Tex 317 reforça a hipótese de que a antibiose é o mecanismo envolvido na resistência à *T. absoluta*, provocando alta mortalidade de lagartas por inanição ou ação antibiótica, devido aos compostos químicos presentes nos tricomas glandulares desse material vegetal (Ecole et al., 2000; Maciel et al., 2011). Kennedy e Yamamoto, (1979) consideraram o aleloquímico 2-tridecanona, presente em folíolos de tomateiro, como tóxico para diversas espécies de insetos estudados, como *Helicoverpa zea* (Bod.), *Keiferia lycopersicella* (Wals.), *Aphis gossypii* (Glover) e *Aphis craccivora* (Koch). Resende et al. (2006 e 2008) afirmaram que os acilaçúcares (AA) presentes também em folíolos de tomateiro constituem o principal fator responsável pela resistência do tomateiro a pragas, devido ao altos teores presentes nos mesmos. Genótipos com elevados teores de acilaçúcares estão sendo desenvolvidos em busca de cultivares mais resistentes a *T. absoluta* (Maciel et al., 2001).

O peso, das pupas macho e fêmea, não foram influenciados pela cultivar nem pela temperatura (Tabela 3). Valor similar foi encontrado por Thomazini et al., (2001), em lagartas mantidas na cultivar Santa Clara, sob a temperatura de 25 °C. Por outro lado, pupas fêmeas provenientes de lagartas alimentadas da cultivar Tex 317 nesse estudo apresentaram peso similar ao observado em estudos com cultivares que têm, em sua composição, 2-tridecanona (2-T), composto que confere resistência do tomateiro à *T. absoluta* (Thomazini et al., 2001 e Bogorni e Carvalho, 2006).

O conhecimento das relações entre temperatura e desenvolvimento e o uso do tempo fisiológico permitem fazer comparações entre os ciclos de vida e/ou fecundidade de espécies praga e prever a duração de cada estágio de desenvolvimento e o tempo para emergência do adulto sob as condições de temperaturas variáveis que existem no campo (Gullan e Cranston, 2008). No presente estudo, a duração do estágio de pupa foi influenciada pela temperatura, uma vez que o desenvolvimento das pupas fêmeas nas cultivares Bravo e Tex 317, a 25 °C, foi menor do que a duração verificada nas mesmas cultivares, sob a temperatura de 30/20 °C. Fato semelhante pode ser observado nas pupas macho provenientes de lagartas desenvolvidas na cultivar Tex 317, que apresentaram menor duração sob a temperatura constante de 25 °C. Tais previsões de emergência do adulto são extremamente importantes, já que as medidas de controle devem ser temporizadas com cuidado para serem efetivas (Gullan e Cranston, 2008).

O desenvolvimento pupal na cultivar Tex 317 foi similar ao observado em estudos nos quais foram avaliados genótipos resistentes a *T. absoluta* (cultivar IPA-5, considerado moderadamente resistente) e os genótipos TOM-556 e HI-1 (Gonçalves-Gervásio, 1999 e Brunherotto et al., 2010). Isso indica que, na interação temperatura e tipo de cultivar, ocorre um alongamento no estágio de pupa de *T. absoluta*.

A viabilidade pupal foi de 100%, independente da cultivar ou da temperatura avaliados. Viabilidades altas na fase de pupa de *T. absoluta* são comuns e, frequentemente, encontram-se valores superiores a 80,0% em pupas cujas larvas alimentaram-se de plantas de tomate (Imenes et al., 1990; Bogorni e Carvalho, 2006 e Moreira et al., 2009). Giustolin e Vendramin (1996) registraram viabilidades entre 89,7% e 100,0%, para pupas provenientes de larvas alimentadas em dietas artificiais. Brunherotto et al. (2010), em condições controladas de laboratório, observaram viabilidade de 62,2%.

Em geral, os padrões de alocação de sexo são influenciados por dois fatores principais: a estrutura de acasalamento da população e as condições ambientais. Embora ambos visem maximizar a “fitness” por meio de manipulação da razão sexual, os padrões de alocação de sexo são bastante diferentes (Jervis, 2005). No presente estudo, as diferenças encontradas entre o número de machos e fêmeas pode ser atribuída à mudança da temperatura, uma vez que, independente da cultivar, foi observado um maior número de fêmeas na temperatura de 30/20 °C. Segundo Coelho e França (1987), a maior proporção sexual de *T. absoluta* seria resultado de maior sobrevivência de fêmeas, quando nas fases de ovo e larva, fato que asseguraria a manutenção desta espécie. Também em condições ambientais desfavoráveis, fêmeas de alguns grupos de insetos são capazes de determinar a oviposição entre ovos não fertilizados ou fertilizados (Van Dijken, 1991).

Assim, a cultivar Tex 317 mostrou mecanismo de resistência a *T. absoluta* em conjunto com a temperatura alternante 30/20 °C. O efeito deletério mais expressivo foi a baixa viabilidade embrionária, com apenas 62% das lagartas eclodidas. Além disso, *T. absoluta* apresentou alongamento da fase larval, comparada com indivíduos desenvolvidos na cultivar Bravo, a 25 °C. A atuação conjunta de regime de temperatura alternante e cultivar resistente é importante para o manejo de *T. absoluta*, principalmente em cultivos de tomate mantidos em casas de vegetação, onde essa alternância de temperatura entre diurna e noturna é mais acentuada.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. FNP. Consultoria e comércio. **Anuário da Agricultura Brasileira**, 2010.
- BALDIN, E. L. L.; FRANCO, R. S. R.; SOUZA, D. R. Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas**. v. 33 p. 369-375, 2007.
- BECK, S. D. Insect thermoperiodism. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.28, n. 1, p. 91-108, 1983.
- BENTANCOURT, C. M.; SCATONI, I. B.; RODRÍGUEZ, J. J. Influência de la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *Scrobipalpuloides absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. n. 56, v. 4 661-670, 1996.
- BETHKE, J. A.; R. A. REDAK; U. K. SCHUCH. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 88 (1/4) p.41-47, 1998.
- BOGORNÍ, P.C.; CARVALHO, G.S. Biología de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Bioikos**, Campinas, n. 20 v.2 p.49-61, 2006.
- BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, R. J.; ORIANI, M.A. Efeito de genótipos de tomateiro e de extratos aquosos de folhas de *Melia azedarach* e de sementes de *Azadirachta indica* sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) **Neotropical Entomology** v.39 n.5 p.784-791, 2010.
- CHANNARAYAPA, C. et al. Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leaf curl virus vector. **Canadian Journal of Botany**, v.70, n.3, p.2184-2192, 1992.
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. Biología, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.2, p.129-135, 1987.
- DIXON, A. F. G. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. p. 269-287. In: A. K MINKS e P. HARREWINJN (eds.). **World Crop**

Pest ñ Aphids: Their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, v. 2A, 1987, 450p.

ECOLE, C.C.; PICANÇO, M.; MOREIRA, M. D.; MAGALHÃES, S. T. V. Componentes Químicos Associados à Resistência de *Lycopersicon hirsutum f. typicum* a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil** v.29 n.2 p. 327-337, 2000.

EIGENBRODE, S. D.; TRUMBLE, J. Antibiosis to beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicon* accessions. **Horticulture Science** v.28 n.9 p.932-934, 1993.

_____. Plant resistance to insects in integrated pest management in vegetables. **Journal of Agricultural Entomology**, n. 11 p. 201-224, 1994.

FERNANDES, A. M.V. et al. Desenvolvimento do pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares do algodão herbáceo *Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch. **Neotropical Entomology** v. 30 n. 3 p. 467-470, 2001.

FERNANDEZ, S.; MONTAGNE, A. Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, n.5 v.12 p.89-99, 1990.

GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de duas espécies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, p.511-517, 1994.

_____ et al. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2 undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25 n.3 p.417-22, 1996.

_____ et al. Desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Lep. Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro em laboratório e casa de vegetação. **Revista Ecosystema**. v. 34 n. 2, 2000.

_____. Número de instares larvais e *Tuta absoluta* (Meyrick) em genótipos de tomateiro. **Scientia Agrícola**. v. 59, n. 2, p. 393-396, 2002.

GOFFREDA, J. C.; et al. Aphid deterrence by glucose stersin glandular trichome exudate of wild tomato *Lycopersicon pinnellii*. **Journal Chemical Ecology**. n. 15 p. 2135-2147, 1989.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R. et al. . Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciencia Agrotecnologia** n. 23, p.247-251, 1999.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos**. Um resumo de entomologia. 3ª ed. Ed. Rocca, São Paulo, p. 145-149, 2008.

IMENES, S.D.L. et al. Aspectos biológicos e comportamentais da traça-do-tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera-Gelechiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.57, n.1/2, p.63-68, 1990.

JERVIS, M. A. Sex allocation. in M. A. Jervis, ed. **Insects as Natural Enemies: a Practical Perspective**. Dordrecht, The Netherlands, Springer. 2005.

JUVIK, J.A.; STEVENS, M.A. Physiological mechanisms of host-plant resistance in the genus *Lycopersicon* to *Heliothis zea* and *Spodoptera exigua*, two insect pests of the cultivated tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.106, n.6, p.1065-1069, 1982.

KARBAN, R.; BALDWIN, I.T. **Induced responses to herbivory**. Chicago: Chicago University Press. 1997, 319p.

