

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**FLAVIA DA SILVA KRECHMER**

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DE  
CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE SOBRE O  
DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E PARÂMETROS  
DEMOGRÁFICOS DE *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

**CURITIBA**  
**2014**

**FLAVIA DA SILVA KRECHEMER**

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DE  
CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE SOBRE O  
DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E PARÂMETROS  
DEMOGRÁFICOS DE *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia.  
Orientador: Dr. Luis Amilton Foerster

**CURITIBA**

**2014**



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação Zoologia



## TERMO DE APROVAÇÃO

*Flavia da Silva Krechemer*

**“Flutuação populacional, influência da temperatura e de cultivares comerciais de tomate sobre o desenvolvimento, reprodução e parâmetros demográficos de Tuta absoluta (Lepidoptera; Gelechiidae)”**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Zoologia, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Comissão Examinadora:

Dr. Luis Amilton Foerster  
Orientador

Dr. Geraldo Andrade Carvalho  
Membro Externo

Dr. Eduardo Ramires  
Membro Externo

Dr. Bráulio Santos  
Membro Interno

Dr. Mario Antonio Navarro  
Membro Interno

Curitiba, 19 de Fevereiro de 2014

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia/UFPR  
Setor de Ciências Biológicas - Departamento de Zoologia  
Caixa Postal 19020 - CEP 81531-980 - Curitiba - Paraná  
Telefone/FAX +55 (0\*\*41) 3361-1641

*Aos meus pais, Maria e Ivo, por todos os sacrifícios feitos por mim, pelo apoio constante e pelos bons exemplos que sempre me proporcionaram,*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Luis Amilton Foerster, pelo tempo dispensando em minha formação, por todos os ensinamentos no que compete à pesquisa científica e pelo convívio durante tantos anos.

Ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia da UFPR, pela oportunidade de frequentar o curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca, Drº Geraldo Andrade Carvalho, Drº Bráulio Santos, Drº Eduardo Ramires e Drº Mario Antônio Nararro da Silva, pelo tempo dedicado à leitura desta tese e por todas as correções e sugestões feitas ao meu trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Zoologia pelos ensinamentos, e principalmente pelo convívio.

Ao senhor Massatoshi Shiono e sua esposa Dona Sumako Shiono, por me receberem sempre de forma tão gentil em sua casa e por me deixarem trabalhar em suas plantações de tomate durante três anos.

Agradeço ao professor Dr. José Henrique Pedrosa Macedo, por ceder suas estufas para que eu pudesse trabalhar e pelo bom humor com que sempre me recebeu.

Sou grata à professora Dra. Maria Christina de Almeida e ao colega Bolívar Barrett, pela ajuda com a identificação de parasitoides.

Agradeço à Msc. Priscila Strapasson pela ajuda com a coleta de voláteis, pela prestatividade e por toda a explicação sobre a metodologia e resultados.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia, Vera, Daniel, Denise, Sidney, e Paula, por toda a ajuda nos momentos que precisei e por serem sempre tão prestativos. Não poderia deixar de agradecer também à Cida, que por muitos anos nos ajudou a manter o laboratório limpo.

Agradeço aos funcionários da biblioteca, em especial aos que trabalham na sessão de periódicos, pela gentileza com a qual sempre me atenderam.

Agradeço aos colegas de laboratório com quem convivi durante todos esses anos e que se tornaram amigos, Carolina, Rinaldo, Monyka, Marion, Lais, Carla, Fernanda, Milena, Juliana, Cida, Karen e Leo. Devo um agradecimento especial à Carla pela ajuda com as coletas de campo durante tanto tempo.

Aos amigos do Departamento de Zoologia, Mariana, Murilo, Suellen, Thais, Salise, Angélico, Janael, e André, pela amizade dentro e fora da universidade, e por terem tornado todos esses anos muito mais divertidos,

Outra pessoa especial a quem sou grata é o Cesar, pela ajuda constante com meu trabalho, pelo exemplo de disciplina e dedicação, por sempre me ouvir, entender e me aconselhar. Sei que sempre faremos parte da vida um do outro.

Agradeço aos meus pais por tantos sacrifícios feitos pela minha formação, e por tornarem minha vida mais fácil com seu amor incondicional e dedicação. Sou grata também ao meu irmão Fabio, pela amizade e compreensão. E claro, não poderia deixar de agradecer à Fran, Dani e Ana, por fazerem parte da nossa família. À todos eles devo um pedido de desculpa por minha ausência durante os últimos anos.

Por fim, meu agradecimento mais especial é para alguém que infelizmente já não pode lê-lo, minha irmã Fernanda, que faleceu durante meu primeiro ano de doutorado. A ela sou grata pela grande amizade e amor incondicional, por ter sido tão presente em minha vida, sempre me apoiando em tudo que eu fizesse, e principalmente, por ter sido a pessoa mais corajosa, determinada e admirável que tive em minha vida.

Com certeza cometi injustiças ao escrever estes agradecimentos, pois durante tanto tempo, muitas pessoas me ajudaram e não foram mencionadas. Sendo assim, agradeço e peço desculpas àqueles que de alguma forma contribuíram com este trabalho, e foram esquecidos nestas breves palavras.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS .....  | VII       |
| LISTA DE FIGURAS.....   | IX        |
| <br>  |           |
| RESUMO GERAL.....   | 1         |
| GENERAL ABSTRACT.....   | 5         |
| <br>  |           |
| INTRODUÇÃO GERAL.....   | 9         |
| REFERÊNCIAS .....   | 12        |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO I. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE <i>Tuta absoluta</i> (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)<br/>E REGISTRO DE SEUS PARASITOIDES LARVAIS EM CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE NO<br/>MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ .....</b> | <b>21</b> |
| RESUMO.....   | 23        |
| ABSTRACT .....  | 24        |
| INTRODUÇÃO .....  | 25        |
| MATERIAL E MÉTODOS .....  | 26        |
| RESULTADOS .....  | 30        |
| DISCUSSÃO .....   | 35        |
| REFERÊNCIAS .....   | 40        |
| <br>  |           |
| <b>CAPÍTULO II. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO, SOBREVIVÊNCIA E<br/>REPRODUÇÃO DA TRAÇA-DO-TOMATEIRO, <i>Tuta absoluta</i> (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) .</b>   | <b>47</b> |
| RESUMO.....   | 49        |
| ABSTRACT .....  | 50        |
| INTRODUÇÃO .....  | 51        |
| MATERIAL E MÉTODOS .....  | 52        |
| RESULTADOS .....  | 56        |
| DISCUSSÃO .....   | 62        |
| REFERÊNCIAS .....   | 65        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>CAPÍTULO III. EFEITO DE CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE, <i>Solanum lycopersicon</i>, SOBRE O DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO, SOBREVIVÊNCIA E PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE <i>Tuta absoluta</i> (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)</b> ..... | 71  |
| RESUMO.....  | 73  |
| ABSTRACT .....   | 74  |
| INTRODUÇÃO.....  | 75  |
| MATERIAL E MÉTODOS .....   | 76  |
| RESULTADOS .....   | 78  |
| DISCUSSÃO.....   | 84  |
| REFERÊNCIAS .....  | 87  |
| <br>   |     |
| <b>CAPÍTULO IV. ANÁLISE DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO TOMATEIRO, <i>Solanum lycopersicon</i>, E PREFERÊNCIA DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Tuta absoluta</i> (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EM CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE</b> .....              | 93  |
| RESUMO.....  | 95  |
| ABSTRACT .....   | 96  |
| INTRODUÇÃO.....  | 97  |
| MATERIAL E MÉTODOS .....   | 98  |
| RESULTADOS .....   | 102 |
| DISCUSSÃO.....   | 106 |
| REFERÊNCIAS .....  | 108 |
| <br>   |     |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....  | 115 |



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1: Média ( $\pm$ EP) de indivíduos de *Tuta absoluta* registrados por coleta em cada estação do ano durante três safras de tomate consecutivas. .... 32
- Tabela 2: Resultados provenientes do teste *t* obtidos a partir da comparação da abundância de *Tuta absoluta* entre as cultivares avaliadas durante as estações do ano em que houve registro da espécie. .... 32
- Tabela 3: Análise de regressão múltipla pelo método de *stepwise* considerando a abundância de lagartas como variável dependente e fatores bióticos e abióticos como variáveis independentes. .... 34
- Tabela 4: Média ( $\pm$  EP) de indivíduos de *Tuta absoluta* coletados em cada estágio fenológico do tomate durante as três safras avaliadas em São José dos Pinhais, Paraná. .... 34
- Tabela 5: Porcentagem de lagartas de *Tuta absoluta* parasitadas por cada um dos gêneros registrados em cada uma das estações da safra de 2010/11 São José dos Pinhais, Paraná. .... 35

### CAPÍTULO II

- Tabela 1: Duração (dias) do tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de *Tuta absoluta* (Média  $\pm$  EP) em cinco temperaturas constantes. .... 56
- Tabela 2: Parâmetros estimados pela regressão linear, temperatura base ( $T_0$ ) e constante térmica em graus-dia (GD) para os estágios imaturos de *Tuta absoluta*. .... 58
- Tabela 3: Comprimento (mm) da asa posterior direita e tíbia posterior direita (Média  $\pm$  EP) de *Tuta absoluta* em diferentes temperaturas. .... 59
- Tabela 4: Porcentagem de mortalidade de *Tuta absoluta* durante as fases de desenvolvimento (N=140 para cada temperatura). .... 59
- Tabela 5: Duração média ( $\pm$ EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade (ovos por fêmea) e fertilidade (%) de *Tuta absoluta* em cinco temperaturas constantes. .... 61

|   |    |
|---|----|
| Tabela 6: Parâmetros estimados da tabela de vida de fertilidade de <i>Tuta absoluta</i> nas temperaturas constantes de 15, 20 e 25 °C. .... | 62 |
|---|----|

### CAPÍTULO III

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de <i>Tuta absoluta</i> (Média ± EP) em seis cultivares de tomate. .... | 79 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Tabela 2: Comprimento (mm) da asa posterior direita e tíbia posterior direita (Média ± EP) de <i>Tuta absoluta</i> em diferentes cultivares de tomate. .... | 79 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| Tabela 3: Porcentagem de mortalidade de <i>Tuta absoluta</i> durante as fases de desenvolvimento (N=140 para cada cultivar). .... | 81 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Tabela 4: Duração média (±EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade (ovos por fêmea) e fertilidade (%) de <i>Tuta absoluta</i> em seis cultivares de tomate. .... | 82 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Figura 2: Média de oviposição de <i>Tuta absoluta</i> ao longo do tempo em seis cultivares comerciais. .... | 83 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Tabela 5: Parâmetros estimados da tabela de vida de fertilidade de <i>Tuta absoluta</i> em seis cultivares de tomate. .... | 84 |
|--|----|

### CAPÍTULO IV

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1: Quantificação da coleção de voláteis (média ± EP) na concentração de ng/mg de planta, obtida a partir do método de aeração nas cultivares de tomate: Cereja, Giuliana, Nemoneta, Santa Clara. .... | 104 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) da quantificação de voláteis emitidos por quatro cultivares comerciais de tomate. .... | 106 |
|---|-----|

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1: Foto da área de estudo, localizada no município de São José dos Pinhais, Paraná, Brasil (25° 69' 63" S, 49° 21' 74" W). As setas indicam as estufas onde foram realizados os plantios de tomate e coletas de *Tuta absoluta*. (Fonte: Google Maps). ..... 28
- Figura 2: Estufa contendo mudas de tomate recém-transplantadas utilizada para avaliação da flutuação populacional de *Tuta absoluta* e registro de parasitoides larvais. .... 28
- Figura 3: Flutuação populacional de *Tuta absoluta* no município de São José dos Pinhais, Paraná, durante as safras de tomate de 2010/11, 2011/12, 2012/13. .... 30
- Figura 4: Abundância de *Tuta absoluta* (colunas) em função dos parâmetros abióticos (linhas) registrados no município de São José dos Pinhais, Paraná, considerando a soma dos indivíduos coletados nas duas cultivares avaliadas em cada ano. .... 33

### CAPÍTULO II

- Figura 1: Gaiolas construídas a partir de garrafas PET utilizadas para criação da fase larval de *Tuta absoluta* (a) e gaiolas de acetato para manutenção de adultos (b). .... 53
- Figura 2: Equações da regressão linear baseada na taxa de desenvolvimento ( $1/D$ ) de *Tuta absoluta*. .... 57
- Figura 3: Relação entre temperatura e taxa de desenvolvimento de *Tuta absoluta* com limiar térmico superior estimado pelo modelo não linear de Lactin *et al* (1995). .... 58
- Figura 4: Curvas de sobrevivência do ciclo de vida de machos e fêmeas de *Tuta absoluta* em cinco temperaturas constantes. .... 60

### CAPÍTULO III

Figura 1: Curvas de sobrevivência do ciclo de vida de machos e fêmeas de *Tuta absoluta* em seis diferentes cultivares de tomate. .... 80

Figura 2: Média de oviposição de *Tuta absoluta* ao longo do tempo em seis cultivares comerciais. .... 83

### CAPÍTULO IV

Figura 1: Gaiolas utilizadas no experimento de preferência de oviposição de *Tuta absoluta* em cultivares comerciais de tomate (a). Interior da gaiola mostrando a disposição das plantas, a seta indica o ponto de liberação dos adultos (b). .... 99

Figura 2: Sistema de aeração para coleta de voláteis contendo quatro cultivares comerciais de tomate, *Solanum lycopersicon*. .... 101

Figura 3: Cromatografia gasosa dos extratos cultivares comerciais de tomate, *Solanum lycopersicon*. As setas indicam, da esquerda para direita, os compostos: tert-butilbenzeno, 4-careno,  $\beta$ -felandreno,  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -cariofileno. \*RT = tempo de retenção ..... 103



**RESUMO GERAL**  
**GENERAL ABSTRACT**

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, INFLUÊNCIA  
DA TEMPERATURA E DE CULTIVARES  
COMERCIAIS DE TOMATE SOBRE O  
DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E  
PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE *Tuta  
absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**



**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DE  
CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE SOBRE O DESENVOLVIMENTO,  
REPRODUÇÃO E PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE *Tuta absoluta*  
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