KENNEDY, G.G; YAMAMOTO, R.T . Resistance in tomato to the tobacco hornworm: the presence of a toxic factor. **Entomologia Experimentalis et Applicata** n.26 p.121-126, 1979.

KOCOUREK, F.;J. et al. Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. **Entomologia Experimentalis et Applicata** v. 71 n. 1, p. 59-64, 1994.

LARA, M. **Princípio de resistência de plantas e insetos**. 2. Ed. La Habana, 1991, 339p.

LEITE, G.L.D. et al. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 448-451, 2003.

MACIEL, G. M. et al. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em acilaçúcares. **Horticultura Brasileira** n.29 p.151-156, 2011.

MOREIRA, L. A. et al. Antibiosis of eight *Lycopersicon* genotypes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ceres**. v. 56 n. 3, p.283-287, 2009

PEREYRA, P. C. Evidencia de competencia intraespecífica en estádios larvales tempranos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ecologia Austral**. n. 12 p. 143-148, 2002.

PICANÇO, M.C. Intensidade de ataque de *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick, 1917) ao dossel de três espécies de Tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 429-433, 1995.

PIGLIUCCI, M. Evolution of phenotypic plasticity: where are we going now?. **Trends Ecology Evolutionary**., n.20, p. 481–486, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing, reference index version 2.8.1. Vienna. **R Foundation for statistical Computing**, 2009. 1 CD-ROM.

RESENDE J.T.V et al. Inheritance of acylsugar contents in tomatoes derived from an interspecific cross with the wild tomato *Lycopersicon pennellii* and their effect on spider mite repellence. **Genetics and Molecular Research** n. 1 v. 2 p. 106-116, 2002.

_____. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agrícola** n. 63 p. 20 – 25, 2006.

_____. Resistance of tomato genotypes with high levels of acylsugars to *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard. **Scientia Agrícola** n. 65, p. 31-35, 2008

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. 1999, 359p.

ROY, M.; BRODEUR, J.; CLOUTIER, C. Relationship between temperature and development fate of *Sthetorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdalieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology**, Riverside, v. 31, n.1, p. 177-186, 2002.

SAUVION, S., et al. Impact of melon accessions resistant to aphids on the demographic potential of silverleaf whitefly. **Journal Economical Entomology**. n. 98 p. 557-567, 2005.

SIQUEIRA H A A; GUEDES R N. C.; PICANÇO M C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agriculture For Entomology** n. 2 p. 147-153, 2000.

SOUZA, J.C. DE.; REIS, P.R. Traça-do-tomateiro, histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte: **EPAMIG Boletim** 32, 1992. 19p.

SUINANGA, F.A. et al. Resistência por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* traça do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.2, p.281-285, 2004.

THEODORSSON-NORHEIM, E. Kruskal-Wallis test: BASIC computer program to perform nonparametric one-way analysis of variance and multiple comparisons on ranks of several independent samples. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**. v. 23, n. 1, p. 57-62, 1986.

THOMAZINI, A. P. B. W et al. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** v.30 n.2 p.283-288, 2001.

van DIJKEN, M.J. A cytological method to determine primary sex ratio in the solitary parasitoid *Epidinocarsis lopezi*. **Entomologica experimentalis et Applicata**, n. 60, p.301–304, 1991.

ANEXOS

TABELA 1 Período embrionário e viabilidade de ovos (\pm SE) de *T. absoluta* nas cultivares Bravo e Tex 317, em temperaturas de 25 °C e 30/20 °C, 12 horas de fotofase e UR 70 \pm 10%.

Cultivar/temperatura	n	Desenvolvimento embrionário (dias)	Viabilidade (%)
Bravo (30/20 °C)	100	3,9 \pm 0,13 A	96 \pm 2,66 A
Tex 317 (30/20 °C)	100	4,08 \pm 0,22 A	62 \pm 9,04 B
Bravo (25 °C)	100	3,56 \pm 0,08 A	98 \pm 2,00 A
Tex 317 (25 °C)	100	3,92 \pm 0,26 A	69 \pm 8,35 B

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

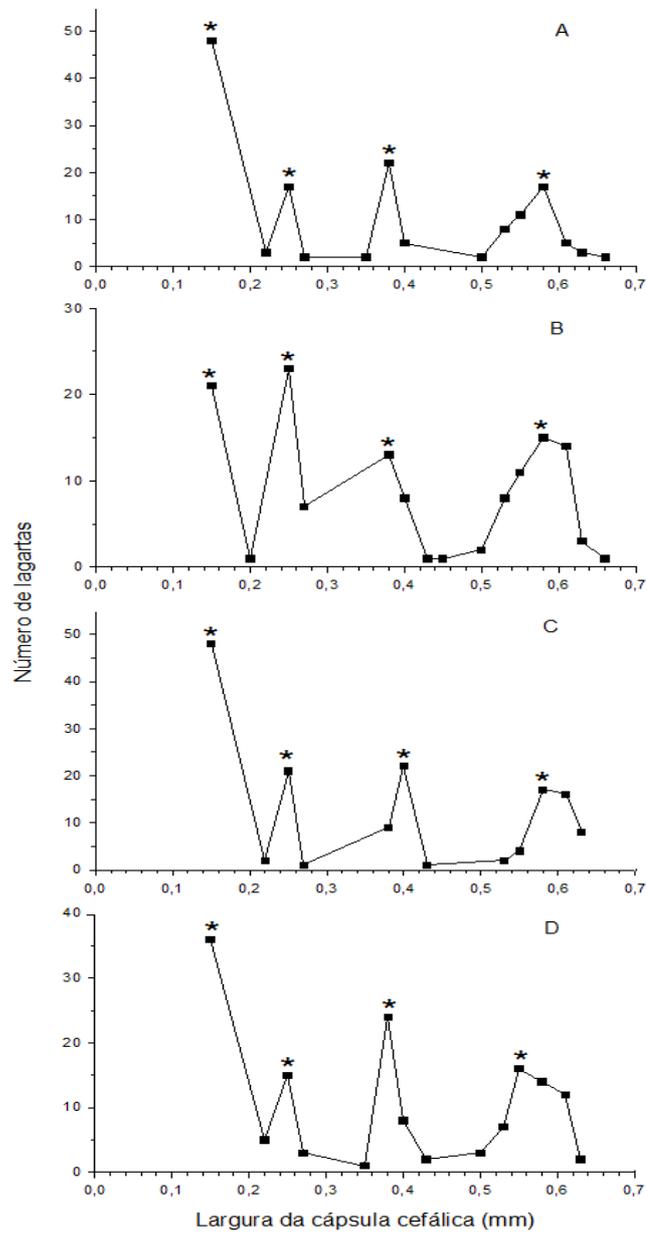


FIGURA 2 Curva de distribuição multimodal da largura das cápsulas cefálicas de lagartas de *T. absoluta* alimentadas em folíolos de cultivares de tomateiro: A) 'Bravo' (30/20 °C); B) 'Bravo' (25 °C); C) 'Tex 317' (30/20 °C); D) 'Tex 317' (25 °C). Fotofase 12 horas e UR 70±10%.

TABELA 2 Largura das cápsulas cefálicas de lagartas de *T. absoluta* mantidas em folíolos de cultivares de tomateiro ‘Bravo’ (30/20 °C); ‘Bravo’ (25 °C); ‘Tex 317’ (30/20 °C); ‘Tex 317’ (25 °C). Fotofase 12 horas e UR 70±10%.

Ínstar	Largura cápsula cefálica (mm)		
	Intervalo de variação	Média	Intervalo de confiança (95%)
‘Bravo’ 30-20 °C			
I	0,15	0,15	0,150-0,150
II	0,22-0,25	0,247	0,246-0,250
III	0,38-0,40	0,381	0,380-0,383
IV	0,50-0,63	0,571	0,567-0,575
‘Bravo’ 25 °C			
I	0,15-0,20	0,152	0,151-0,154
II	0,25-0,27	0,254	0,254-0,256
III	0,38-0,45	0,392	0,390-0,395
IV	0,50-0,66	0,577	0,574-0,581
‘Tex 317’ 30-20 °C			
I	0,15	0,15	0,150-0,150
II	0,25-0,27	0,25	0,250-0,252
III	0,38-0,43	0,395	0,394-0,397
IV	0,53-0,61	0,582	0,579-0,585
‘Tex 317’ 25 °C			
I	0,15	0,15	0,150 – 0,150
II	0,22 – 0,27	0,242	0,240 – 0,244
III	0,35 – 0,43	0,386	0,385 – 0,388
IV	0,50 – 0,63	0,568	0, 566 – 0,572

TABELA 3 Duração dos instares e da fase larval (dias) e sobrevivência larval (%) de *T. absoluta* nas cultivares Bravo e Tex 317, em temperaturas de 25 °C e 30/20 °C, fotofase de 12 horas e UR 70±10%.

Cultivar/temperature	I	II	III	IV	TT	Sobrevivência
Bravo 30/20°C	3,20±0,14 A (n= 48)	1,47±0,13 A (n= 22)	1,93±0,07 A (n= 29)	3,27±0,23 A (n= 49)	9,87±0,29 AB	72,00±5,14 B (n=100)
Tex 317 30/20°C	3,20±0,14 A (n= 48)	1,47±0,13 A (n= 22)	2,13±0,13 A (n= 32)	3,20±0,22 A (n= 47)	10,00±0,32 A	61,00±9,92 B (n= 100)
Bravo 25°C	2,00±0,19 B (n= 31)	1,82±0,12 A (n= 26)	1,27±0,14 B (n= 22)	3,82±0,12 A (n= 49)	8,91±0,09 B	98,20±1,20 A (n= 100)
Tex 317 25°C	2,40±0,16 B (n= 36)	1,53±0,13 A (n= 18)	2,33±0,13 A (n= 33)	3,60±0,19 A (n= 54)	9,87±0,29 AB	70,00±2,73 B (n= 100)

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

TABELA 4 Peso, duração e viabilidade de pupas e de *T. absoluta* proveniente de lagartas desenvolvidas nas cultivares Tex 317 e Bravo, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C, fotofase de 12 horas e 70±10 % UR.

Tratamento	Peso (mg)		Duração (dias)		Viabilidade (%)	
	Macho (n=10)	Fêmea (n=10)	Macho (n=10)	Fêmea (n=10)	Macho(n=10)	Fêmea(n=10)
'Bravo' (30/20 °C)	3,11±0,11 Aa	4,14±0,22 Aa	7,85±0,34 A	7,57±0,29 A	100±0 A	100±0 A
'Tex317' (30/20 °C)	2,94±0,19 Aa	4,04±0,14 Aa	7,57±0,36 A	7,14±0,26 AB	100±0 A	100±0 A
'Bravo' (25 °C)	2,8±0,20 Aa	3,91±0,11 Aa	7,14±0,26 AB	6,57±0,20 BC	100±0 A	100±0 A
'Tex 317' (25 °C)	2,8±0,20 Ab	4,28±0,15 Aa	6,14±0,26 B	6,00±0,30 C	100±0 A	100±0 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

TABELA 5 Razão sexual de *T. absoluta* proveniente de lagartas desenvolvidas nas cultivares Bravo e Tex 317, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C, fotofase de 12 horas e UR 70±10 %.

Cultivar/temperatura	n	Razão sexual
Bravo (30/20 °C)	50	0,50 A
Tex 317 (30/20 °C)	50	0,60 A
Bravo (25 °C)	50	0,41 B
Tex 317 (25 °C)	50	0,39 B

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Kruskal Wallis ($P > 0,05$).

CAPÍTULO 3

Reprodução e taxa intrínseca de aumento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), em regime de temperaturas constante e alternante, em dois cultivares de tomate

RESUMO

Tabelas de vida de fertilidade fornecem informações importantes para o conhecimento da dinâmica populacional de inimigos naturais e de pragas, o que auxilia na implementação de programas de controle biológico. Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar parâmetros de crescimento de *Tuta absoluta* (Meiryck) em cultivares de tomateiro, em regime de temperaturas constante e alternante. O experimento foi conduzido em câmara climática, com as cultivares Bravo e Tex 317, em temperatura constante de 25 °C e temperatura alternante, 30/20 °C, fotofase de 12 horas e UR de 70±10%. Em placa de Petri (10 cm de diâmetro), foi mantido um folíolo de tomateiro, com pecíolo inserido em tubo eppendorf com água destilada e fixo em cubo de isopor. Adultos de *T. absoluta* provenientes de lagartas desenvolvidas em cada cultivar e temperatura foram utilizados no experimento. Quinze casais foram colocados em cada folíolo e, em seguida, encerrados em um copo de acrílico transparente. O período de oviposição foi menor em 'Bravo', a 25 °C, com duração de 10,87 dias. O número total de ovos/fêmea variou de 153,93 a 200,73. O período pós-reprodutivo foi menor na cultivar Bravo a 30/20 °C (2 dias). Fêmeas desenvolvidas em 'Tex 317', independente da temperatura, apresentaram maior longevidade. Machos mantidos em 'Tex 317', a 25 °C, apresentaram maior longevidade (21,07 dias). A taxa líquida de reprodução (R_0) foi maior em 'Bravo' (59,4 e 68,2 fêmeas) a 30/20 °C e 25 °C, respectivamente. A taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) foi menor (0,127 fêmeas/fêmeas/dia) em 'Tex 317', a 30/20 °C. Também sob esta mesma cultivar e temperatura, *T. absoluta* apresentou razão finita de aumento (λ) menor (1,136) em relação a 25 °C e à cultivar Bravo a 25 °C e 30/20 °C. O intervalo médio entre as gerações (T) foi menor em 'Tex 317', a 25 °C e o tempo de duplicação da população (TD) foi maior na mesma cultivar a 30/20 °C. A cultivar Tex 317, mantida na temperatura alternante, influenciou os parâmetros biológicos, bem como o crescimento populacional de *T. absoluta*.

Palavras-chave: Fecundidade. Parâmetros de crescimento. Traça do tomateiro. Resistência de plantas.

ABSTRACT

Fertility life tables provide important information to the knowledge of population dynamics of natural enemies and pests, which assist on the implementation of biological control programs. The objective of this work was to estimate the population growth parameters of *Tuta absoluta* (Meiryck) in tomato cultivars, in a constant and alternating temperature regime. The experiment was carried out in a climatic chamber, with two tomato cultivars, Bravo and Tex 317 and at constant 25°C and alternating 30/20°C temperature regime, 12h photophase and RH 70 ±10%. In Petri-dish (10 cm in diameter), was kept a tomato leaflet with the petiole inserted into an eppendorf tube with distilled water and fixed in a cube of Styrofoam. Adults of *T. absoluta* originate from caterpillars developed in each cultivar and temperatures (constant and alternating) were evaluated. 15 couples were placed on the leaflet closed by a transparent acrylic cup. The oviposition period was lower at Bravo cv. at 25°C with duration of 10.87 days. The total number of eggs/female ranged from 153.93 to 200.73 eggs in all treatments. The post-reproductive period was lower in the cultivar Bravo at 30/20°C (2 days). Females originate from caterpillars fed on cultivar Tex 317, independent of the temperature to which they were exposed, had longer longevity (22.67 and 21.53 days) at 25°C and 30/20°C, respectively. The males showed longer longevity (21.07 days) on cultivar Tex 317 at 25°C. The net reproductive rate (Ro) was higher in Bravo cv., with an increase of 59.4 and 68.2 females at 30/20°C and 25°C respectively. The intrinsic rate of increase (rm) was lower (0.127 females / female/day) in the cultivar Tex 317 at 30/20°C. *T. absoluta* presented finite rate of increase (λ) lower (1.136) at 30/20°C on Tex 317 compared to 25°C, and to on the cultivar Bravo at 25 and 30/20°C. The average time between generations (T) was lower in Tex 317 at 25°C (24.5 days) and the population doubling time (TD) was higher in Tex 317 cv. at 30/20°C (5.42 days). The cultivar Tex 317 the alternating temperature regime influenced the *T. absoluta* population growth as well as its biological parameters.

Keywords: Fecundity. Growth parameters. *T. absoluta*. Plant resistance.

1 INTRODUÇÃO

A traça do tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) se encontra distribuída por toda América do Sul e Central, tendo sido relatada, pela primeira vez no Brasil, em 1980 (Morais Filho e Normanha 1982). Em 2006, *T. absoluta* foi inicialmente reportada na Espanha, de onde se dispersou para a maioria dos países da Europa e a região mediterrânea da África, causando sérios danos, tanto em cultivos protegidos quando em campo (Desneux, 2010).

T. absoluta é multivoltina e seus parâmetros populacionais sugerem que ela seja um estrategista r (Pereyra e Sánchez, 2006). A duração do ciclo de vida depende das oscilações ambientais, em particular da temperatura, variando de 76,3 dias, a 14 °C a 23,8 dias, a 27 °C (Barrientos et al., 1998), podendo haver sobreposição de gerações e, assim, ser encontrado todas as fases do ciclo em condições de campo (Souza et al., 1992).

Segundo Haji et al. (1988), picos populacionais da praga ocorrem durante as épocas mais quentes e secas. O principal método usado para seu controle é o químico e, em um ciclo do cultivo do tomateiro, podem ser feitas até 36 pulverizações com diferentes produtos sintéticos, o que tem acarretado, além do aumento no custo de produção, redução da população de inimigos naturais (Melo e Campos, 2000) e aparecimento de populações resistentes aos inseticidas (Siqueira et al., 2001; Silva et al., 2011). Assim, outros métodos de controle estão sendo pesquisados, tal como a resistência de plantas a insetos, a qual é compatível com outras estratégias utilizadas no manejo integrado.

Espécies de tomateiro têm sido amplamente utilizadas como fonte de resistência a pragas no melhoramento genético. A maioria dos estudos é direcionada para compostos químicos chamados aleloquímicos, encontrados em estruturas da planta chamadas tricomas. Dentre estes aleloquímicos, citam-se os acilaçúcares e o metil cetona (2-tridecanona), os quais já foram associados à

resistência do tomateiro a diferentes insetos (Freitas et al., 2002; Giustolin et al., 2002; Gilardón et al., 2002; Maciel et al., 2001).

Conjuntamente à resistência de plantas, o conhecimento das relações entre temperatura e o uso do tempo fisiológico permite fazer comparações entre os ciclos de vida e/ou a fecundidade de espécies praga no mesmo sistema, e poder prever os períodos de alimentação larval, duração da geração e tempo para emergência do adulto, sob as condições variáveis de temperaturas que existem no campo. Tais previsões são importantes para pragas, já que as medidas de controle devem ser temporizadas com cuidado para serem efetivas (Gullan e Cranston, 2008).