**RESUMO GERAL**

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) é um microlepidóptero considerado a principal praga do tomateiro na América do Sul, é uma espécie com alto potencial invasivo, com registros crescentes de ocorrência na Europa e Oriente Médio. Neste contexto, informações sobre a biologia da espécie, bem como sua interação com o hospedeiro, *Solanum lycopersicon* Mill., podem gerar novas estratégias no manejo desta espécie. Sendo assim, o objetivo da presente tese foi avaliar os fatores que influenciam a flutuação populacional da praga, bem como verificar o efeito da temperatura e de cultivares comerciais de tomate sobre o desenvolvimento, reprodução e parâmetros demográficos da espécie. O estudo, realizado em cultivo orgânico de tomate na região metropolitana de Curitiba, evidenciou que a ocorrência da espécie é influenciada pela temperatura mínima, estação do ano e fenologia da planta. *T. absoluta* não atingiu os níveis de ação durante o período avaliado e foi demonstrado que sua ocorrência é limitada pelo clima e oferta descontínua de alimento na região. Foram encontradas quatro espécies de parasitoides distribuídas em três famílias da ordem Hymenoptera, *Conura* sp. Spinola, 1837 (Chalcididae), *Earinus* sp. Wesmael, 1837 (Braconidae), *Myosoma* sp. Robertson (Braconidae) e *Casinaria* sp. Holmgren, 1859 (Ichneumonidae). As duas últimas representam o primeiro registro destes gêneros parasitando *T. absoluta*. Os resultados obtidos em laboratório com o estudo sobre a influência da temperatura corroboraram os dados de campo, uma vez que ficou claro que apesar de se desenvolver numa ampla faixa de temperatura, a reprodução de *T. absoluta* é afetada negativamente nas temperaturas extremas, mas neste caso, foi afetada também pela temperatura extrema superior. Foi avaliada a influência de cultivares comerciais de tomate no desenvolvimento e reprodução da traça-do-tomateiro. A cultivar Cereja se mostrou adequada ao desenvolvimento, reprodução e aumento populacional da espécie. Por outro lado, as cultivares Cordilheira, Giuliana e Santa Clara afetaram negativamente a reprodução e parâmetros demográficos da espécie. No experimento de preferência de oviposição, houve significativamente mais ovos depositados sobre as cultivares Nemoneta e Santa Clara. Devido à associação de uma

série de fatores limitantes, *T. absoluta* não é uma praga chave na região metropolitana de Curitiba, Paraná. O cultivo entre os meses de setembro a abril das cultivares Cordilheira e Santa Clara é recomendado nesta região, uma vez que estes hospedeiros afetam negativamente os parâmetros biológicos da espécie, limitando seu aumento populacional.

**Palavras-chave:** tomateiro, traça-do-tomateiro, tabela de fertilidade, regressão múltipla, oviposição, voláteis



**POPULATION FLUCTUATION, INFLUENCE OF TEMPERATURE AND VARIETIES  
OF TOMATO ON DEVELOPMENT, REPRODUCTION AND DEMOGRAPHIC  
PARAMETERS OF *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

**GENERAL ABSTRACT**

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) is a microlepidóptero considered as the major pest of tomato in South America, is a species with highly invasive potential, with increasing records of occurrence in Europe and the Middle East. In this context, information on the biology of the species and their interaction with the host, *Solanum lycopersicon* Mill., can generate new management strategies. Thus, the aim of this work was to evaluate the factors influencing the population dynamics of the pest, as well as the effect of temperature and commercial tomato cultivars on development, reproduction and demographic parameters of the species. The study conducted in an organic tomato crop located in the metropolitan region of Curitiba demonstrated that the occurrence of the species is influenced by the minimum temperature, season of the year and plant phenology. *T. absoluta* population did not reach the levels of action during the study period and its occurrence is limited by climate and discontinuous food supplies during autumn and winter in the region. Four species were found distributed in three families of the order Hymenoptera, *Conura* sp. Spinola, 1837 (Chalcididae) *Earinus* sp. Wesmael, 1837 (Braconidae), *Myosoma* sp.. Robertson (Braconidae) and *Casinaria* sp. Holmgren, 1859 (Ichneumonidae). The latter two species were recorded for the first time parasitizing *T. absoluta*. The results obtained in the experiment on the influence of temperature on *T. absoluta* biology corroborates the field-collected data, showing that although the pest develops in a wide range of temperatures, its reproduction is negatively affected by extreme temperatures, but in this case, was also affected by extreme temperature higher. The influence of commercial tomato cultivars in the development and reproduction of the tomato leafminer was evaluated. Cereja cultivar was an adequate host for development, reproduction and population growth of the species. On the other hand, Cordilheira, Giuliana and Santa Clara cultivars negatively affected the reproduction and demographic parameters of the species. In the experiment on oviposition preference, there were significantly more eggs layd on Nemoneta and Santa Clara cultivars. Due to the combination of a series of limiting factors, *T. absoluta* cannot be considered as a key pest of tomato crops in the metropolitan region of Curitiba, Paraná. The culture between the months of September to April of the cultivars

Cordilheira and Santa Clara are recommended in this region, since these hosts negatively affected the biological parameters of the species, limiting their population growth.

**Key words:** tomato, tomato leafminer, fertility table, multiple regression, oviposition, volatiles



## **INTRODUÇÃO GERAL**

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, INFLUÊNCIA  
DA TEMPERATURA E DE CULTIVARES  
COMERCIAIS DE TOMATE SOBRE O  
DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E  
PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE *Tuta  
absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**



## INTRODUÇÃO GERAL

O tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., está entre as hortaliças mais consumidas no Brasil e no mundo. Esta cultura é de grande importância socioeconômica, pois abrange grandes áreas de cultivo e emprega considerável mão de obra. Além disso, movimentava grandes quantias de dinheiro no comércio de insumos agrícolas e da produção, assim como no processamento industrial (Boiteux *et al* 2008, Melo *et al* 2008).

A produção brasileira de tomate começou em Pernambuco, por volta do século XVIII. A cultura teve um grande avanço em 1950 no estado de São Paulo e na década de 1980 expandiu-se para o Nordeste (EMBRAPA 2003). Segundo dados da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) de 2013, atualmente o Brasil é o oitavo maior produtor mundial de tomate. No ano de 2011 foi responsável por mais de 4,4 milhões de toneladas produzidas, destas, o Paraná produziu cerca de 356 mil toneladas (FAO 2013, SEAB 2013). A expansão da área de cultivo do tomateiro favoreceu o desenvolvimento de várias pragas que afetam consideravelmente a sua produção, entre elas, a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Gonçalves-Gervásio *et al* 1999).

*Tuta absoluta* é um microlepidóptero considerado a principal praga do tomateiro na América do Sul (Suinaga *et al* 1999, Torres *et al* 2001). Este microlepidóptero é uma espécie multivoltina, que mina folhas, flores, caules e frutos do tomateiro (Pereyra & Sánchez 2006). O dano é produzido quando as larvas minam as folhas e passam a se alimentar do mesófilo (Coelho & França 1987, Haji *et al* 1989, Fernandez & Montagne 1990, Uchôa-Fernandes *et al* 1995) afetando a capacidade fotossintética da planta (Pereyra & Sánchez 2006). Entretanto, a injúria causada diretamente nos frutos pode causar perdas severas na produção (Colomo & Berta 1995).

A traça-do-tomateiro possui cerca de 10 mm de envergadura de asa e 6 mm de comprimento. Dotada de uma coloração cinza-prateada, possui asas com bordas posteriores franjadas e antenas filiformes com artículos de coloração marrom. O abdômen, também de coloração marrom, é mais volumoso em fêmeas do que machos, sendo o dimorfismo sexual do inseto visível no estágio de pupa. A coloração dos ovos varia de branco a marrom, quando próximos da eclosão das lagartas, e são geralmente isolados ou apresentam-se em pequenos grupamentos. A lagarta, que possui coloração

verde e no final do desenvolvimento apresenta a face dorsal avermelhada, pode medir de 6 a 9 mm no estágio em que ocasiona os maiores danos (Coelho & França 1987).

*Tuta absoluta* foi constatada pela primeira vez em Huancayo, no Peru, em 1917 (Vargas 1970). Porém, somente a partir da década de 1960 esta espécie passou a ser limitante para o cultivo do tomateiro no Peru, Chile, Colômbia, Argentina, Bolívia, Uruguai e Paraguai (Bahamondes & Mallea 1969, Vargas 1970, Razuri & Vargas 1975, Carballo *et al* 1981, Moore 1983, Nakano & Paulo 1983, Estay 2000, Flores *et al* 2003). Não há informação disponível que evidencie claramente a rota de entrada da traça-do-tomateiro no Brasil. Porém, acredita-se que esta praga tenha vindo de algum país vizinho, pois já havia sido registrada em Mendoza, na Argentina, entre os anos de 1960 e 1964 (Nakano & Paulo 1983, Riquelme 1993). O primeiro registro oficial da espécie no Brasil foi em Morretes, litoral paranaense, em setembro de 1979 (Muszinski 1982). No ano seguinte sua ocorrência foi registrada em Jaboticabal – SP (Moreira *et al* 1981) e em 1981 em Juazeiro – BA (Moraes & Normanha Filho 1982). Em poucos anos a praga passou a ser encontrada em todas as regiões do país onde se cultivava tomate (Borgoni *et al* 2003).

Por muitos anos *T. absoluta* foi considerada uma espécie de distribuição neotropical (Razuri & Vargas 1975, Moore 1983, Souza & Reis 1986; 1992, Michereff Filho & Vilela 2000). Porém, esta espécie apresenta alto potencial invasivo e foi registrada na Europa em 2006, inicialmente na Espanha e poucos anos depois na Itália (Garzia *et al* 2009, Viggiani *et al* 2009), França (Germain *et al* 2009, Nel 2009), Grécia (Roditakis *et al* 2010) e se espalhou pela Bacia do Mediterrâneo (Desneux *et al* 2010), principalmente na Turquia (Kiliç 2010). Atualmente é encontrada também em diversos países do Oriente Médio (Abdul Razzak *et al* 2010). Os registros mais recentes de *T. absoluta* são no Irã e Tunísia, no ano de 2012 (Abbes *et al* 2012, Baniameri & Cheraghian 2012). A espécie tem sido reportada em diversos lugares do mundo (Desneux *et al* 2011) com climas bastante distintos, demonstrando sua adaptação a temperaturas variadas. Como resultado, atualmente 21,5% da área cultivada e 27,2% dos frutos produzidos no mundo são infestados por *T. absoluta* (Desneux *et al* 2011). Sendo assim, o alto potencial invasivo da espécie tem ficado cada vez mais evidente e estudos sobre a biologia, a relação com a temperatura e suas exigências térmicas, bem como parâmetros populacionais, são extremamente necessários.

A traça-do-tomateiro tem sido controlada por aplicações múltiplas de inseticidas (Drinkwater *et al* 1995, Thomazini *et al* 2001). Há uma série de aspectos negativos

oriundos do uso de inseticidas, pois aplicações sucessivas afetam os inimigos naturais e favorecem a seleção de pragas resistentes (van Driesche & Bellows Jr 1996, Thomazini *et al* 2001, Castelo Branco & Amaral 2002). Populações brasileiras de *T. absoluta* têm demonstrado resistência a vários compostos utilizados para seu controle, como abamectina, cloridrato de cartape, diflubenzurom, metamidofós, permetrina, espinosade, teflubenzurom e triflumuro (Siqueira *et al* 2000 a;b; 2001, Santos *et al* 2011, Silva *et al* 2011), o que faz com que o agricultor acabe por aplicar quantidades de inseticidas superiores ao recomendado. O uso demorado de agrotóxicos pode ainda trazer consequências economicamente negativas, pois existe a possibilidade que os produtos finais apresentem resíduos acima do limite tolerado, o que pode acarretar na retirada do produto do mercado consumidor. Esse problema se deve ao fato de que muitos agricultores não respeitam o período de carência determinado pelo fabricante dos inseticidas, que trata do tempo entre a aplicação do produto e colheita do fruto para comercialização. Diversos estudos têm se dedicado a avaliação do impacto de inseticidas sobre a saúde humana (Barreto *et al* 1996, Araújo *et al* 2000, Caldas & Souza, 2000) e a fauna benéfica (Desneux *et al* 2007, Takada *et al* 2001, Moscardini *et al* 2013, Torres *et al* 2013).

Esses problemas podem ser minimizados com métodos de controle alternativos, como o emprego de variedades de tomate resistentes ou menos atrativas ao inseto (Thomazini *et al* 2001). Insetos herbívoros normalmente selecionam as plantas de acordo com o seu conteúdo nutricional. O crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos dependem diretamente da qualidade e quantidade de alimento utilizado (Hagen *et al* 1984). Por sua vez, a susceptibilidade da planta a um ataque de insetos depende do meio ecológico e de suas características químicas e morfológicas. As plantas emitem uma série de voláteis que promovem interações com outras plantas e também com animais (Dudareva *et al* 2004, Knudsen *et al* 2006, Pichersky *et al* 2006). Os voláteis produzidos por plantas intactas variam de acordo com o genótipo, o estágio fenológico e as condições ambientais (Vallat and Dorn 2005, Bengtsson *et al* 2006, Karlsson *et al* 2009). Insetos herbívoros podem utilizar estes voláteis para encontrar e distinguir os melhores hospedeiros para alimentação e reprodução (Linn *et al* 2003, Bengtsson *et al* 2006, Tasin *et al* 2006, Cha *et al* 2008, Pinero & Dorn 2009, Schmidt-Busser *et al* 2009, Sole *et al* 2010). Muitos estudos a respeito de cultivares resistentes vêm sendo realizados (Fornazier *et al* 1986, Estay *et al* 1987, Maluf *et al* 1997, Ecole *et al* 2000; 2001, Gilardon *et al* 2002, Medeiros *et al* 2006). No entanto, estas espécies

dadas como resistentes não são cultivadas comercialmente. Sendo assim, a comparação da biologia e reprodução da espécie em diferentes cultivares comerciais possibilita fornecer dados que podem representar uma alternativa a mais no manejo desta espécie.

No cultivo orgânico ou em um ambiente com redução nas aplicações de inseticidas, há um equilíbrio natural e as populações de inimigos naturais, como predadores e parasitoides, conseguem se manter. Já foram registradas 44 espécies de predadores e 49 de parasitoides associados aos diferentes estágios de desenvolvimento de *T. absoluta* na América do sul (Desneux *et al* 2010). Os predadores atacam a espécie em todos os seus estágios e estão presentes desde a fase inicial da cultura (Medeiros *et al* 2011). Entre os parasitoides de ovos, a espécie *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é bastante estudada e já foi utilizada com sucesso em programas de controle biológico aplicado de *T. absoluta* no Vale do Rio São Francisco na década de 1990 (Haji *et al* 2002, Michereff Filho *et al* 2013). Porém, na região sul do Brasil os estudos sobre parasitoides larvais de *T. absoluta* ainda são escassos e levantamentos das espécies que ocorrem na região são extremamente relevantes.

Considerando o contexto atual da espécie e seu potencial invasivo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os fatores que afetam a biologia, sobrevivência, reprodução e dinâmica populacional de *T. absoluta*. Para tal, a tese foi dividida em quatro capítulos. No primeiro capítulo avaliou-se a dinâmica populacional da praga e de seus parasitoides larvais em cultivo orgânico de tomate na região Metropolitana de Curitiba. O segundo capítulo avaliou o desenvolvimento, sobrevivência, reprodução, longevidade e parâmetros demográficos da espécie em diferentes temperaturas. No terceiro capítulo, estes mesmos parâmetros biológicos e demográficos foram avaliados com diferentes cultivares comerciais de tomate. Finalmente, no quarto capítulo foi feito um estudo sobre a preferência de oviposição de *T. absoluta* e também uma análise dos compostos voláteis emitidos pelo tomateiro.

## REFERÊNCIAS

**Abbes K, Harbi A, Chermiti B (2012)** The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. Bulletin EPPO 42: 226-233.



**Abdul Razzak AS, Yassiri AL, Fadhil HQ (2010)** First report of tomato borer (tomato moth) *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato crop in Iraq. Arab and Near East Plant Protection Newsletter 51: 31.

**Araújo ACP, Nogueira DP, Augusto LGS (2000)** Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. Revista de Saúde Pública, 34: 309-313.

**Bahamondes LA, Mallea AR (1969)** Biología em Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Polvony (Lepidoptera - Gelechiidae), espécie nueva para la República Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo 15: 96-104.

**Baniameri V, Cheraghian A (2012)** The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. Bulletin EPPO 42: 322-324.

**Barreto HHC, Inomata ON, Lemes VRR, Kussumi TA, Scorsafava MA, Rocha SOB (1996)** Monitoramento de resíduos de pesticidas em alimentos comercializados no estado de São Paulo em 1994. Pesticidas: Revista Técnico- Científica, 6: 1-12.

**Bengtsson M, Jaastad G, Knudsen G, Kobro S, Backman AC, Pettersson E, Witzgall P (2006)** Plant volatiles mediate attraction to host and non-host plant in apple fruit moth, *Argyresthia conjugella*. Entomologia Experimentalis et Applicata 118: 77-85.

**Boiteux LS, Melo PCT, Vilela NJ (2008)** Tomate para consumo *in natura*. In: Albuquerque ACS, Silva AG (Org.). Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 1: 557-567.

**Borgoni PC, Silva RA, Carvalho GS (2003)** Consumo de mosofilo foliar por *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. Ciência Rural 33: 7-11.

**Caldas ED, Souza LCKR (2000)** Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. Revista de Saúde Pública, 34: 529-537.

**Carballo R, Basso C, Scatoni I, Commoto F (1981)** Ensayos para el control de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) temporada 1980-1981. Revista Técnica, Facultad de Agronomía 50: 41-46.

**Castelo Branco M, Amaral PST (2002)** Inseticidas para controle da traça-das-crucíferas: como os agricultores os utilizam no Distrito Federal? *Horticultura Brasileira*, 20: 410-415.

**Cha DH, Nojima S, Hesler SP, Zhang A, Linn CE, Roelofs WL, Loeb GM (2008)** Identification and field evaluation of grape shoot volatiles attractive to female grape berry moth (*Paralobesia viteana*). *Journal of Chemistry Ecology* 34: 1180-1189.

**Coelho MCF, França FH (1987)** Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 22: 129-135.

**Colomo MV, Berta DC (1995)** Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. *Acta Zoologica Lilloana* 43: 165-177.

**Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM (2007)** The sublethal effects of pesticides n beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology* 52: 81-106.

**Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A (2011)** The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84: 403-408.

**Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys AGK, Burgio G, Arpaia S, Narva'ez-Vasquez CA, Gonzalez-Cabrera J, Catalan Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Urbaneja CA (2010)** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197–215.

**Drinkwater LE, Letourneau DK, Workneh F, Vanbruggen AHC, Shennan C (1995)** Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. *Ecological Applications* 5: 1098-1112.

**Dudareva N, Pichersky E, Gershenzon J (2004)** Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiology* 135: 1893-1902.

**Ecole CC, Picanco MC, Guedes RNC, Brommonschenkel SH (2001)** Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology* 125: 193-200.

**Ecole CC, Picanco MC, Moreira MD, Magalhaes STV (2000)** Chemical components associated with resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 29: 327-337.

**EMBRAPA (2003)** Disponível no site: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/importancia.htm>. Consultado em 14 jun 2013.

**Estay PI (2000)** Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Instituto de Investigações Agropecuárias, Informativo La Platina, 9: 4p.

**Estay PI, Arnason JT, Philogene BJR (1987)** Susceptibilidad de cultivares de tomate a *Scrobipalpa absoluta*, en Chile. Revista Peruana de Entomologia 30: 45-47.

**FAO (2013)** Disponível no site: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acessado em 20 jun 2013.

**Fernandez S, Montagne A (1990)** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Boletín de Entomología Venezolana 5: 89-99.

**Flores LV, Gilardón E, Gardenal CN (2003)** Genetic structure of populations of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Basic and Applied Genetic 15: 29-32.

**Fornazier MJ, Dessaune Filho N, Pereira, EB (1986)** Reação de cultivares de tomate ao ataque da traça do tomateiro. Horticultura Brasileira 4: 26-27.

**Garzia GT, Siscaro G, Colombo A, Campo G (2009)** Reappearance of *Tuta absoluta* in Sicily. Informatore Agrario 65: 4, 71.

**Germain JF, Lacordaire AI, Cocquempot C, Ramel JM, Oudard E (2009)** A new tomato pest in France: *Tuta absoluta*. PHM Revue Horticole 512: 37-41.

**Gilardon E, Gorustovich M, Collavino G, Hernandez C, Pocovi M, Bonomo ML C, Olsen A (2002)** Resistance of tomato lines to the South American tomato pinworm (*Tuta absoluta* Meyr.) in the laboratory and in the field. Investigacion Agraria, Produccion y Proteccion Vegetales 17: 35-42.

**Gonçalves-Gervásio RCRG, Ciociola AI, Santa Cecília LVC, Maluf WR (1999)** Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. *Ciência Agrotécnica* 23: 247-251.

**Hagen G, Kleinschmidt A, Guilfoyle T (1984)** Auxin-regulated gene expression in intact soybean hypocotyl and excised hypocotyl sections. *Planta* 162: 147–153.

**Haji FNP, Dias RCS, Andrade MW (1989)** Controle da traça do tomateiro. Petrolina : EMBRAPA/CPATSA, 2p. (Comunicado técnico, n.39).

**Haji FNP, Prezotti L, Carneiro JS, Alencar JA (2002)** *Trichogramma Pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo, Manole, p. 477-494.

**Karlsson MF, Birgersson G, Prado AMC, Bosa F, Bengtsson M, Witzgall P (2009)** Plant odor analysis of potato: response of Guatemalan moth to above and belowground potato volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 5903-5909.

**Kiliç T (2010)** First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica* 38: 243–244.

**Knudsen JT, Eriksson R, Gershenzon J, Ståhl B (2006)** Diversity and distribution of floral scent. *Botanical Review*. 72: 1-120.

**Linn CE, Feder JL, Nojima S, Dambroski HR, Berlocher SH, Roelofs WL (2003)** Fruit odor discrimination and sympatric host race formation in *Rhagoletis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100: 11490-11493.

**Maluf WR, Barbosa LV, Santa-Cecilia LVC (1997)** 2-Tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South American tomato pinworm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp. *Euphytica* 93: 189-194.

**Medeiros MCL, Marques LF, Moreira JN, Maia AFCA, Cavalcante Neto JG, Oliveira SKL, Ferreira HA (2006)** Influência de substrato e adubação foliar na germinação e vigor de mudas de rúcula. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 46: 2421-2424.

- Medeiros MA, Sujii ER, Morais HC (2011)** Fatores de mortalidade na fase de ovo de *Tuta absoluta* em sistemas de produção orgânica e convencional de tomate. *Bragantia* 70: 72-80.
- Melo PCT, Boiteux LS, Vilela NJ, Ferraz E (2008)** Tomate para processamento industrial. In: Albuquerque ACS, Silva AG (Org.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica 1: 547-556.
- Michereff Filho M, Guimarães JA, Moura AP (2013)** A traça-do-tomateiro no mundo. EMBRAPA Hortaliças, Circular técnica nº 140.
- Michereff Filho M, Vilela EF (2000)** Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). In: Vilela, E.F., Zucchi, R.A., Cantor, F. *Pragas introduzidas*. São Paulo: Holos Editora, 173 p.
- Moore JE (1983)** Control of tomato leafminer (*Scrobipalpa absoluta*) in Bolívia. *Tropical Pest Management* 29: 231-238.
- Moraes GJ, Normanha Filho JA (1982)** Surto de *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) em tomateiro no trópico semi-árido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 17: 503-504.
- Moreira JOT, Lara FM, Churata-Masca MGC (1981)** Ocorrência de *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) danificando tomate rasteiro em Jaboticabal, SP. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 7., 1982, Fortaleza. Resumos. Fortaleza: SEB, p.58.
- Moscardini VF, Gontijo PC, Carvalho GA, Oliveira RL, Maia JB, Silva FF (2013)** Toxicity and sublethal effects of seven insecticides to eggs of the flower bug *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). *Chemosphere* 92: 490-496.
- Muszinski T, Lavendowski IM, Maschio LMA (1982)** Constatação de *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick, 1917) (= *G. Norimoschema absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae), como praga do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no litoral do Paraná. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 11: 291-292.
- Nakano O, Paulo AD (1983)** As traças do tomateiro. *Agroquímica* 20: 8-12.
- Nel J (2009)** Confirmation of the presence of the tomato pest *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) (Meyrick, 1917), in southern France. *Bulletin de la Societe Entomologique de France* 114: 427-428.

**Pereyra PC, Sánchez NE (2006)** Effect of two solanaceous plants of development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35: 672-675.

**Pichersky E, Sharkey TD, Gershenzon J (2006)** Plant volatiles: a lack of function or a lack of knowledge? *Trends in Plant Science* 11: 421-421.

**Pinero JC, Dorn S (2009)** Response of female oriental fruit moth to volatiles from apple and peach trees at three phenological stages. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 131: 67-74.

**Razuri V, Vargas E (1975)** Biología e comportamiento de *Scrobipalpa absoluta* Meyrick (Lep., Gelechiidae) en tomatera. **Revista Peruana de Entomología** 18: 84-89.

**Riquelme AH (1993)** Control integrado de plagas en tomate. Cuyo, Mendoza: INTA: 4-34.

**Roditakis E, Papachristos D, Roditakis NE (2010)** Current status of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 40: 163-166.

**Santos AC, Bueno RCOF, Vieira SS, Bueno AF (2011)** Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. *BioAssay* 6 : 1-6.

**SEAB (2013)** Disponível no site: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/hor5.pdf>. Acessado em 20 jun 2013.

**Schmidt-Busser D, von Arx M, Guerin PM (2009)** Host plant volatiles serve to increase the response of male European grape berry moths, *Eupoecilia ambiguella*, to their sex pheromone. *Journal of Comparative Physiology A* 195: 853–864.

**Silva GA, Picanço, MC, Bacci L, Crespo ALB, Rosado JF, Guedes RNC (2011)** Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. *Pest Management Science* 67: 913-920.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Fragoso DB, Magalhães LC (2001)** Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *International Journal of Pest Management* 47: 247-251.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Picanço MC (2000a)** Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology* 2: 147-153.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Picanço MC (2000b)** Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology* 124: 233-238.

**Sole J, Sans A, Riba M, Guerrero A (2010)** Behavioural and electrophysiological responses of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* to host-plant volatiles and related chemicals. *Physiological Entomology* 35: 354-363.

**Souza JC, Reis PR (1986)** Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21: 342-354.

**Souza JC, Reis PR (1992)** Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 20 p.

**Suinaga FA, Picanço M, Jhan GN, Brommonschenkel SH (1999)** Causas químicas da resistência de *Lycopersicon peruvianum* a *Tuta absoluta*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 313-321.

**Takada Y, Kawamura S, Tanaka T (2001)** Effects of various insecticides on the development of egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology* 94: 1340-1343.

**Tasin M, Backman AC, Bengtsson M, Ioriatti C, Witzgall P (2006)** Essential host plant cues in the grapevine moth. *Naturwissenschaften* 93: 141-144.

**Thomazini APBW, Vendramin JD, Brunherotto R, Lopes MTR (2001)** Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 30: 283-288.

**Torres AF, Santacecília LVC, Moscardini VF, Carvalho GA (2013)** Selectivity of seven insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Colombiana de Entomologia* 39: 34-39.

**Torres JB, Faria CA, Evangelista Junior WS, Pratissoli D (2001)** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management* 47: 173-178.

**Uchôa-Fernandes MA, Della Lucia TMC, Vilela EF (1995)** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24: 159-164.

**van Driesche RG, Bellows Jr TS (1996)** Biological control. New York, Chapman & Hall, 539p.

**Vallat A, Dorn S (2005)** Changes in volatile emissions from apple trees and associated response of adult female codling moths over the fruit-growing season. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 4083-4090.

**Vargas H (1970)** Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Idesia, Arica, 1: 75-110.

**Viggiani G, Filella F, Delrio G, Ramassini W, Foxi C (2009)** *Tuta absoluta*, a new Lepidoptera now reported in Italy. Informatore Agrario 65: 66-68.