Assim, o crescimento da população de um inseto depende, dentre outros, da qualidade do alimento e das variações ambientais (Hagen et al., 1984). Entender como a taxa intrínseca de aumento varia em relação a estes fatores (Southwood, 1978; Townsend et al., 2006) pode ajudar na decisão do manejo a ser empregado para *T. absoluta*. De acordo com Tommasini et al. (2004), a melhor descrição do crescimento populacional de uma espécie sob diferentes condições pode ser avaliada pela taxa intrínseca de aumento. Também Lenteren, (1997) relata de que a pesquisa envolvendo conhecimento da resistência de plantas a insetos pragas é um desafio que deve ser visualizado para o desenvolvimento sustentável de sistemas de produção de plantas.

Considerando-se que *T. absoluta* é um inseto-praga com alta capacidade reprodutiva e específica em plantas solanáceas, estudos envolvendo parâmetros de crescimento populacional de indivíduos sob a influência conjunta de diferentes cultivares e sob regimes de temperatura constante e diurna/noturna são escassos. A mudança do ritmo entre fotoperíodo e escotoperíodo e as mudanças da luminosidade e temperatura podem afetar o comportamento reprodutivo de *T. absoluta*. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a fecundidade, bem como o crescimento populacional de *T. absoluta*, por meio

da tabela de vida de fertilidade em regimes de temperatura constante e alternante em duas cultivares de tomateiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção de plantas e definição das temperaturas

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, Brasil.

As sementes de tomate foram fornecidas pela empresa Hortiagro Sementes Ltda., localizada no município de Ijaci, MG. Como o estudo foi realizado com um inseto herbívoro (*T. absoluta*), pertencente ao segundo nível trófico, o solo utilizado para o plantio de tomate foi submetido a uma análise laboratorial para que todas as plantas utilizadas no experimento estivessem com o mesmo valor nutricional. Foi feita correção do PH com calcário e a adubação foi realizada de acordo com a 5ª aproximação (Ribeiro et al., 1999). Para cada vaso, foram utilizados 200 g do formulado 4-14-8 e 3,35 g de calcário, o que representa, aproximadamente, 10% da dose de potássio e nitrogênio e 70% da dose necessária de fósforo.

Foram escolhidas as cultivares de tomateiro Bravo e Tex 317 (ambas do grupo Santa Cruz), em função dos componentes fitoquímicos presentes nas folhas. A cultivar Bravo (comercial) tem baixos teores de açúcares, enquanto a cultivar Tex 317 (pré-comercial) é um genótipo melhorado a partir do cruzamento da linhagem Tom-687 com o híbrido Tex 317, os quais apresentam elevados teores de açúcares, além de uma gama de resistências presumidas a diversos insetos praga, dentre estes, *T. absoluta* (Maciel et al., 2011).

O regime de temperatura constante e alternantes utilizado no experimento foi definido tomando-se em conta as temperaturas médias da região

centro-oeste, que tem a maior produção de tomate no Brasil (Agrianual, 2010), o que correspondeu a uma temperatura média diurna (30 °C) e noturna (20 °C). Assim, foi escolhida a temperatura constante (25 °C), a qual correspondeu à temperatura média daquela alternante escolhida (30/20 °C).

Os experimentos foram conduzidos em câmaras climatizadas, sendo a temperatura constante (25 °C) associada com fotofase de 12 horas e a temperatura alternante, diurna (30 °C), associada com fotofase de 12 horas e a noturna (20 °C) com escotofase. Em ambas as temperaturas, constante e alternante, a UR foi de 70±10%. Foram conduzidos quatro tratamentos: cultivar Bravo, a 25 °C e a 30/20 °C e cultivar Tex 317, a 25 °C e 30/20 °C.

2.2 Criação de manutenção de *T. absoluta*

Ovos, lagartas e pupas de *T. absoluta* foram coletados em cultivos de tomateiro presentes no campus da UFLA e em cultivos comerciais, e transferidos para o Laboratório de Controle Biológico, no Departamento de Entomologia da UFLA. Este material foi observado até a emergência dos adultos de *T. absoluta*, quando foi dado início à sua criação de manutenção. Foram realizadas duas criações de manutenção, ambas em gaiola de acrílico (60x30x30 cm) em câmara climatizada (Fitotron), sob temperatura de 25±2 °C, UR 70%±10% e fotofase de 12 horas. Uma criação foi conduzida com plantas de tomate, cultivar Bravo e outra com a cultivar Tex 317. A partir de indivíduos da segunda geração, mantidos em ambas as criações de manutenção, foram obtidos os ovos de *T. absoluta* para o início dos experimentos com as respectivas cultivares e as temperaturas.

2.3 Efeitos das cultivares e da temperatura na reprodução de *T. absoluta*

Em placa de Petri de 9 cm de diâmetro foi mantido um folíolo de tomateiro com o pecíolo inserido em um tubo eppendorf com água destilada e

este fixo em um cubo de isopor. O folíolo serviu como substrato para oviposição de *T. absoluta*. Adultos de *T. absoluta* provenientes de lagartas desenvolvidas em cada cultivar e temperatura (constante e alternante) foram usados no experimento. Assim, 15 casais (1 casal por copo) foram colocados sobre o folíolo e, em seguida, encerrados, por meio de um copo de acrílico transparente (6,5 cm de altura, 8,0 cm de diâmetro) (Figura 1). Na região superior do copo foram adicionadas duas gotículas de mel, as quais serviram como alimento para os insetos. Os copos, assim como os folíolos, foram trocados diariamente e efetuada a contagem do número de ovos por folíolo e total de ovos por casal. Além disso, também foram avaliados os períodos de pré-oviposição, oviposição, e pós-reprodutivo (que corresponde ao período da última oviposição até a morte do adulto) e a longevidade dos adultos, de acordo com metodologia proposta por Giustolin e Vendramim (1994) e Borgoni e Carvalho (2006).



FIGURA 1 Esquema para a obtenção de ovos de *T. absoluta*.

2.4 Tabela de vida de fertilidade

Para estimar o crescimento populacional de *T. absoluta*, foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade para cada tratamento, determinando-se a taxa de sobrevivência (l_x) e a fertilidade específica (m_x). Os parâmetros associados à tabela de vida de fertilidade, segundo Andrewartha e Birch (1954), são: taxa líquida de reprodução (R_0), número de fêmeas que serão produzidas por fêmea de uma população; taxa intrínseca de aumento (r_m), parâmetro relacionado com a velocidade de crescimento populacional; intervalo médio entre gerações (T), que é o período médio entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da próxima; razão finita de crescimento (λ), fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo e tempo necessário para que a população duplique em número (TD). Estes parâmetros foram calculados por meio das seguintes fórmulas:

$$R_0 = \sum (m_x l_x)$$

$$T = (\sum m_x l_x \cdot x) / \sum (m_x l_x)$$

$$r_m = \ln R_0 / T$$

$$\lambda = e^{r_m}$$

$$TD = \ln(2) / r_m$$

2.5 Análise dos dados

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos composto por duas cultivares e duas temperaturas (cultivar Bravo, a 25 °C e a 30/20 °C e Tex 317, a 25 °C e a 30/20 °C) e 15 repetições. Os dados de duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-reprodutivo, número de ovos e longevidade dos adultos foram submetidos à análise de variância e, sempre que evidenciada diferença significativa entre as médias, essas foram comparadas, pelo teste de Tukey, a 5%, utilizando-se o software estatístico R Development Core Team (2009). As

médias dos parâmetros da tabela de vida foram estimadas por meio da técnica de Jackknife (Meyer et al., 1986).

3 RESULTADOS

O período de pré-oviposição de *T. absoluta* não apresentou diferenças significativas quanto às cultivares e às temperaturas avaliadas, com variação de 0,47 a 1,13 dias. No entanto, o período de oviposição de *T. absoluta* foi significativamente menor ($F= 8,42$; $P= 0,0001$) na cultivar Bravo, a 25 °C, com duração de 10,87 dias. Já na mesma cultivar, a 30/20 °C e na ‘Tex 317’, a 25 °C e a 30/20 °C, fêmeas de *T. absoluta* continuaram ovipositando por, pelo menos, mais 3,46 dias (14,33; 16 e 15,47 dias, respectivamente) (Tabela 1).

Não houve diferença significativa no número total de ovos por fêmea de *T. absoluta* entre os tratamentos envolvendo as duas cultivares e as respectivas temperaturas, apresentando variação de 153,93 a 200,73 ovos (Tabela 1). Em adição, independente da cultivar e da temperatura, as fêmeas colocaram pelo menos 60% dos seus ovos nos primeiros quatro dias após o início da sua oviposição (Figura 2).

O pico de oviposição ocorreu no segundo dia de vida das fêmeas, em todos os tratamentos (‘Bravo’ e ‘Tex 317’, a 25 °C e 30/20 °C) e variou de 33 a 41 ovos. Indivíduos mantidos a 30/20 °C, tanto na cultivar Bravo quanto na cultivar Tex 317, apresentaram maiores números de ovos colocados (41 e 40 ovos, respectivamente). Além disso, nesta mesma temperatura, para as duas cultivares, foram observados dois picos de oviposição, um no segundo e outro no quarto dia de vida da fêmea de *T. absoluta* (Figura 2).