## CAPÍTULO I

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) E REGISTRO DE SEUS PARASITOIDES LARVAIS EM CULTIVO ORGÂNICO DE TOMATE NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ**



**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA:  
GELECHIIDAE) E REGISTRO DE SEUS PARASITOIDES LARVAIS EM CULTIVO  
ORGÂNICO DE TOMATE NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ**

**RESUMO**

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), é uma importante praga do tomate na América do Sul e tem sido registrada em vários países da Europa e Oriente Médio. A flutuação populacional da espécie foi avaliada durante três safras consecutivas, entre 2010 e 2013, no município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, sudeste do Paraná. A cultivar Cordilheira foi avaliada nos três períodos de estudo, juntamente com TO60 na primeira safra e Pizzadoro nas duas últimas. A ocorrência da espécie não atingiu os níveis de ação em nenhuma das safras avaliadas. Os registros de maior abundância da praga ocorreram nas duas primeiras safras. Nas três safras avaliadas, os picos de ocorrência da espécie se deram entre os meses de dezembro e abril. A abundância de *T. absoluta* foi maior na cultivar Cordilheira, em todas as estações do ano e nos três períodos avaliados. A regressão múltipla pelo método *stepwise* demonstrou que a estação do ano, o ano, a fenologia, a temperatura mínima e a cultivar foram fatores que influenciaram de forma significativa a abundância de *T. absoluta*. Juntos estes fatores explicaram 50% da variação na densidade da espécie. Nas três safras avaliadas, o estágio fenológico de frutificação foi o que proporcionou maior densidade da praga. Parasitoides larvais de *T. absoluta* foram registrados apenas nas duas primeiras safras avaliadas. Foram encontrados quatro espécies distribuídas em três famílias da ordem Hymenoptera, *Conura* sp. Spinola, 1837 (Chalcididae), *Earinus* sp. Wesmael, 1837 (Braconidae), *Myosoma* sp. Robertson (Braconidae) e *Casinaria* sp. Holmgren, 1859 (Ichneumonidae). As duas últimas representam o primeiro registro destes gêneros parasitando *T. absoluta*. Sob o ponto de vista de incidência de *T. absoluta*, o cultivo orgânico de tomate na região metropolitana de Curitiba, é viável e economicamente vantajoso, pois *T. absoluta* não atingiu o nível de ação durante o período avaliado.

**Palavras-chave:** Traça-do-tomateiro, fenologia, *Myosoma* sp., *Casinaria* sp.

**POPULATION FLUCTUATION OF *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA:  
GELECHIIDAE) AND RECORD OF LARVAL PARASITOIDS IN ORGANIC  
TOMATO CROP IN THE CITY OF SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ**

**ABSTRACT**

The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), is an important pest of tomatoes in South America and has been recorded in various countries in Europe and the Middle East. The population fluctuation of the species was evaluated during three consecutive crop seasons between 2010 and 2013, in São José dos Pinhais, Curitiba metropolitan region, southeastern Paraná. The Cordilheira cultivar was evaluated in all three crop seasons, with TO60 in the first crop and Pizzadoro in the last two. The occurrence of the species did not reach the levels of action in any of the seasons. The highest incidence of *T. absoluta* occurred in the first two seasons. In all crop seasons, the peak of occurrence was recorded between December and April. The abundance of the pest was higher in Cordilheira cultivar, in all seasons of the year and in all three crops. The stepwise multiple regression showed that season, year, phenology, minimum temperature and cultivar were factors that significantly influenced the abundance of *T. absoluta*. Together, these factors explained 50% of the variation in pest abundance. In the three crop seasons, the phenological stage of fruiting showed the highest density of the pest. Larval parasitoids of *T. absoluta* were recorded only in the first two crop seasons. Four species were found distributed in three families of the order Hymenoptera, *Conura* sp. Spinola, 1837 (Chalcididae) *Earinus* sp. Wesmael, 1837 (Braconidae), *Myosoma* sp.. Robertson (Braconidae) and *Casinaria* sp. Holmgren, 1859 (Ichneumonidae). The latter two species were recorded for the first time parasitizing *T. absoluta*. Under the point of view of incidence of *T. absoluta*, the organic culture of tomato in southeastern metropolitan region of Curitiba is viable and economically advantageous because *T. absoluta* did not reach action level during the study period.

**Key words:** Tomato leafminer, phenology, *Myosoma* sp., *Casinaria* sp.

## INTRODUÇÃO

O tomate, *Solanum lycopersicon* Mill., é uma cultura de grande importância socioeconômica no mundo todo, pois abrange grandes áreas de cultivo e emprega considerável mão de obra. Além disso, movimentam grandes somas em capital no comércio de insumos agrícolas, na venda da produção, assim como no processamento industrial (Boiteux *et al* 2008, Melo *et al* 2008). O Brasil é atualmente o oitavo maior produtor mundial de tomate, sendo que do total de 4,4 milhões de toneladas produzidas pelo país em 2011, o Paraná foi responsável por cerca de 356 mil toneladas (FAO 2013, SEAB 2013).

Assim como outras culturas, o cultivo de tomate enfrenta problemas com diversas pragas, sendo *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), a traça-do-tomateiro, a principal delas. *T. absoluta* é uma espécie multivoltina, que mina folhas, flores, caules e frutos do tomateiro (Pereyra & Sánchez 2006). As larvas minam as folhas e se alimentam do mesofilo (Coelho & França 1987, Haji *et al* 1989, Fernandez & Montagne 1990, Uchôa-Fernandes *et al* 1995) afetando a capacidade fotossintética da planta (Pereyra & Sánchez 2006). Além disso, o dano causado diretamente nos frutos pode causar perdas severas na produção (Colomo & Berta 1995).

Desde a década de 60, países da América do Sul têm esta espécie como um fator limitante na produção de tomate (Bahamondes & Mallea 1969, Vargas 1970, Razuri & Vargas 1975, Moore 1983, Carballo *et al* 1981, Nakano & Paulo 1983, Estay 2000, Flores *et al* 2003). Seu primeiro registro no Brasil foi em 1979, no município de Morretes, litoral paranaense (Nakano & Paulo 1983, Riquelme 1993) e desde a década de 1990 *T. absoluta* é considerada a principal praga do tomate na América do Sul (Suinaga *et al* 1999, Torres *et al* 2001). A espécie possui um alto potencial invasivo e desde 2006 vem sendo registrada em diversos países da Europa e Oriente Médio (Garzia *et al* 2009, Viggiani *et al* 2009, Germain *et al* 2009, Kiliç 2010, Baniameri & Cheraghian 2012, Abbes *et al* 2012, Roditakis *et al* 2010, Desneux *et al* 2010, Desneux *et al* 2011). Apesar dos numerosos registros de ocorrência da espécie pelo Brasil e pelo mundo, estudos sobre a dinâmica populacional da espécie ainda são escassos no sul do país.

Entre os inimigos naturais da traça-do-tomateiro, estão predadores, parasitoides e entomopatógenos. Ao todo, 49 espécies de parasitoides e 44 de predadores foram registradas como inimigos naturais de *T. absoluta* no continente Sul-americano (Desneux *et al* 2010). Entre os parasitoides de ovos, *Trichogramma pretiosum* Riley

(Hymenoptera: Trichogrammatidae) já foi utilizada com sucesso em programas de controle biológico aplicado de *T. absoluta* no Vale do Rio São Francisco na década de 1990 (Haji *et al* 2002, Michereff Filho *et al* 2013). Entretanto, embora estudos com parasitoides de ovos associados à espécie sejam numerosos, pouco se sabe a respeito de seus parasitoides larvais na região sul do Brasil.

Em regiões tropicais do Brasil, onde o tomate é cultivado o ano todo, como no Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais, a espécie ocorre durante todo o ciclo da planta, com picos de ocorrência nos meses secos destas regiões, de julho a setembro (Castelo Branco 1992). Por outro lado, entre novembro e abril, as populações diminuem pela ação das chuvas (Haji *et al* 1988, Castelo Branco 1992). Estudos que contemplem a flutuação da espécie na região sudeste do Paraná são ainda inexistentes. Tais dados são de grande relevância, pois nesta região ocorrem apenas dois ciclos de cultivo de tomate, com plantios em setembro e dezembro, e término da cultura em meados de abril, não sendo cultivado nos meses de inverno (Ribas & Souza 2012).

Uma ampla variedade de fatores pode promover a sazonalidade de um inseto praga, como condições climáticas, fenologia da planta hospedeira e inimigos naturais. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a flutuação populacional de *T. absoluta* e a ocorrência de parasitoides larvais em cultivo comercial orgânico no município de São José dos Pinhais - PR e determinar os fatores que contribuem para a sazonalidade da praga.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A pesquisa foi realizada em um cultivo orgânico comercial no município de São José dos Pinhais, (25° 69' 63" S, 49° 21' 74" W). A propriedade possui quatro estufas sem cobertura lateral com capacidade entre 600 a 800 plantas onde foram realizados os levantamentos. A área é caracterizada por fragmentos de mata nativa ao seu redor (Figura 1), capaz de fornecer abrigo e hospedeiros alternativos a inimigos naturais quando a praga não está disponível no campo (Thomson & Hoffmann 2010). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é cfb (subtropical úmido mesotérmico), caracterizado por verões amenos, geadas frequentes e sem estação seca definida (Instituto Agrônomo do Paraná 1994).

## FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *T. absoluta* E REGISTRO DE PARASITÓIDES LARVAIS EM CULTIVO PROTEGIDO DE TOMATE

O estudo foi realizado com coletas semanais durante três safras de tomate, entre 2010 e 2013. Na safra 2010/2011, com transplante de mudas nos dias 06 e 07 de setembro de 2010, as coletas foram realizadas nas cultivares Cordilheira e TO60 no período de setembro de 2010 a abril de 2011. Na segunda safra, o transplante ocorreu nos dias 05 e 06 de setembro de 2011, sendo que as cultivares selecionadas para plantio pelo produtor foram Cordilheira e Pizzadoro e o estudo foi realizado até maio de 2012. Na terceira safra, com transplante em 03 e 04 de setembro de 2012, as coletas foram realizadas do final de setembro de 2012 a março de 2013, sendo que as cultivares avaliadas foram também Cordilheira e Pizzadoro. A distância entre plantas era de 50 cm e 80 cm entre linhas (Figura 2). A adubação e o manejo do solo, assim como a aplicação de inseticidas, seguiram os protocolos recomendados para a agricultura orgânica. Os principais inseticidas aplicados foram Bometil, Dipel e Nim nos dois primeiros anos de avaliação, e no terceiro ano, somado aos inseticidas já citados, extrato de Citronela. Não houve uma área testemunha sem aplicação de inseticidas em nenhum dos anos trabalhados.

A planta foi considerada como unidade amostral, sendo que as coletas foram iniciadas sempre uma semana após o transplante de mudas. Em cada coleta, 30 plantas de cada cultivar foram selecionadas aleatoriamente para amostragem. Inicialmente as plantas eram inteiramente vistoriadas, porém após atingirem cerca de 1 m de altura, apenas a metade apical da planta era vistoriada e por fim, após as plantas atingirem 1,5 m de altura, apenas o terço apical era vistoriado. Esta metodologia foi escolhida devido à preferência de *Tuta absoluta* em ovipositar no terço apical (Haji *et al* 1988, França & Castelo Branco 1992, Santos 2008). Por se tratar de um cultivo comercial, os frutos que apresentavam danos da praga não puderam ser retirados para confirmação da presença de lagartas, desta forma, foram coletadas e contabilizadas apenas folhas com a presença de imaturos (lagartas e pupas). A temperatura média, mínima e máxima, e a umidade relativa semanal durante o período de coletas foram registradas em estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Tecnológico do Paraná (SIMEPAR) próximas à área de estudo.



Figura 1: Foto da área de estudo, localizada no município de São José dos Pinhais, Paraná, Brasil ( $25^{\circ} 69' 63''$  S,  $49^{\circ} 21' 74''$  W). As setas indicam as estufas onde foram realizados os plantios de tomate e coletas de *Tuta absoluta*. (Fonte: Google Maps).



Figura 2: Estufa contendo mudas de tomate recém transplantadas utilizada para avaliação da flutuação populacional de *Tuta absoluta* e registro de parasitoides larvais.



As lagartas e pupas coletadas foram acondicionadas em potes de polietileno com rosca (3 x 7 cm) e transportados ao Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII), na Universidade Federal do Paraná. Os insetos foram alimentados com folhas de tomate lavadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% para evitar contaminação por patógenos. Os indivíduos foram mantidos em câmara climatizada a  $20 \pm 2$  °C, 12 h de fotofase e UR de  $70 \pm 10\%$  até a emergência dos adultos, ou dos parasitoides larvais. Estes foram acondicionados em recipientes com álcool 70% e etiquetas com informações de data e local de coleta e enviados a especialistas para identificação. O percentual de parasitismo foi calculado sobre o total de imaturos coletado.

#### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A influência dos fatores bióticos e abióticos sobre a flutuação populacional de *T. absoluta* foi avaliada com regressão múltipla, pelo método de *stepwise* (Draper & Smith 1981). A contribuição de cada uma das variáveis foi determinada pelo coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e pelo valor de  $p$ . A abundância de *T. absoluta* foi considerada como variável dependente, sendo que foram considerados como fatores que podem influenciar na ocorrência da praga a cultivar (variável *dummy* C = 0 para Cordilheira, C = 1 para TO60 e C = 2 para Pizzadoro), a fenologia da planta (variável *dummy* F = 0 para vegetativo, F = 1 para floração, F = 2 para frutificação e F = 3 para senescência), a estação do ano (variável *dummy* E = 0 para inverno, E = 1 para primavera, F = 2 para verão e F = 3 para outono), o ano (A = 0 para safra de 2010/2011, A = 1 para safra de 2011/2012 e A = 2 para safra de 2012/2013), a temperatura mínima e máxima (°C) e a umidade relativa (%). Foi utilizado um nível de significância de 0,5 para a entrada das variáveis na regressão múltipla pelo método de *stepwise*.