A temperatura e a cultivar foram determinantes no período pós-reprodutivo de *T. absoluta*, uma vez que adultos provenientes de lagartas mantidas na cultivar Bravo apresentaram período pós-reprodutivo de apenas 2

dias, quando na temperatura 30/20 °C, enquanto, para os indivíduos provenientes de lagartas alimentadas na cultivar Tex 317, este período foi de 5,07 e 6,20 dias, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C, respectivamente (Tabela 1).

Foram observadas diferenças significativas para o parâmetro longevidade, tanto para machos quanto para fêmeas de *T. absoluta* (Tabela 1). Fêmeas provenientes de lagartas alimentadas na cultivar Tex 317, independente da temperatura a que foram expostas, apresentaram maior tempo de vida (22,67 e 21,53 dias) ($F= 13,35$; $P= 0,0001$), nas temperaturas de 30/20 °C e 25 °C, respectivamente. Já aquelas provenientes de lagartas alimentadas na cultivar Bravo apresentaram longevidade de 17,47 e 15,53 dias, nas mesmas condições (Tabela 1).

Para os machos, houve diferença significativa ($F= 8,76$; $P= 0,0001$) na longevidade, considerando as duas cultivares a 25 °C. Machos provenientes de lagartas alimentadas na cultivar Tex 317 apresentaram maior tempo de vida, com longevidade média de 21,53 dias. Já para machos provenientes de lagartas mantidas na cultivar Bravo, a longevidade foi 15,53 dias. Não houve diferença significativa para a longevidade de machos e fêmeas, dentro de cada cultivar avaliada.

Foi observada influência das temperaturas, bem como das cultivares, tendo por base as taxas de fertilidade específica (m_x) e de sobrevivência (l_x) das fêmeas de *T. absoluta*. As taxas de sobrevivência (l_x) reduziram-se consideravelmente no fim do ciclo reprodutivo de *T. absoluta*, nas cultivares Bravo e Tex 317, tanto a 25 °C como a 30/20 °C (Figura 3).

A curva de sobrevivência (l_x) observada para *T. absoluta* nas cultivares Bravo e Tex 317, a 25 °C e a 30/20 °C foi do tipo I, o que mostra alta sobrevivência no início de vida e mortalidade acentuada posteriormente (Figura 3). Não foi detectada morte de adultos de *T. absoluta* mantidos na cultivar Tex

317, a 30/20 °C, nos seus primeiros 19 dias de idade, enquanto na cultivar Bravo os adultos começaram a morrer com cerca de 10 dias de idade (Figura 3).

A fecundidade máxima (mx) observada ocorreu no segundo dia de vida da fêmea em todos os tratamentos ('Bravo' e 'Tex 317', a 25 °C e 30/20 °C) e com variação de 13 a 24 ovos. Contudo, na temperatura alternante, houve um segundo pico de oviposição, tanto na cultivar Bravo quanto na cultivar Tex 317 (Figura 3).

As taxas líquidas de reprodução (R_0) observadas para populações de *T. absoluta* mantidas em folíolos de tomateiro diferiram significativamente entre as cultivares Bravo e Tex 317. Na cultivar Bravo, houve um aumento de 59,4 e 68,2 vezes na população do inseto, enquanto na cultivar Tex 317, esse aumento foi de 29,07 e 40,14 vezes, nas temperaturas de 30/20 °C e 25 °C, respectivamente (Tabela 2).

Todos os valores da taxa intrínseca de crescimento (r_m) foram positivos, indicando aumentos populacionais em todos os tratamentos avaliados. Porém, o crescimento populacional de *T. absoluta* foi menor na cultivar Tex 317, na temperatura alternante (Tabela 2).

A razão finita de aumento (λ), que é o fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo encontrado para *T. absoluta*, também apresentou diferenças significativas na cultivar Tex 317, na temperatura de 30/20 °C, sendo menor (1,136) em relação à temperatura de 25 °C e à cultivar Bravo a 25 °C e a 30/20 °C (Tabela 2). O crescimento da população nesta mesma cultivar e temperatura teve um aumento diário de 13,6%, enquanto, na cultivar Bravo, o aumento foi de 16,9% (Tabela 2).

O intervalo médio entre as gerações (T), ou seja, a duração média do período entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da geração seguinte foi menor na cultivar Tex 317 a 25 °C, com tempo de 24,5 dias. Por outro lado, o tempo necessário para que a população duplicasse em número de indivíduos

(TD) foi maior na cultivar Tex 317, na temperatura alternada (5,42 dias) (Tabela 2).

4 DISCUSSÃO

Na maioria dos estudos visando o melhor manejo a ser empregado para insetos praga, o efeito de cultivares resistente e da temperatura, nos quais os insetos estão expostos, traduz em alteração em suas fases de desenvolvimento, geralmente prolongando seu ciclo. Nessas circunstâncias, efeitos relacionados aos parâmetros de fecundidade e no crescimento populacional também podem ser observados (Lara, 1991).

Neste estudo, o período de pré-oviposição das fêmeas de *T. absoluta* não foi influenciado pela cultivar e pela temperatura a que foram submetidos. Valores obtidos por Borgoni e Carvalho (2006) foram similares. Imenes et al. (1990) constataram que o período médio de pré-oviposição é de um dia, variando de algumas horas a três dias.

Entretanto, o período de oviposição foi menor na cultivar Bravo, corroborando também o menor valor encontrado por Moreira et al. (2009), de 8,67 dias, para indivíduos provenientes de lagartas alimentadas na cultivar susceptível Santa Clara. Entretanto, neste estudo, possivelmente, *T. absoluta* permaneceu por menos tempo ovipositando na cultivar Bravo, devido ao menor teor de substâncias tóxicas presentes nos folíolos, quando comparado com a cultivar Tex 317. Segundo Maciel et al. (2011), a cultivar Bravo apresenta baixo teor de AA nos folíolos

O número de ovos diários de *T. absoluta* foi semelhante tanto para a cultivar Bravo a 25 °C e a 30/20 °C, quanto para a cultivar Tex 317, a 25 °C e a 30/20 °C. Dados similares foram encontrados por Thomazini et al. (2001) e Bogorni e Carvalho, (2006). De forma geral, os insetos apresentam o

comportamento de ovipositar em substratos que garantam o desenvolvimento das larvas, assegurando a sobrevivência da espécie (Lara, 1991). No presente estudo, o número total de ovos colocados por fêmeas de *T. absoluta* não foi diferente em relação às cultivares e às temperaturas. Entretanto, convém mencionar que o fato de o inseto apresentar número de posturas semelhantes em diferentes plantas não significa que ele irá consumir maior quantidade de alimento daquela planta. Poderão existir outros fatores que impeçam o desenvolvimento, de tal forma que, mesmo se uma cultivar apresentar altas quantidades de posturas, este poderá manifestar resistência (Lara, 1991).

Segundo Mordue e Blackwell, (1993), o número de ovos colocados por lepidópteros nas superfícies das folhas pode variar em decorrência da ação repelente de compostos voláteis, ocasionando irritabilidade nas fêmeas no momento da oviposição. No entanto, neste estudo, uma ação repelente não foi observada, provavelmente porque as cultivares avaliadas não têm elevadas concentrações de compostos que causem repelência a *T. absoluta*. Leite (2004) afirma que a resistência por não preferência a *T. absoluta* deve-se aos tricomas glandulares, encontrados em algumas cultivares de tomateiro, que são compostos altamente tóxicos que causam, entre outros efeitos, baixa taxa de oviposição.

Em adição, o pico de oviposição ocorreu nos primeiros dias de idade das fêmeas. Observações semelhantes foram feitas por Bogorni e Carvalho (2006) e por Fernandez e Montagne (1990), sob a temperatura de 25 °C e cultivares susceptíveis. Sob o regime diurno/noturno, em ambas as cultivares, foram observados dois picos de oviposição, com um intervalo de um dia. Isso demonstra que o ritmo de oviposição de *T. absoluta* foi influenciado pela temperatura. Entretanto, apesar de a temperatura ter influenciado o comportamento de oviposição de *T. absoluta*, não foram observados efeitos negativos no número total de ovos por fêmea.

Um dos efeitos causados nos insetos por meio da resistência de plantas é o alongamento do tempo de vida do adulto e, no período pós-reprodutivo de *T. absoluta*, este alongamento foi evidente, uma vez que adultos provenientes de lagartas alimentadas da cultivar Tex 317, em ambas as temperaturas (25 °C e 30/20 °C) sobreviveram por mais tempo, quando comparado com a cultivar Bravo a 30/20 °C.

A resistência de cultivares a *T. absoluta* é, usualmente, atribuída a aleloquímicos presentes nos tricomas foliares de cultivares de tomateiro. O 2-tridecanona é uma metilcetona presente em plantas do gênero *Lycopersicon* (Ecole et al., 1999). Este aleloquímico é mencionado na literatura como o principal metabólito secundário responsável pela resistência a muitos insetos, dentre eles *T. absoluta* (Gilardón, 1998).

A ação do 2-TD sobre *T. absoluta* resulta, dentre outros efeitos, na menor fecundidade das fêmeas e também no alongamento da longevidade dos adultos (Thomazini, 2001). Outro aleloquímico também presente em cultivares de tomateiro são os acilaçúcares, que são ésteres de glicose, sacarose e de grupos acilas. O alto teor de (AA) já foi associado à resistência de cultivares à *T. absoluta*, em estudos realizados tanto em casa de vegetação quanto em campo (Resende et al., 2006).