O teste  $t$  foi utilizado para comparar a abundância de *T. absoluta* entre as cultivares nas diferentes estações do ano, em cada uma das safras separadamente. A análise de variância (ANOVA) foi empregada para comparar a abundância de *T. absoluta* entre as estações do ano, dentro de cada cultivar, em cada uma das safras avaliadas. O mesmo teste foi empregado para comparar a abundância da espécie entre os estádios fenológicos da planta em cada uma das safras, sendo que neste caso, não houve discriminação entre cultivares e o número total de indivíduos por coleta foi utilizado como réplica. Quando diferenças foram detectadas, utilizou-se o teste Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação das médias. As premissas de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias foram avaliadas com os testes de Shapiro-Wilks e

Levene, respectivamente. Os conjuntos de dados que não apresentaram distribuição normal foram tratados pelas fórmulas  $\log(x+1)$  ou  $(x+0,5)^{1/2}$ . Todas as análises foram realizadas com o software Statistica 7.0 (Statsoft 2004).

## RESULTADOS

### FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *T. absoluta*

A ocorrência de *Tuta absoluta* não atingiu o nível de ação de 25 lagartas por planta em nenhuma das três safras estudadas. A flutuação populacional de *T. absoluta* ao longo dos meses de coleta e das três safras avaliadas é mostrada na Figura 3. Apesar da disponibilidade de alimento a partir de setembro nas safras estudadas, apenas na última, 2012/13, a espécie esteve presente no campo desde o início do cultivo. Os registros de maior abundância da espécie, com variações entre as safras avaliadas, ocorreram entre os meses de dezembro e abril (Figura 3).

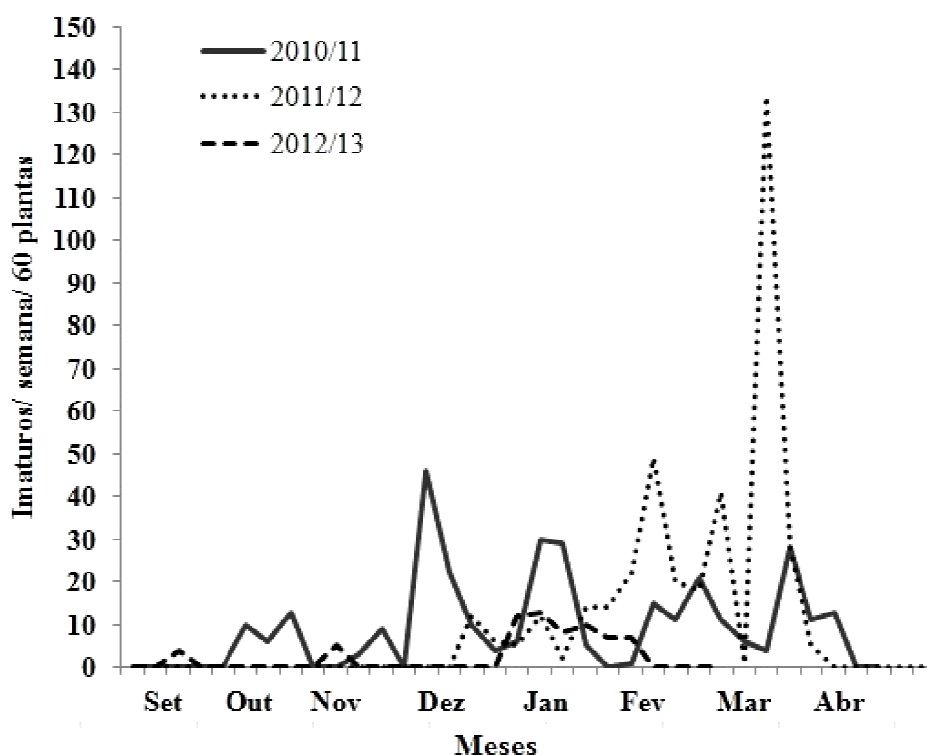


Figura 3: Flutuação populacional de *Tuta absoluta* no município de São José dos Pinhais, Paraná, durante as safras de tomate de 2010/11, 2011/12, 2012/13.

Na safra de 2010/11, considerando as duas cultivares avaliadas, Cordilheira e To60, foram coletados 314 imaturos (9,2 imaturos/data de coleta). Na safra de 2011/12,

nas cultivares Cordilheira e Pizzadoro, um total de 383 (10,3 imaturos/data de coleta) foram obtidos. Na safra de 2012/13, nas cultivares Cordilheira e Pizzadoro, foram coletados 66 (2,4 imaturos/coleta) indivíduos. A média de indivíduos por data de coleta da última safra foi significativamente inferior à da primeira, sendo que não houve diferença estatística entre a primeira e a segunda safra ( $F_{(2,94)} = 4,28; p = 0,01$ ).

Na safra de 2010/11, os imaturos de *T. absoluta* foram mais abundantes na cultivar Cordilheira do que na cultivar TO60 durante todo o período avaliado ( $F_{(1,66)} = 3,37; p = 0,07$ ). Comparando a abundância entre as estações do ano, na cultivar Cordilheira não houve diferença estatística entre as estações em que a espécie estava presente ( $F_{(3,30)} = 1,19; p = 0,05$ ) (Tabela 1). O mesmo ocorreu na cultivar TO60, a abundância de *T. absoluta* no verão não diferiu da primavera, sendo estas as únicas estações de ocorrência da espécie no campo nesta cultivar ( $F_{(3,30)} = 3,32; p = 0,03$ ) (Tabelas 1 e 2).

Na safra de 2011/12, o registro de *T. absoluta* deu-se apenas no verão e outono, sendo que os indivíduos foram mais abundantes em Cordilheira do que em Pizzadoro. Na cultivar Cordilheira, o aumento da população teve seu pico registrado no outono, com média de 15,8 indivíduos por coleta, sendo esta a densidade mais alta registrada em todas as safras estudadas. Porém, nesta cultivar não foram registradas diferenças estatísticas de ocorrência da espécie entre verão e outono ( $F_{(2,33)} = 16,08; p = 0,00$ ), tendo ocorrido o mesmo em Pizzadoro ( $F_{(2,33)} = 8,59; p = 0,00$ ) (Tabela 1).

Na safra de 2012/13, *T. absoluta* esteve presente na cultivar Cordilheira desde o início do plantio, sendo que durante todo o período avaliado, a abundância foi superior à Pizzadoro, cujo registro da espécie ocorreu apenas no verão. Não houve diferença estatística na densidade da praga entre as estações do ano na cultivar Cordilheira ( $F_{(2,24)} = 3,38; p = 0,05$ ) na última safra avaliada, em Pizzadoro a abundância foi significativamente maior no verão ( $F_{(2,24)} = 5,00; p = 0,01$ ) (Tabelas 1 e 2).

#### INFLUÊNCIA DOS FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS SOBRE A ABUNDÂNCIA DE *T. absoluta*

A análise de regressão múltipla demonstrou que a estação do ano, o ano, a fenologia, a temperatura mínima e a cultivar foram fatores que influenciaram de forma significativa a abundância de *T. absoluta*. Juntos estes fatores explicam 50% da variação na densidade da praga (Tabela 3). A relação da abundância da praga com os fatores abióticos é apresentada na Figura 4.

Tabela 1: Média ( $\pm$ EP) de indivíduos de *Tuta absoluta* registrados por coleta em cada estação do ano durante três safras de tomate consecutivas.

| Saфра   | Cultivar    | Estações         |                   |                  |                    |
|---------|-------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|
|         |             | Inverno          | Primavera         | Verão            | Outono             |
| 2010/11 | Cordilheira | 0,0 $\pm$ 0,0 aB | 5,6 $\pm$ 3,3 aA  | 7,5 $\pm$ 2,0 aA | 9,33 $\pm$ 4,3 aA  |
|         | TO60        | 0,0 $\pm$ 0,0 aB | 2,8 $\pm$ 0,9 bAB | 4,0 $\pm$ 1,0 bA | 0,0 $\pm$ 0,0 bB   |
| 2011/12 | Cordilheira | -                | 0,0 $\pm$ 0,0 aB  | 9,7 $\pm$ 2,9 aA | 15,8 $\pm$ 13,4 aA |
|         | Pizzadoro   | -                | 0,0 $\pm$ 0,0 aB  | 6,9 $\pm$ 2,5 bA | 5,1 $\pm$ 3,5 bAB  |
| 2012/13 | Cordilheira | 1,3 $\pm$ 1,3 aA | 0,4 $\pm$ 0,4 aA  | 3,6 $\pm$ 1,4 aA | -                  |
|         | Pizzadoro   | 0,0 $\pm$ 0,0 bB | 0,0 $\pm$ 0,0 bB  | 1,5 $\pm$ 0,7 bA | -                  |

\*As médias acompanhadas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas (teste *t*) e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas (Tukey), não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ). Os traços indicam ausência de registro da espécie.

Tabela 2: Resultados provenientes do teste *t* obtidos a partir da comparação da abundância de *Tuta absoluta* entre as cultivares avaliadas durante as estações do ano em que houve registro da espécie.

| Saфра                                   | Estações do ano | <i>t</i> | <i>p</i> |
|---|-----------------|----------|----------|
| 2010/11<br>(Cordilheira e<br>TO60)      | Inverno         | -        | -        |
|   | Primavera       | - 415,17 | 0,00     |
|   | Verão           | - 460,99 | 0,00     |
|   | Outono          | - 249,03 | 0,00     |
| 2011/12<br>(Cordilheira e<br>Pizzadoro) | Inverno         | -        | -        |
|   | Primavera       | -        | -        |
|   | Verão           | - 443,84 | 0,00     |
|   | Outono          | - 245,74 | 0,00     |
| 2012/13<br>(Cordilheira e<br>Pizzadoro) | Inverno         | - 143,40 | 0,03     |
|   | Primavera       | - 467,39 | 0,00     |
|   | Verão           | - 432,57 | 0,00     |
|   | Outono          | -        | -        |

\* Os traços indicam ausência de registro da espécie.

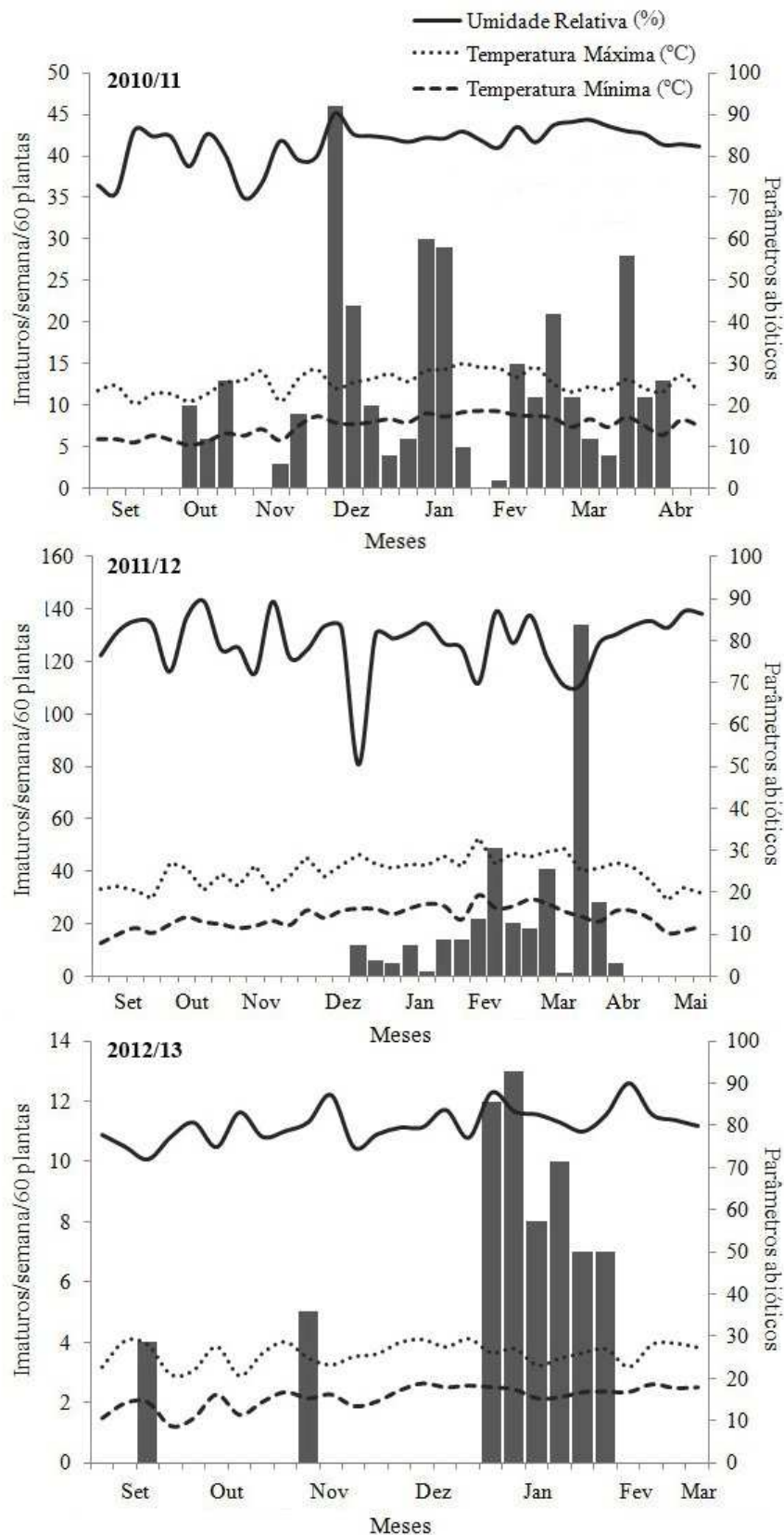


Figura 4: Abundância de *Tuta absoluta* (colunas) em função dos parâmetros abióticos (linhas) registrados no município de São José dos Pinhais, Paraná, considerando a soma dos indivíduos coletados nas duas cultivares avaliadas em cada ano.