Diferentes combinações híbridas entre linhagens com altos teores e linhagens com baixos teores de acilaçúcares apresentaram ótimos níveis de resistência a *T. absoluta*. Este aleloquímico pode atuar impedindo a oviposição, a alimentação ou, ainda, exercendo efeito deletério no desenvolvimento de determinadas fases do inseto (Resende et al., 2002; Maciel et al., 2011).

A cultivar Tex 317 exerceu também maior efeito sobre a longevidade das fêmeas nas duas temperaturas avaliadas (25 °C e 30/20 °C), acarretando maior lifespan para as fêmeas. Esses maiores valores quanto ao período pós-reprodutivo e a longevidade nesta cultivar sugerem que a mesma possa

apresentar algum componente antibiótico que interfere na biologia do inseto, provavelmente o composto 2-tridecanona, já relatado anteriormente. Segundo Gonçalves-Gervásio (1999), os genótipos de *L. esculentum* Tom-556 e HI-1 apresentam resistência para *T. absoluta* e foram associados aos altos teores de 2-TD presente nestes genótipos como mecanismo de resistência a *T. absoluta*. Estes autores também verificaram que a longevidade de *T. absoluta* para o Tom-556 e HI-1 foi baixa, o que acentua a possibilidade, nesse estudo, de a cultivar Tex 317 ser resistente a *T. absoluta*, uma vez que as fêmeas apresentaram maior longevidade quando expostas a esta cultivar.

Não foi observada diferença entre a longevidade de macho e fêmea entre as cultivares Bravo e Tex 317, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C. Esses valores diferem de estudos apresentados por Angel (1988), Haji et al. (1988) e Giustolin e Vendramim (1996), os quais observaram maior longevidade para fêmeas desenvolvidas na cultivar IPA-5 e em dieta artificial, respectivamente, e mesmas condições de temperatura.

Parâmetros de crescimento de *T. absoluta*

Os parâmetros de crescimento populacional obtido a partir de coortes criados em diferentes cultivares, em condições de temperatura constante e alternante, são úteis para a avaliação do potencial biótico de *T. absoluta* (Sánchez e Pereyra, 1997).

A taxa de sobrevivência (lx), a qual resulta na probabilidade de *T. absoluta* recém-emergida estar viva até a idade x , está relacionada com a fecundidade (mx). Não foi detectada morte de adultos de *T. absoluta* mantidos na cultivar Tex 317, a 30/20 °C, nos primeiros 19 dias, enquanto, na cultivar Bravo, os adultos começaram a morrer com apenas 9 dias de vida. Este pode ser um dos efeitos causados pelos componentes tóxicos existentes na cultivar Tex

317 (Maciel et al., 2011) e atribuindo uma possível resistência deste cultivar a *T. absoluta*. Os dados da cultivar Tex 317 corroboram os referidos por Vivan et al. (2002), os quais observaram aumento na mortalidade de *T. absoluta* a partir do 20º dia de vida, em condições de casa de vegetação a 30 °C.

De acordo com os padrões de curva de sobrevivência (lx), para as cultivares Bravo e Tex 317, nas temperaturas de 25 °C e 30/20 °C, foi observada uma curva de sobrevivência do tipo I, demonstrando que a taxa de mortalidade de *T. absoluta* está concentrada nos indivíduos com idade mais avançada. Segundo Begon et al. (2006), esse tipo de curva é atípica para insetos, então, provavelmente, a exclusão de predadores e parasitoides no experimento e a ausência de outros possíveis fatores de mortalidade explicam este modelo.

A maioria dos parâmetros avaliados pela tabela de vida de fertilidade evidencia que o comportamento de *T. absoluta* na cultivar Bravo, na temperatura alternante (30/20 °C) e nas cultivares Bravo e Tex 317, a 25 °C, foram semelhantes. O menor valor observado na cultivar Tex 317, a 30/20 °C, para a razão finita de aumento (λ), em comparação com os demais, foi consequência do aumento do tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD). Assim, como na sequência de cálculos de “ λ ” é levado em consideração o valor de “ r_m ” (capacidade inata de aumentar em número), era de se esperar, como de fato ocorreu, essa diferença na razão finita de aumento. Este parâmetro (r_m), segundo Jervis (2005), descreve o potencial de crescimento de uma população sob determinadas condições do meio ambiente. Os valores obtidos da taxa intrínseca de crescimento (r_m) foram positivos (maiores do que zero) nos quatro tratamentos (‘Bravo’ e ‘Tex 317’, a 25 °C e 30/20 °C), indicando aumentos populacionais de *T. absoluta* no laboratório. Entretanto, deve se considerar que, em condições de campo, diversos fatores ecológicos desfavoráveis à sua multiplicação podem reduzir o número de descendentes. No presente estudo, *T. absoluta* apresentou menor taxa de crescimento populacional

na cultivar Tex 317 sob temperatura diurna/noturna a 30/20 °C. O crescimento de uma população pode ser afetado pelos efeitos ambientais e também pelos valores nutricionais da planta hospedeira (Tsai, 1998).

O conhecimento do (r_m) de uma praga é importante, dentre outras estratégias para o controle biológico. Um inimigo natural pode ser eficaz se, entre outros critérios, a taxa de crescimento populacional (intrínseca ou natural) for igual ou maior do que a praga (Lenteren, 2009). A espécie *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) é um inimigo natural de *T. absoluta* e apresentou r_m de 0,15, em temperatura de 29/16 °C (Pratissoli et al., 2007). Como o valor do r_m desse inimigo natural é superior ao de *T. absoluta* desenvolvida na cultivar Tex 317 a 30/20 °C, é de se esperar que a velocidade de crescimento de sua população seja maior, sendo possível, por exemplo, o uso deste parasitoide em conjunto a cultivar Tex 317.

Os resultados de (R_o) sugerem também que a cultivar Tex 317 na qual a larva se alimentou afetou negativamente a capacidade das fêmeas de aumentarem a sua população. Nessa cultivar, o aumento populacional de *T. absoluta* foi 20 vezes menor do que quando mantida na cultivar Bravo. Esse baixo valor de R_o observado para a cultivar Tex 317 pode ser atribuído à resistência do tipo antibiose, uma vez que o número de ovos colocados pelas fêmeas, nas duas cultivares, não apresentara diferenças significativas. Em adição, a temperatura também influenciou o crescimento populacional de *T. absoluta* alimentada da cultivar Tex 317, já que, devido à constante mudança da temperatura de 30 °C (diurna) para 20 °C (noturna) e de 20 °C para 30°C, houve um aumento populacional de 29,07 vezes, enquanto que, em temperatura constante (25° C), esse aumento foi de 40,14 vezes. Pereyra e Sánchez (2006) encontraram taxa de crescimento superior em 8,78 vezes, quando comparada com a cultivar Tex 317, neste estudo.

O baixo crescimento populacional de *T. absoluta* na cultivar Tex 317 e sob temperatura alternante, reforça a importância da relação com a taxa líquida de reprodução (R_0), ao avaliar a resistência de cultivares a *T. absoluta*, uma vez que o número médio de fêmeas gerado por fêmeas, ao longo do período de oviposição, pode ser influenciado tanto pela alimentação do inseto quanto por fatores abióticos, como no presente estudo, a temperatura, corroborando relatos de Garcia et al. (2006). O intervalo médio entre as gerações (T) na cultivar Tex 317, a 30/20 °C, foi maior do que o referido por Vivan et al. (2002). Quanto maior for tempo de geração, maior será o tempo de exposição de *T. absoluta* aos inimigos naturais e, além disso, o crescimento populacional da praga será reduzido.

Segundo Hallman e Delinger (1998), as respostas do crescimento populacional dos insetos quanto à sua alimentação são tão importantes quanto as mudanças na temperatura média ambiental. Quando *T. absoluta* foi mantida na cultivar Tex 317, houve interferência no seu ciclo reprodutivo e, conseqüentemente, no seu crescimento populacional. Ao se estimar a capacidade de gerar descendentes fêmeas por fêmea ao final da geração (R_0), a taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ), foram verificados valores inferiores aos encontrados na cultivar a 30/20 °C. Assim, dentre os parâmetros da tabela de vida, o valor de “ R_0 ” é de grande importância, uma vez que constitui uma característica inata da população e, na cultivar Tex 317, a 30/20 °C, este valor para *T. absoluta* foi bem abaixo dos outros valores obtidos para este parâmetro.

O ritmo circadiano e o fotoperiódico em conjunto com a temperatura controla ampla variedade de atividades comportamentais e fisiológicas em artrópodes, incluindo, entre outros, os ritmos diários de acasalamento e oviposição (Saunders, 2010), e estes ritmos são encontrados para muitas atividades relacionadas a reprodução (Yang et al., 2005). O desempenho quanto

ao crescimento populacional de *T. absoluta* na cultivar Tex 317, nesse estudo, encontra-se associado à mudança da temperatura diurna e noturna (30 °C para 20°C). Nessa condição, é de se esperar que os insetos apresentem um elevado custo metabólico e como consequência, as atividades do adulto serão afetadas, corroborando relatos de Garcia et al., (2006).