Tabela 3: Análise de regressão múltipla pelo método de *stepwise* considerando a abundância de lagartas como variável dependente e fatores bióticos e abióticos como variáveis independentes.

| Variável           | Coefficiente | EP   | Valor de <i>t</i> | <i>p</i> | <i>r</i> <sup>2</sup> cumulativo |
|--------------------|--------------|------|-------------------|----------|----------------------------------|
| Estação do ano     | 0,39         | 0,09 | 4,28              | 0,00     | 0,33                             |
| Temperatura máxima | - 0,06       | 0,16 | - 0,39            | 0,70     | 0,40                             |
| Ano                | - 0,21       | 0,07 | - 2,99            | 0,00     | 0,44                             |
| Fenologia          | -0,29        | 0,10 | - 2,94            | 0,00     | 0,47                             |
| Temperatura mínima | 0,39         | 0,17 | 2,30              | 0,02     | 0,49                             |
| Cultivar           | - 0,13       | 0,07 | - 2,05            | 0,04     | 0,50                             |
| Umidade Relativa   | - 0,11       | 0,10 | - 1,13            | 0,26     | 0,51                             |

A análise de regressão múltipla pelo método de *stepwise* demonstrou que o estágio fenológico influenciou na abundância de *T. absoluta*. Na safra de 2010/11, embora não tenha diferido estatisticamente da fase vegetativa, a fase de frutificação demonstrou uma tendência a apresentar maior número de imaturos coletados ( $F_{(3,30)} = 3,50$ ;  $p = 0,03$ ) (Tabela 4). Na safra de 2011/12 a espécie foi registrada apenas no estágio de frutificação, sendo que a média registrada nesse período foi significativamente maior que nos outros estádios ( $F_{(3,32)} = 3,42$ ;  $p = 0,03$ ). Na última safra não houve diferença estatística entre os estádios fenológicos na abundância de *T. absoluta*, no entanto, houve um aumento contínuo da população até atingir seu pico no estágio de frutificação ( $F_{(3,23)} = 2,14$ ;  $p = 0,12$ ) (Tabela 4).

Tabela 4: Média ( $\pm$  EP) de indivíduos de *Tuta absoluta* coletados em cada estágio fenológico do tomate durante as três safras avaliadas em São José dos Pinhais, Paraná.

| Estádio Fenológico | Imaturos         |                  |                 |
|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
|                    | 2010/11          | 2011/12          | 2012/13         |
| Vegetativo         | 0,0 $\pm$ 0,0 b  | 0,0 $\pm$ 0,0 b  | 0,6 $\pm$ 0,6 a |
| Floração           | 5,3 $\pm$ 2,9 ab | 0,0 $\pm$ 0,0 b  | 1,7 $\pm$ 1,7 a |
| Frutificação       | 11,9 $\pm$ 6,7 a | 14,7 $\pm$ 5,4 a | 4,4 $\pm$ 1,4 a |
| Senescência        | 6,0 $\pm$ 3,5 ab | 0,0 $\pm$ 0,0 b  | 0,0 $\pm$ 0,0 a |

\*As médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## PARASITISMO E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PARASITOIDES LARVAIS DE *T. absoluta*

Parasitoides larvais de *T. absoluta* foram encontrados apenas nas duas primeiras safras. Os espécimes coletados pertenciam à ordem Hymenoptera, divididos em três famílias: Braconidae, Chalcididae e Ichneumonidae. Na safra de 2010/11, ocorreram três espécies, sendo um parasitoide larval/pupal pertencente à família Chalcididae, *Conura* sp. e dois parasitoides larvais pertencentes à família Braconidae, *Earinus* sp. e *Myosoma* sp., que foram responsáveis por 10, 50 e 40% do parasitismo total registrado, respectivamente. Na safra de 2011/12, apenas um parasitoide larval de *T. absoluta* foi coletado, sendo este do gênero *Casinaria* (Ichneumonidae). Não foram coletados parasitoides na última safra avaliada.

Na safra de 2010/11, 1,4% das lagartas coletadas na primavera na cultivar Cordilheira estavam parasitadas, 4,1% no verão e 3,6% no outono. Na cultivar TO60, 5,8% das lagartas coletadas no verão estavam parasitadas. A porcentagem de lagartas parasitadas por cada gênero identificado na safra de 2010/11 está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Porcentagem de lagartas de *Tuta absoluta* parasitadas por cada um dos gêneros registrados em cada uma das estações da safra de 2010/11 São José dos Pinhais, Paraná.

| Cultivar    | Estação   | Parasitismo (%)*   |                    |                   |
|-------------|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|
|             |           | <i>Earinus</i> sp. | <i>Myosoma</i> sp. | <i>Conura</i> sp. |
| Cordilheira | Primavera | 1,4                | -                  | -                 |
|             | Verão     | 2,1                | 1,0                | 1,0               |
|             | Outono    | -                  | 3,6                | -                 |
| TO60        | Inverno   | -                  | -                  | -                 |
|             | Primavera | -                  | -                  | -                 |
|             | Verão     | 3,8                | 1,9                | -                 |

\*Os traços indicam ausência de parasitismo.

## DISCUSSÃO

O ciclo sazonal de insetos fitófagos pode variar ao longo do tempo por uma série de fatores, como mudanças climáticas e disponibilidade de recursos alimentares e estágio fenológico do hospedeiro (Wolda 1988, Spiegel & Price 1996, Waltz & Whitham 1997). Apesar da cultura do tomate estar presente durante todo o ano em

algumas regiões do Brasil, é caracterizada por sua efemeridade e distribuição irregular (Bacci 2006), principalmente onde é adotada a prática da rotação de culturas. A região sudeste do Paraná, com clima subtropical úmido mesotérmico, possibilita o cultivo de tomate entre os meses de setembro a abril. Nas três safras avaliadas, todas com início em setembro, apenas a última teve registro de *T. absoluta* desde o transplântio das mudas. Na primeira safra, o primeiro registro ocorreu em outubro, no estágio de floração, e na segunda, apenas em dezembro, no estágio de frutificação. Apesar da praga estar presente desde o início da cultura na safra de 2012/13, a abundância de *T. absoluta* foi menor que nos anos anteriores. Este resultado pode ter sido em decorrência do manejo mais cuidadoso do produtor durante este período, diferente dos anos anteriores, com aplicações regulares de inseticidas permitidos na agricultura orgânica. Apesar da diferença na flutuação populacional entre os anos estudados, em nenhum deles *T. absoluta* atingiu o nível de ação, que é de 25 lagartas por plantas (Gravena 1999, Celi *et al* 2010).

Espécies que exploram recursos com distribuição irregular, como a cultura do tomate, tendem a possuir boa habilidade de dispersão (Southwood 1962, Harrison 1980, Novotný 1994). Portanto, duas hipóteses são plausíveis para explicar a colonização de *T. absoluta* nos cultivos de tomate na região metropolitana de Curitiba. A primeira é que as espécies se dispersem para o entorno das áreas cultivadas a procura de hospedeiros alternativos, como maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.) e joá (*Solanum aculeatissimum* Jacq.) (França & Castelo Branco, 1992) e retornem à cultura quando disponível. O joá é uma planta abundante na região sudeste do Paraná. Segundo França e Castelo Branco (1992), a arquitetura desta planta, bem como suas características bioquímicas e morfológicas são aparentemente adequadas ao desenvolvimento da traça-do-tomateiro e podem, portanto, sustentar a população da espécie durante a entressafra. A segunda hipótese é que uma fração da população consiga se manter em restos de cultivo não removidos, ou em novas plantas de tomate que nascem a partir de sementes de frutos caídos. Esta última hipótese é a que melhor explica o aparecimento de *T. absoluta* logo após o plantio na terceira safra avaliada, 2012/13, pois a safra anterior se prolongou até a metade do mês de maio. Além disso, contrariando a recomendação de destruição dos restos culturais (Gallo *et al* 2002), o agricultor manteve restos da cultura no ambiente até praticamente o início do próximo plantio. Tal fato possibilitou a sobrevivência da população de *T. absoluta* no local durante os meses de inverno.



A temperatura mínima registrada foi um dos fatores que influenciaram a abundância de *T. absoluta*. O coeficiente positivo (0,39) obtido pela regressão linear indica que quanto mais alta a temperatura mínima registrada, maior a abundância da espécie. Sendo a temperatura mínima um dos fatores determinantes na ocorrência da espécie, era esperado que as estações do ano também apresentassem influência sobre a densidade de *T. absoluta*, como de fato ocorreu. O aumento da abundância da espécie em relação ao aumento de temperatura já havia sido relatado por Matta & Ripa (1981), em um estudo sobre a flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Chile. Os resultados do presente estudo corroboram também com aqueles obtidos por Bacci (2006), em estudo realizado em Minas Gerais, quando as maiores densidades da praga foram registradas em épocas com o aumento de temperatura. No entanto, apesar do aumento de temperatura ser um fator relevante no aumento da população de *T. absoluta*, no estudo realizado por Bacci (2006), alguns picos da praga foram registrados nos meses de inverno, uma vez que em Minas Gerais a cultura do tomateiro está disponível durante todo o ano. Haji *et al* (1988), também registraram pico de ocorrência de *T. absoluta* nos meses de inverno em estudo realizado no Vale do São Francisco, em Pernambuco. Os autores atribuíram esse resultado à escassez de chuva neste período. Posteriormente, Castelo Branco (1992) também identificou a precipitação como sendo o principal fator limitante ao aumento populacional de *T. absoluta* no Distrito Federal. No entanto, no presente estudo a flutuação populacional da traça-do-tomateiro foi avaliada em cultivo protegido e por esse motivo a precipitação não foi considerada nas análises estatísticas.

É provável que o padrão de flutuação populacional de *T. absoluta* verificado no município de São José dos Pinhais, se repita em outros municípios da região metropolitana de Curitiba, ou até mesmo em outros locais da região sudeste do Paraná, desde que estas localidades, assim como na região de estudo, apresentem o clima subtropical úmido mesodérmico e plantio descontínuo de tomate.

A fenologia das plantas influenciou significativamente a densidade de *T. absoluta* durante o período avaliado. O coeficiente negativo obtido pela regressão linear (-0,29), neste caso, indica baixa ocorrência da espécie nos estágios iniciais e finais de desenvolvimento da planta. Nos três anos avaliados, o estágio fenológico que registrou maior abundância de *T. absoluta* foi o de frutificação. Quando a praga entra no cultivo nos estágios iniciais do desenvolvimento, vegetativo e floração, é esperado que o aumento da população ocorra progressivamente com o avanço das gerações. Portanto, o

pico de ocorrência coincidiu com o estágio de frutificação, que é também o mais longo na cultura de tomateiro. Quando a planta entra em senescência, devido a mudanças nutricionais, químicas e estruturais, possivelmente há um estímulo ao abandono da planta pelo inseto, em busca de um hospedeiro mais adequado, o que explica a baixa densidade da espécie neste período (Southwood 1962, Leather 1990, Taha 2013).

Em todos os anos estudados e durante todas as estações, *T. absoluta* foi mais abundante na cultivar Cordilheira. O coeficiente negativo (-0,13) obtido pela regressão múltipla confirma essa tendência. Embora o produtor não tenha conduzido o plantio da mesma forma nos três anos avaliados, o manejo entre as cultivares em cada período era o mesmo. Devido à indisponibilidade de mudas no período adequado, não foi possível realizar a quantificação de semioquímicos e componentes nutricionais presentes nas cultivares avaliadas. Apesar disso, com os resultados obtidos em campo, é plausível afirmar que esta cultivar exerce maior atração em *T. absoluta*, seja por fatores nutricionais ou pela presença de maior quantidade de terpenos, compostos responsáveis pela atração de insetos.

Parasitoides larvais de *T. absoluta* foram registrados exclusivamente no primeiro ano, exceto pelo registro de apenas um espécime na safra seguinte, 2011/12. A ausência de inimigos naturais nos dois últimos anos se deve provavelmente ao manejo efetuado pelo agricultor, com aplicações frequentes dos inseticidas permitidos pelos protocolos da agricultura orgânica. Evidência disso é que durante os dois últimos anos, as lagartas coletadas e levadas ao laboratório morriam com frequência durante o estágio larval, apesar do fornecimento constante de alimento fresco, não sendo possível identificar o parasitismo, caso este tivesse ocorrido. Entre os quatro gêneros coletados, dois já possuem registro na literatura parasitando *T. absoluta*: *Earinus* sp. e *Conura* sp. (Melo & Campos 2000, Marchiori *et al* 2003; 2004). Entretanto, para *Myosoma* sp. e *Casinaria* sp. este é o primeiro registro de ocorrência da espécie parasitando *T. absoluta*, o que representa uma informação valiosa para os cultivos de tomate de regiões subtropicais e temperadas do Brasil.

A principal estratégia no controle de *T. absoluta* em áreas convencionais é a aplicação de inseticidas. Porém, existem vários registros de resistência desta espécie a uma série de compostos (Gonçalves *et al* 1994, Siqueira *et al* 2001). Sendo assim, os agricultores aumentam a quantidade aplicada de inseticida, o que além de contribuir para o desenvolvimento de resistência, aumenta muito o custo de produção (Omoto 2000). Além disso, o consumidor final também é afetado pela ingestão de frutos com

resíduos tóxicos acima dos níveis permitidos (Gravena 1984). A agricultura orgânica, além de proporcionar produtos mais saudáveis, apresenta também custos menores de produção e maior valor agregado ao produto final. Mesmo com aplicação de inseticidas permitidos pelos protocolos da agricultura orgânica, a produção do tomate orgânico apresenta em média um custo final 17,2% menor que o convencional (Luz *et al* 2007). Além disso, o valor final do produto no mercado também é superior comparado aos frutos convencionais, chegando a ser 59,9% mais caro no verão e 113% no inverno (Luz *et al* 2007), em locais de plantio contínuo, o que demonstra a vantagem econômica do cultivo orgânico de tomate.

No Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais o tomate é cultivado o ano todo. Nestes lugares, com temperaturas médias mensais mais elevadas que as da região sudeste do Paraná, *T. absoluta* é registrada durante todo o ciclo do tomate (Haji *et al* 1988, Castelo Branco 1992, Bacci 2006). Além da temperatura, o que também pode promover a ocorrência contínua da espécie, é a disponibilidade ininterrupta de alimento. Sendo assim, o clima favorável, associado à constante presença do hospedeiro, fazem com que esta espécie seja a principal praga do tomateiro da região. Por outro lado, o contrário acontece na região subtropical do país onde o clima, além de limitar a ocorrência de *T. absoluta*, limita também o plantio contínuo de tomate, e consequentemente a oferta de alimento ao inseto. Os resultados do presente estudo demonstraram que a associação destes fatores faz com que *T. absoluta* não seja uma praga chave na região sudeste do Paraná.