Assim, tanto os parâmetros biológicos como os de crescimento populacional de *T. absoluta* foram influenciados pela cultivar e pela temperatura. Indivíduos mantidos na cultivar Tex 317, em temperatura alternante, diurna/noturna, apresentaram maior longevidade e maior sobrevivência. Além disso, esse conhecimento de baixo potencial reprodutivo de *T. absoluta*, quanto à taxa intrínseca de aumento (r_m) e à estimativa do número de fêmeas gerado por fêmeas (R_o) associado ao tempo em que a população leva para duplicar em número (TD), poderá auxiliar no manejo dessa praga em cultivos de tomateiro.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. FNP. Consultoria e comércio. **Anuário da Agricultura Brasileira**, 2010.

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: _____. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago, p. 31-54, 1954.

ANGEL, R.V. Reconocimiento, identificación y biología de especies de Gelechiidae (Lepidoptera) em plantas solanaceas del departamento de antioquia: I. *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 14, n. 2, p. 25-32, 1988.

BARRIENTOS Z.R. et al. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ciencia e Investigación Agraria** n. 251, p. 33–137, 1998.

BELLOWS JR, T.S.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 587-614, 1992.

BEGON M. et al. Epizootiologic parameters for plague in Kazakhstan. **Emerging Infectious Diseases** n. 12, p. 268–273, 2006.

BENTANCOURT, C. M.; SCATONI, I. B.; RODRÍGUEZ, J. J. Influência de la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *Scrobipalpuloides absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. n. 56, v. 4 661-670, 1996.

BOGORNÍ, P.C.; CARVALHO, G.S. Biología de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Bioikos**, Campinas, n. 20, v. 2, p. 49-61, 2006.

BOSCH, R. van den. An introduction to biological control. In: _____. **Life table analysis in population ecology**. Alban: Plenun, p. 95-115, 1982.

COLOMO, M.V.; BERTA, D.C.. Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento e Lules, Tucumán. **Acta Zoologica**. Lilloana n. 43, p. 165-177, 1995.

DESNEUX, N. et al. A. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, Geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, 2010.

ECOLE, C.C.; PICANÇO, M.; JHAM, G.N. Variability of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* and possible compounds involved in its resistance to *Tuta absoluta*. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 1, n. 2, p. 249-254, 1999.

FERNANDEZ, S.; MONTAGNE, A. Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 5 n. 12 p. 89-99, 1990.

FREITAS, J. A.; et al. Inheritance of foliar zingiberene contents and their relationship to trichome densities and whitefly resistance in tomatoes. **Euphytica**, Wageningen, v. 127, n. 2, p. 275-287, 2002.

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Biology and fertility life table of Mahanarva fimbriolata (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola**, v.63, p.317-320, 2006.

GILARDÓN E.M., et al. Evaluación del nivel de resistencia de plantas de tomate a la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyr.) mediante un bioensayo simple. **Revista de la Facultad de Agronomía** (La Plata) 103, 173-176, 1998.

GILARDÓN, E. M. et al. Resistencia de líneas de tomate a la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyr.) en laboratorio y a campo. **Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.** v.17 n.1, 2002.

GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de duas espécies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.23, p.511-517, 1994.

_____. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2 undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25 n. 3 p. 417-22, 1996.

GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIM, J.D.; PARRA, J.R.P. Número de instares larvais de *Tuta absoluta* (Meyrick) em genótipos de tomateiro. **Scientia Agricola**. v.59, n.2, p.393-396, 2002.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R.C.R et al. Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciencia Agrotecnologia** v. 23 p. 247-251, 1999.

_____. Parasitismo em ovos de *Tuta absoluta* por *Trichogramma pretiosum* em diferentes genótipos de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1269-1274, 2000.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos**. Um resumo de entomologia. 3ª ed. Ed. Rocca, São Paulo, p. 145-149, 2008.

HAGEN, K. S.; R. H. DADD; J. REESE. The food of insects. p.79– 112. In: Huffaker, C. B.; R. L. Rabb (eds.), **Ecologica methodology**. New York, J.Wiley & Sons, 1984, 844 p.

HAJI, F. N. P. et al. Biologia da traça do tomateiro sob condições de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 23 n. 2 p. 107-111, 1988.

HALLMAN, G. J.; DELINGER, D. L. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: _____. **Temperature sensitivity in insects and application in integrated management**. Boulder: Westview, 1998. p. 1-5. Disponível em: <<http://pestdata.nesc.edu/ipmtext/cap1.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2011.

IMENES, S.D.L. et al. Aspectos biológicos e comportamentais da traça-do-tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrik, 1917), (Lepidoptera-Gelechiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 57, n. 1/2, p. 63-68, 1990.

JERVIS, M. A. **Insects as natural enemies**. A practical perspective. Springer, 2005.

LARA, M. **Princípio de resistência de plantas e insetos**. 2. Ed. La Habana, 339p., 1991.

LEITE, G.L.D. Resistência de tomates a pragas **Unimontes Científica**. Montes Claros, v.6, n.2, 2004.

LENTEREN, J. C. Benefits and risks of introducing exotic macro-biological control agents in Europe. **Bulletin OEPP/EPPO**, Montreal, v. 27, p. 15-27, 1997.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009. p. 11-32.

MACIEL, G. M. et al. Híbridos pré-comerciais resistentes a *Tuta absoluta* obtidos de linhagem de tomateiro rica em açúcares. **Horticultura Brasileira** n.29 p.151-156, 2011.

MELO, M.; CAMPOS, A.D. Ocorrência de inimigos naturais da traça do tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em Pelotas, Rio grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v. 3, n. 2, p. 269-274, 2000.

MEYER, J. S. et al. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. **Ecology**, Durham, v. 67, n. 5, p. 1156-1166, Oct. 1986.

MIHSFELDT, L. H.; PARRA, J. R. P., Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial. **Scientia Agricola**, v. 56 n. 4 p.769-776, 1999.

MORAIS, G.J.; NORMANHA FILHO, J.A. Surto de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) em tomateiro no trópico semi-árido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 7 p. 503-504, 1982.

MORDUE A. J; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal of Insect Physiology** n. 39, p. 903-924, 1993.

MOREIRA et al. Antibiosis of eight Lycopersicon genotypes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) **Ceres**. V. 56, n. 3, p. 283-287, 2009.

PEREYRA, P.C. Evidencia de la competencia intraespecífica en estadios larvales tempranos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ecología Austral** n. 12 p. 143-148, 2002.

PEREYRA, P.C.; SANCHEZ, N.E. Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** v. 35 p. 671-676, 2006.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 277-282, 2001.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing, reference index version 2.8.1. Vienna. R Foundation for Statistical Computing. 2009. 1 CD-ROM.

RABINOVICH, J.E. **Ecología de poblaciones animales**. OEA, Washington. 1978, 114 p.

RESENDE, J.T.V. et al.. Método colorimétrico para quantificação de acilaçúcar em genótipos de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia** n. 26 p. 1204-1208, 2002.

RESENDE, J.T.V. et al.. Acylsugars in tomato leaflets confer resistance to the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* Meyr. **Scientia Agrícola** n. 63 p. 20-25, 2006.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5ª aproximação**. 1999, 359p.

SÁNCHEZ, N.E.; P.C. PEREYRA e M.V. Gentile. Population parameters of *Epinotia aporema* (Lepidoptera: Tortricidae) on soybean. **Revista Sociedade Entomologica Argentina** n. 56, p. 151-153, 1997.

SAUNDERS, D. S. Controversial aspects of photoperiodism in insects and mites. **Journal of Insect Physiology**. n. 56, p. 1491-1502, 2010.

SILVA, G.A. et al. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide 28 resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**. 2011. (prelo).

SIQUEIRA, H.A.A. et al. Abamectrin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) . **International Journal of Pest Management**, v. 47, p. 247-251, 2001.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**: With particular reference to the study of insect populations. Chapman & Hall, Nueva York. 1978, 524 p.

SOUZA, J.C., P.R. REIS; SALGADO, L.O. Boletim Técnico. Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. **EPAMIG**, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 14 p., 1992.

THOMAZINI, A. P. B. W. et al. Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** v. 30 n. 2 p. 283-288, 2001.

TOMMASINI, M. G.; LENTEREN, J. C. van; BURGIO, G. Biological traits and predation capacity of four Orius species on two prey species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 57, n. 2, p. 79-93, 2004.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. In: _____. Natalidade, mortalidade e dispersão. Porto Alegre: Artmed, p.184-219, 2006.

TSAI, J.H. Development, survivorship and reproduction of *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae) on eight host plants. **Environmental Entomology** v. 25 p. 1190-1195, 1998.

UCHÔA-FERNANDES M.A.; DELLA LUCIA T.M.C.; VILELA E.F. Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil** n. 24 p. 159-164, 1995.

VIVIAN, L.M. et al. Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador **Podisus nigrispinus** (Heteroptera: Pentatomidae) y de la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernadero. **Revista de Biología Tropical**, v. 50, p. 145-153, 2002.

YANG et al. Niche heterogeneity determines bacterial community structure in the termite gut (*Ruriculitermes santonensis*). **Environmental Microbiology**, v. 7 n. 7, p. 916-932, 2005.

ANEXOS

TABELA 1 Períodos de pré-oviposição (PO), oviposição (O) e pós-reprodutivo (PR) de *T. absoluta*, total de ovos por fêmea e longevidade de machos e fêmeas desenvolvidos em duas cultivares de tomateiro, em regimes de temperaturas constante e alternante 25 e 30/2 °C, 12 horas de fotofase e UR 70±10%.

Tratamento	Casais (n°)	PO (dias)	O (dias)	PR (dias)	Total ovos/fêmea	Longevidade (dias)	
						Fêmea	Macho
'Bravo' (30/20 °C)	15	1,13±0,13 A	14,33±0,84 A	2,00±0,68 B	172,47±8,45 A	17,47±0,89 Ba	19,6±0,88 Aba
'Tex 317' (30/20 °C)	15	1,00±0,14 A	15,47±0,79 A	6,20±0,72 A	153,93±16,74 A	22,67±0,83 Aa	23,00±0,8 Aa
'Bravo' (25 °C)	15	1,07±0,32 A	10,87±0,59 B	3,60±0,73 AB	172,73±17,29 A	15,53±0,60 Ba	16,47±0,77 Ba
'Tex 317' (25 °C)	15	0,47±0,22 A	16,00±0,93 A	5,07±0,94 A	200,73±13,27 A	21,53±1,24 Aa	21,07±1,21 Aa

Médias ± SE, seguidas pela mesma letra maiúsculas nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P > 0,05).

TABELA 2 Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *T. absoluta*, desenvolvidos em diferentes cultivares de tomate. T. 25 e 30/20°C 12h fotofase e UR 70±10%.

Tratamento	Parâmetros de Crescimento(*)				
	R_0	T	rm	TD	λ
'Bravo' (30/20°C)	59,42016 A	26,09998 A	0,156497 A	4,429213 B	1,169407 A
'Tex 317' (30/20°C)	29,07097 C	26,39073 A	0,127673 B	5,429535 A	1,136182 B
'Bravo' (25°C)	68,26303 A	26,29464 A	0,160605 A	4,315984 B	1,174221 A
'Tex 317' (25°C)	40,14792 B	24,59357 B	0,150141 A	4,616862 B	1,161999 A

* R_0 = taxa líquida de reprodução; T= intervalo médio entre gerações; rm= taxa intrínseca de aumento; TD= tempo que a população leva para duplicar em número e λ = razão finita de crescimento. Número total de indivíduos avaliados foi 60.

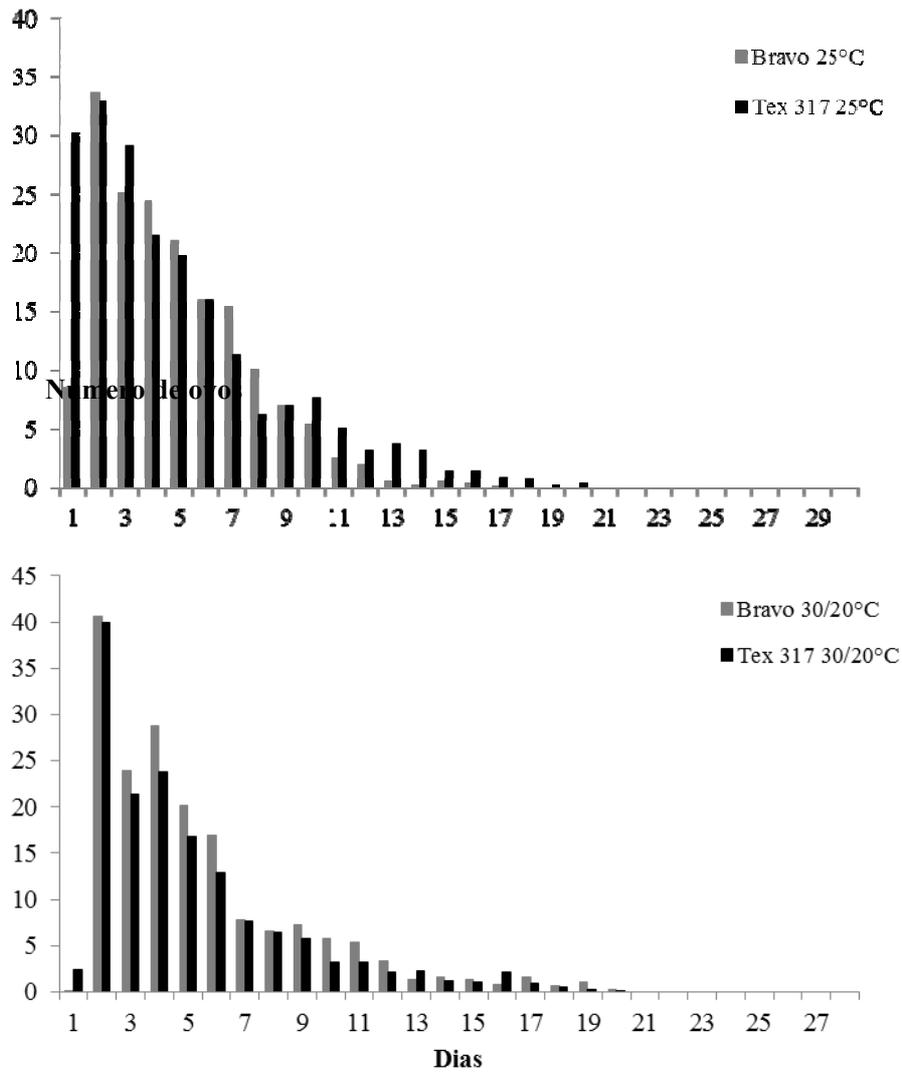


FIGURA 2 Oviposição diária de *T. absoluta* em diferentes cultivares de tomateiro. T. 25 e 30/20 °C; fotofase de 12hr fotofase e UR 70 ±10%.

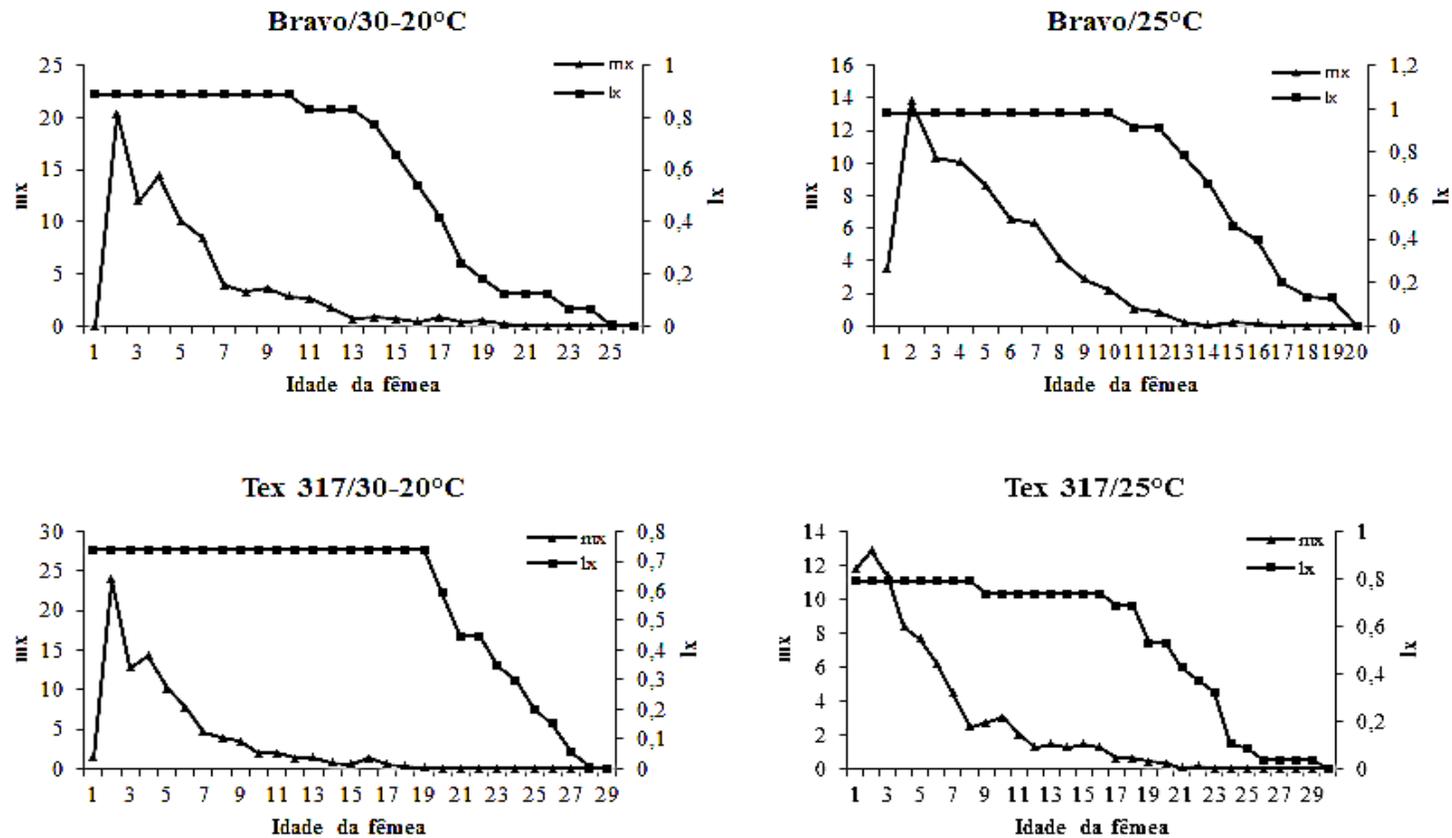


FIGURA 3 Fertilidade específica (mx) e taxa de sobrevivência (lx) de *T. absoluta* em diferentes cultivares de tomateiro T. 25 30/20°C, 12hr fotofase de UR 70±10.