A cultivar Cordilheira se apresentou como um hospedeiro mais procurado pela praga durante as três safras estudadas. A abundância de *T. absoluta* está diretamente relacionada com o aumento nas temperaturas mínimas e sua ocorrência se dá principalmente entre dezembro e abril, no estágio fenológico de frutificação. O cultivo orgânico de tomate no município de São José dos Pinhais e demais localidades da região metropolitana de Curitiba, sob o ponto de vista da ocorrência de *T. absoluta*, é viável e economicamente vantajoso, uma vez que a espécie não atingiu os níveis de ação no período estudado e tem sua ocorrência limitada pelas baixas temperaturas e oferta descontínua de alimento.

## REFERÊNCIAS

**Abbes K, Harbi A, Chermiti, B (2012)** The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. Bulletin EPPO 42: 226-233.

**Bacci L (2006)** Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

**Bahamondes LA, Mallea AR (1969)** Biología em Mendoza de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) Polvony (Lepidoptera - Gelechiidae), espécie nueva para la República Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo 15: 96-104

**Baniameri V, Cheraghian A (2012)** The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. Bulletin EPPO 42: 322-324.

**Boiteux LS, Melo PCT, Vilela NJ (2008)** Tomate para consumo *in natura*. In: Albuquerque ACS, Silva AG (Org.). Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica 1: 557-567.

**Carballo R, Basso C, Scatoni I, Commoto F (1981)** Ensayos para el control de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) temporada 1980-1981. Revista Técnica, Facultad de Agronomía 50: 41-46.

**Castelo Branco M (1992)** Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. Horticultura Brasileira 10: 33-34.

**Celi L, Cantor F, Rodríguez D (2010)** Determination of levels of damage caused by different densities of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) under greenhouse conditions. Agronomía Colombiana 28: 401-411.

**Coelho MCF, França FH (1987)** Biología, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 22: 129-135.

**Colomo MV, Berta DC (1995)** Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. Acta Zoologica Lilloana 43: 165-177.

**Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A (2011)** The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and

beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84: 403-408.

**Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys AGK, Burgio G, Arpaia S, Narva'ez-Vasquez CA, Gonzalez-Cabrera J, Catalan Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Urbaneja CA (2010)** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197–215.

**Draper NR, Smith H (1981)** Applied regression analysis, New Delhi: John Wiley & Sons, 699p.

**Estay PI (2000)** Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Instituto de Investigações Agropecuárias, Informativo La Platina, 9: 4.

**FAO (2013)** Disponível no site: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acessado em 20 jun 2013.

**Fernandez S, Montagne A (1990)** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Boletín de Entomología Venezolana* 5: 89-99.

**Flores LV, Gilardón E, Gardenal CN (2003)** Genetic structure of populations of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Basic and Applied Genetic* 15: 29-32.

**França FH, Castelo Branco M (1992)** Ocorrência da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) em solanáceas silvestres no Brasil Central. *Horticultura Brasileira* 10: 6-10.

**Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramin JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002)** Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920p.

**Garzia GT, Siscaro G, Colombo A, Campo G (2009)** Reappearance of *Tuta absoluta* in Sicily. *Informatore Agrario* 65: 71.

**Germain JF, Lacordaire AI, Cocquempot C, Ramel JM, Oudard E (2009)** A new tomato pest in France: *Tuta absoluta*. *PHM Revue Horticole* 512: 37-41.

- Gonçalves DMHR, Picanço MC, Ribeiro LJ, Campos LO (1994)** Seletividade de quatro inseticidas a *Polybia* sp.2 (Hymenoptera: Vespidae) predador de *Scrobipalpuloides absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Horticultura Brasileira 21: 81.
- Gravena S (1999)** Guia de manejo ecológico de pragas : Tomate. In : Gravena S. Manejo ecológico de pragas agrícolas Ltda. Jaboticabal, SP, 6p.
- Gravena S (1984)** Manejo Integrado de Pragas do Tomateiro. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 24. Anais. Jaboticabal: FUNEP, p. 129-149.
- Haji FNP, Dias RCS, Andrade MW (1989)** Controle da traça do tomateiro. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 2p. (Circular técnica nº39).
- Haji FNP, Oliveira CAV, Amorin Neto MS, Batista JGS (1988)** Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Submédio São Francisco. Pesquisa Agropecuária Brasileira 23: 7-14.
- Haji FNP, Prezotti L, Carneiro JS, Alencar JA (2002)** *Trichogramma Pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo, Manole, p. 477-494.
- Harrison RG (1980)** Dispersal polymorphism in insects. Annual Review of Ecology and Systematics 11: 95-118.
- Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (1994)** Cartas climáticas do estado do Paraná. Londrina, IAPAR.
- Kiliç T (2010)** First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica 38: 243–244.
- Leather SR (1990)** Life history of insect herbivores in relation to host quality. In: Bernays EA (Ed.). Insect-plant interactions. Florida: CRC Press 5: 175-207.
- Luz JMQ, Shinzato AV, Silva MAD (2007)** Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivos protegido. Bioscience Journal, 23: 7-15.
- Marchiori CH, Silva CG, Lobo AP (2003)** Primeira ocorrência do parasitoide *Conura* sp. (Hymenoptera: Chalcididae) em pupas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em cultivar de tomate em Lavras, Minas Gerais, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico 70: 115-116.

- Marchiori CH, Silva CG, Lobo AP (2004)** Parasitoids of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) collected on tomato plants in Lavras, state of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian journal Biology* 64: 551-552.
- Matta AF, Ripa RS (1981)** Avances en el control de la polilla del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyr) (Lepidoptera, Gelechiidae). *Estudios de poblacion. Agricultura Técnica* 41: 734-777.
- Melo PCT, Boiteux LS, Vilela NJ, Ferraz E (2008)** Tomate para processamento industrial. In: Albuquerque ACS, Silva AG (Org.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica 1: 547-556.
- Melo M, Campos AD (2000)** Occurrence of natural enemies on tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) in Pelotas, Rio Grande do Sul. *Agropecuaria Clima Temperado* 3: 269-274.
- Michereff Filho M, Guimarães JA, Moura AP (2013)** A traça-do-tomateiro no mundo. EMBRAPA Hortaliças (Circular técnica nº 140).
- Moore JE (1983)** Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolívia. *Tropical Pest Management* 29: 231-238.
- Nakano O, Paulo AD (1983)** As traças do tomateiro. *Agroquímica* 20: 8-12.
- Novotný V (1994)** Relation between temporal persistence of host plants and wing length in leafhoppers (Hemiptera, Auchenorrhyncha). *Ecological Entomology* 19: 168-176.
- Omoto C (2000)** Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: Guedes JC, Costa ID, Castiglioni E. *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, p. 31-50.
- Pereyra PC, Sánchez NE (2006)** Effect of two solanaceous plants of development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35: 672-675.
- Razuri V, Vargas E (1975)** Biología e comportamiento de *Scrobipalpula absoluta* Meyrick (Lep., Gelechiidae) en tomatera. **Revista Peruana de Entomología** 18: 84-89.
- Ribas N, Souza GLF (2012)** Boletim técnico CEASA/PR, 2011, 80p.

**Riquelme AH (1993)** Control integrado de plagas en tomate. Cuyo, Mendoza: INTA: 4-34.

**Roditakis E, Papachristos D, Roditakis NE (2010)** Current status of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 40: 163-166.

**Santos MC (2008)** Efeito de diferentes doses de silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro, pinta-preta e produtividade do tomate industrial. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 74p.

**SEAB (2013)** Disponível no site: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/hor5.pdf>. Acessado em 20 jun 2013.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Fragoso DB, Magalhães LC (2001)** Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). International Journal of Pest Management 47: 247-251.

**Southwood TRE (1962)** Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. Biological reviews 37: 171-214.

**Spiegel LH, Price PW (1996)** Plant aging and the distribution of *Rhyacionia neomexicana* (Lepidoptera: Tortricidae). Environmental Entomology 25: 359-365.

**Statsoft Inc. (2007)** Statistica for Windows: Statsoft Inc., Tulsa, OK.

**Suinaga FA, Picanço M, Jhan GN, Brommonschenkel SH (1999)** Causas químicas da resistência de *Lycopersicon peruvianum* a *Tuta absoluta*. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 28: 313-321.

**Taha AM, Afsah AFE, Fargalla FH (2013)** Evaluation of the effect of integrated control of tomato leafminer *Tuta absoluta* with sex pheromone and insecticides. Nature and Science 11: 26-29.

**Thomson LJ, Hoffmann AA (2010)** Natural enemy responses and pest control: importance of local vegetation. Biological Control 52: 160-166.

**Torres JB, Faria CA, Evangelista Junior WS, Pratisoli D (2001)** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. International Journal of Pest Management 47: 173-178.



**Uchôa-Fernandes MA, Della Lucia TMC, Vilela EF (1995)** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24: 159-164.

**Vargas H (1970)** Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Idesia 1: 75-110.

**Viggiani G, Filella F, Delrio G, Ramassini W, Foxi C (2009)** *Tuta absoluta*, a new Lepidoptera now reported in Italy. Informatore Agrario 65: 66-68.

**Waltz AM, Whitham TG (1997)** Plant development affects arthropod communities: opposing impacts of species removal. Ecology 78: 2133-2144.

**Wolda H (1988)** Insect seasonality: Why? Annual Review of Ecology and Systematics 19: 1-18.





## CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO  
DESENVOLVIMENTO, SOBREVIVÊNCIA E  
REPRODUÇÃO DA TRAÇA-DO-TOMATEIRO,  
*Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA:  
GELECHIIDAE)



**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO DESENVOLVIMENTO,  
SOBREVIVÊNCIA E REPRODUÇÃO DA TRAÇA-DO-TOMATEIRO, *Tuta  
absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

**RESUMO**

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) é a principal praga do tomateiro na América do Sul e sua ocorrência foi recentemente reportada na Europa e Oriente Médio. Foram avaliados o desenvolvimento, os limiares térmicos, a reprodução, a longevidade e parâmetros demográficos da espécie em cinco temperaturas constantes: 10, 15, 20, 25 e 30 °C. *T. absoluta* completou o desenvolvimento em todas as temperaturas; a duração dos estágios imaturos e a longevidade dos adultos foram inversamente proporcionais à temperatura. As exigências térmicas foram estimadas por regressão linear, e os insetos precisaram de 416,7 graus-dia para completar o ciclo ovo-adulto, sendo a temperatura base de 7,3 °C. O limiar térmico superior, estimado por modelo não linear, foi de 36,2 °C. O período de pré-oviposição foi mais longo a 10 °C, porém, não houve diferença no tempo de oviposição entre as temperaturas testadas. A fecundidade foi superior nas temperaturas de 20 e 25 °C, porém, a 10 e 30 °C apenas uma postura fértil foi obtida por tratamento. Não foram registradas diferenças no tempo de vida entre fêmeas e machos de *T. absoluta*. Tabelas de vida foram construídas para as temperaturas de 15, 20 e 25 °C. A taxa líquida de reprodução, a razão finita de aumento e a taxa intrínseca de crescimento foram maiores de acordo com o aumento da temperatura. A traça-do-tomateiro é capaz de se desenvolver em ampla faixa de temperatura, no entanto, sua reprodução é afetada negativamente nas temperaturas constantes extremas avaliadas. Verificou-se alta capacidade de multiplicação da população nos meses mais quentes do ano, quando ocorrem as safras de tomate na região subtropical do Brasil.

**Palavras-chave:** Exigências térmicas, graus-dia, tabela de fertilidade, parâmetros demográficos.

**INFLUENCE OF TEMPERATURE ON DEVELOPMENT, SURVIVAL AND  
REPRODUCTION OF THE TOMATO LEAFMINER, *Tuta absoluta*  
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

**ABSTRACT**

*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) is the major pest of tomato crops in South America and its occurrence has recently been reported in Europe and the Middle-East. The development, thermal thresholds, reproduction, longevity and demographic parameters of the pest were evaluated at the constant temperatures of 10, 15, 20, 25 and 30 °C. The species completed its development in all temperatures and the length of the immature stages and adult longevity were inversely proportional to the temperature. The thermal requirements were estimated by linear regression, and insects needed 416.7 degree-days to complete the egg to adult cycle, with threshold temperature 7.3 °C. The upper temperature threshold estimated by a nonlinear model was 36.2 °C. The pre-oviposition period was higher at 10 °C, however no difference was observed in the oviposition period among the tested temperatures. The number of eggs laid was higher at 20 and 25 °C, however at 10 and 30 °C only one oviposition with viable eggs was obtained. No differences were observed in the lifespan of males and females of *T. absoluta*. Life tables were constructed for the temperatures of 15, 20 and 25 °C. The net reproductive rate, finite rate of increase and the intrinsic growth rate increased as temperature rose. The tomato leafminer is able to develop in a wide range of temperatures; however, its reproduction was negatively affected by the extreme constant temperatures evaluated. The species showed a high capacity to multiply the population at spring and summer temperatures, when tomatoes are grown in the subtropical region of Brazil.

**Key words:** Thermal requirements, degree-day, fertility table, demographic parameters

## INTRODUÇÃO

*Tuta absoluta* é um microlepidóptero considerado a principal praga do tomateiro na América do Sul (Suinaga *et al* 1999, Torres *et al* 2001). Este microlepidóptero é uma espécie multivoltina, que mina folhas, flores, caules e frutos do tomateiro (Pereyra & Sánchez 2006). O dano é produzido quando as larvas minam as folhas e passam a se alimentar do mesofilo (Coelho & França 1987, Haji *et al* 1989, Fernandez & Montagne 1990, Uchôa-Fernandes *et al* 1995) afetando a capacidade fotossintética da planta (Pereyra & Sánchez 2006). Entretanto, a injúria diretamente nos frutos pode causar perdas severas na produção (Colomo & Berta 1995). Apesar da existência de alternativas no controle biológico (Haji *et al* 1997; 2002), a contenção da espécie é feita essencialmente por inseticidas químicos (Bentancourt *et al* 1996). No entanto, este processo é dificultado por algumas características da praga, como ciclo biológico curto com sobreposição de gerações, alta taxa reprodutiva, hábito endofítico e resistência a inseticidas (Bentancourt *et al* 1996). Além do tomate, a batata e a berinjela também foram reportadas como hospedeiros de *T. absoluta* (Galarza 1984, Notz 1992), juntamente com algumas espécies de solanáceas cultivadas, como, *Solanum lyratum* Thunberg (medicinal) e as espécies silvestres como maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.) e joá (*Solanum aculeatissimum* Jacq.) (França & Castelo Branco, 1992).

Por muitos anos *T. absoluta* foi considerada uma espécie de distribuição neotropical (Razuri & Vargas 1975, Moore 1983, Souza & Reis 1986; 1992, Michereff Filho & Vilela 2000). Porém, esta espécie de alto potencial invasivo foi registrada na Europa em 2006, inicialmente na Espanha e poucos anos depois na Itália (Garzia *et al* 2009, Viggiani *et al* 2009), França (Germain *et al* 2009, Nel 2009), Grécia (Roditakis *et al* 2010) e se espalhou pela Bacia do Mediterrâneo (Desneux *et al* 2010), principalmente na Turquia (Kiliç 2010). Atualmente é encontrada também em diversos países do Oriente Médio (Abdul Razzak *et al* 2010). Os registros mais recentes de *T. absoluta* são no Irã e Tunísia, no ano de 2012 (Baniameri & Cheraghian 2012, Abbes *et al* 2012). Como resultado, 21,5% da área cultivada e 27,2% dos frutos produzidos no mundo todo são infestados por *T. absoluta* (Desneux *et al* 2011).

Muitos fatores podem influenciar na atuação de uma espécie como praga de uma cultura. A temperatura é reconhecidamente um fator abiótico de extrema importância, pois afeta o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução dos insetos (Liu *et al* 1995, Hallman & Denlinger 1998, Ivanovic & Nenadovic 1999). Apesar dos inúmeros

registros de ocorrência de *T. absoluta* pelo mundo, ainda são poucos os estudos sobre a relação da espécie com a temperatura (Bentancourt *et al* 1996, Barrientos *et al* 1998, Mahdi *et al* 2011). Além disso, o desenvolvimento, a reprodução e as exigências térmicas de espécies de insetos podem variar entre diferentes populações (Lee & Elliott 1998, Gomi *et al* 2003). O presente estudo teve como objetivo determinar o limiar térmico superior e inferior de uma população subtropical de *T. absoluta*, avaliar os parâmetros demográficos da espécie, bem como avaliar o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento, reprodução e longevidade da espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **PLANTIO E MANUTENÇÃO DE PLANTAS DE TOMATE**

As mudas da cultivar Santa Clara foram obtidas a partir de viveiro especializado. As plantas foram cultivadas em vasos de 5 litros contendo cerca de 3 kg de substrato para plantas ornamentais, composto de turfa e calcário e aditivado com adubos minerais e 100g de adubo NPK. A reaplicação do adubo foi realizada a cada 30 dias. As plantas foram conduzidas em casa de vegetação com 60 m<sup>2</sup> e 5 m de altura.

### **CRIAÇÃO DE *T. absoluta* EM LABORATÓRIO**

A criação de *T. absoluta* foi iniciada em março de 2010, no Laboratório de Controle Integrado de Insetos, a partir de lagartas e pupas coletadas em cultivo comercial orgânico da cultivar Cereja, no município de Colombo, região metropolitana de Curitiba, estado do Paraná, região sul do Brasil (25° 17' 31'' S, 49° 13' 26'' W). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo cfb (subtropical úmido mesotérmico), caracterizado por apresentar chuvas bem distribuídas ao longo do ano, verões amenos e invernos com geadas frequentes (Instituto Agrônômico do Paraná 1994).

Os insetos foram criados em temperatura constante de 20 ± 2 °C em câmara climatizada com UR de 70 ± 10% e fotofase de 12 h. As lagartas foram mantidas em gaiolas construídas com garrafas descartáveis (pet) de 2 L com o fundo cortado. Uma ou duas folhas de tomate da cultivar Santa Clara eram inseridas na garrafa de modo que a haste da folha, envolta em algodão, saísse pelo gargalo e transpassasse uma tampa de rosca com um furo. A garrafa era apoiada em recipiente de vidro contendo água, coberta com tecido voil, e com o gargalo virado para baixo de forma a manter a haste da folha



de tomate em contato com água (Figura 1a). Novas folhas eram inseridas nas gaiolas três vezes por semana, sendo que os insetos migravam para a folha nova e a folha velha era retirada na manutenção seguinte. Os adultos foram mantidos em gaiolas de acetato de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura e alimentados com mel a 10% fornecido em algodão hidrófilo acondicionado em tampas plásticas de 1 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura. Folíolos de tomate eram usados como estímulo para oviposição, estes eram encaixados entre duas tampas plásticas sobrepostas, sendo que a tampa inferior era revestida na superfície interna com papel sulfite e apresentava uma área recortada em forma de quadrado de 16 cm<sup>2</sup>. Os folíolos foram encaixados entre as tampas de modo que ficassem expostos aos adultos na parte interna da gaiola através da superfície recortada da tampa inferior (Figura 1b). As fêmeas ovipositavam na parte abaxial dos folíolos. A cada três dias a tampa contendo os ovos era retirada e os folíolos substituídos. Os adultos foram alimentados com mel a 10% diluído em água, fornecido em tampas plásticas de 2 cm de diâmetro preenchidas com algodão hidrófilo colocado no interior da gaiola.

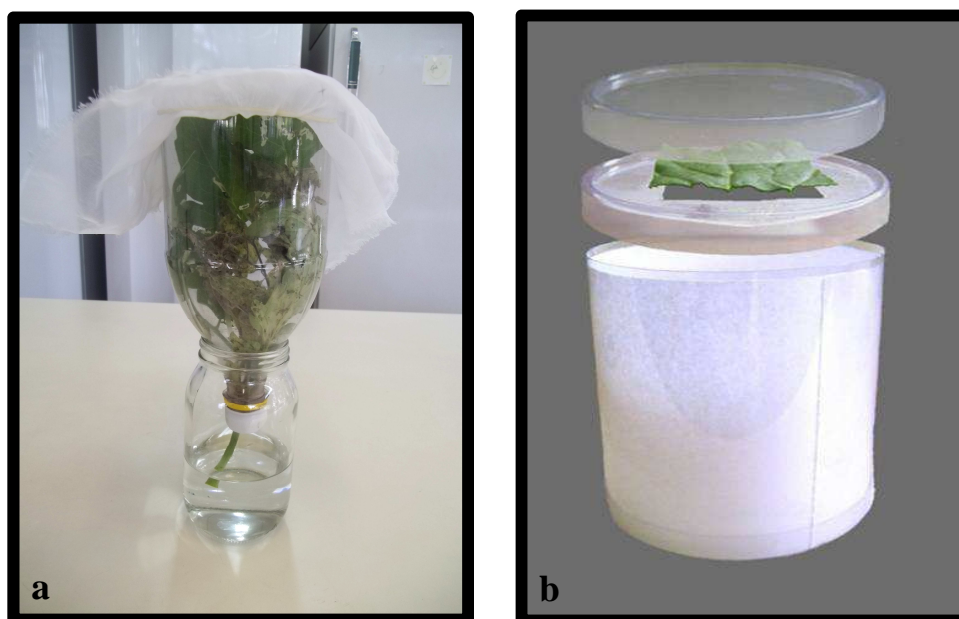


Figura 1: Gaiolas construídas a partir de garrafas PET utilizadas para criação da fase larval de *T. absoluta* (a) e gaiolas de acetato para manutenção de adultos (b).

#### DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *T. absoluta* EM DIFERENTES TEMPERATURAS

O desenvolvimento, e a sobrevivência dos estágios imaturos de *T. absoluta* foram avaliados nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30 °C, com umidade relativa de 70

± 10% e fotofase de 12 h. Para cada temperatura, 140 lagartas recém-eclodidas foram individualizadas em recipientes de polietileno de 7 cm de altura e 4 cm de diâmetro. Para cada indivíduo, foi colocado um folheto de tomate, lavado em solução de hipoclorito de sódio a 1%, com o pecíolo envolto em algodão umedecido com água para prolongar a turgidez da folha. Quando as lagartas atingiam o consumo de cerca de 70% das folhas, ou quando as folhas começavam a murchar, folhas novas eram disponibilizadas para que as lagartas pudessem migrar para as mesmas. Após as lagartas atingirem o estágio de pupa, as mesmas foram removidas das folhas para determinação da razão sexual segundo o método de Coelho & França (1987). Após a morte dos adultos, a asa posterior e tibia posterior direita foram removidas de cada um dos indivíduos e dispostas entre lâminas para mensuração de comprimento com auxílio de microscópio estereoscópico com ocular milimetrada da marca Wild Heerbrugg (Modelo M3). Posteriormente foram utilizadas tabelas de conversões de medidas. O período de incubação foi mensurado a partir dos ovos obtidos dos adultos criados em cada temperatura. Avaliou-se a duração dos estágios de ovo, lagarta, pré-pupa e pupa em cada temperatura utilizada.

#### REPRODUÇÃO E LONGEVIDADE DE *T. absoluta* EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Os adultos obtidos a partir das lagartas criadas nas temperaturas avaliadas foram utilizados para determinar a fecundidade e fertilidade de *T. absoluta*. Foram realizadas 15 réplicas para cada tratamento, sendo que cada casal foi formado de acordo com a data de emergência e foram mantidos na mesma temperatura de criação das lagartas. Os casais foram acondicionados em gaiolas com 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Uma folha de tomate foi utilizada como estímulo de oviposição em cada uma das gaiolas (ver “criação de *T. absoluta* em laboratório” neste capítulo). A alimentação dos adultos foi constituída de solução de mel a 10% fornecido em algodão hidrófilo acondicionado em tampas plásticas de 1 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura. A troca de alimento e folhas para oviposição, bem como o registro da longevidade, deposição e eclosão de ovos foram realizados diariamente. Os parâmetros avaliados na reprodução de *T. absoluta* foram períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade, fertilidade e longevidade.

#### TABELA DE FERTILIDADE

Tabelas de fertilidade foram construídas para as temperaturas de 15, 20 e 25 °C, pois os ovos obtidos nas temperaturas de 10 e 30 °C tiveram apenas uma postura fértil,

em ambos os tratamentos. Os parâmetros reprodutivos calculados para as fêmeas de *T. absoluta* foram a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), a duração média de uma geração ( $T$ ), a taxa intrínseca de crescimento ( $Rm$ ) e a taxa finita de aumento ( $\lambda$ ). A idade das fêmeas foi estimada considerando a duração média das fases imaturas para cada temperatura avaliada. A razão sexual (nº de fêmeas/ nº de machos + nº de fêmeas) utilizada na construção das tabelas de fertilidade foi àquela obtida em cada um dos tratamentos (0,57; 0,48 e 0,45 nas temperaturas de 15, 20 e 25 °C, respectivamente).

#### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O efeito da temperatura sobre os estágios imaturos de *T. absoluta*, bem como as medidas de asa e tibia, foram testados com análise de variância (ANOVA). Quando diferenças significativas foram obtidas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade com os testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Os conjuntos de dados que não apresentaram distribuição normal foram tratados pelas fórmulas  $\log(x+1)$  e  $(x+0,5)^{1/2}$ . Foram construídas curvas de sobrevivência de acordo com o método de Kaplan-Meier ( $P < 0,05$ ) (Kaplan & Meier 1958).

O efeito da temperatura na taxa de desenvolvimento foi avaliado com dois modelos, um linear e outro não linear. O modelo linear é muito utilizado para estimar o limiar térmico inferior e a constante térmica devido à sua facilidade de aplicação (Worner 1992), segundo a equação:

$$1/D = a + bT$$

onde  $1/D$  é a taxa de desenvolvimento (1/tempo de desenvolvimento),  $T$  é a temperatura e  $a$  e  $b$  são, respectivamente, o coeficiente angular e linear da reta. O limiar térmico inferior ( $Tb$ ) foi calculado pela razão entre o coeficiente angular e linear da reta ( $-a/b$ ), enquanto a constante térmica ( $K$ ) foi obtida pela divisão  $1/b$  (Campbell *et al* 1974). Estes parâmetros foram estimados para as fases de ovo, lagarta, pupa e desenvolvimento completo de *T. absoluta*.

O modelo não linear, utilizado para estimar o limiar térmico superior do desenvolvimento ovo-adulto da espécie, foi o proposto por Lactin *et al* (1995), segundo a equação:

$$1/D = e^{(\rho T)} - e^{(\rho T_{max} - (T_{max} - T)/\Delta)} + \lambda$$

onde  $1/D$  é a taxa de desenvolvimento na temperatura  $T$ , sendo que  $\rho$ ,  $\Delta$  e  $\lambda$  são parâmetros estimados. As análises estatísticas foram realizadas no software Statistica v. 7 (Statsoft 7) e Table Curve 2D (Systat 2002).

## RESULTADOS

### DESENVOLVIMENTO DE *T. absoluta* EM DIFERENTES TEMPERATURAS

A espécie completou o desenvolvimento em todas as temperaturas testadas. Em todos os estágios imaturos o tempo de desenvolvimento foi inversamente proporcional à temperatura. A temperatura influenciou significativamente o ciclo de desenvolvimento do inseto, ovo-adulto ( $F_{(4,255)} = 3266,6$ ;  $p = 0,00$ ), o qual variou de 18,3 a 115,4 dias nas temperaturas de 30 e 10 °C, respectivamente. O período de incubação dos ovos variou de 2,5 dias a 30 °C a 24,4 dias a 10 °C, sendo registrada diferença estatisticamente significativa entre todas as temperaturas testadas ( $F_{(4,432)} = 1089,9$ ;  $p = 0,00$ ) (Tabela 1). O estágio larval também sofreu influência da temperatura ( $F_{(4,377)} = 2119,0$ ;  $p = 0,00$ ) e teve duração de 56,4 dias a 10 °C e 10,4 dias a 30 °C. A duração da fase de pupa ( $F_{(4,255)} = 651,4$ ;  $p = 0,00$ ) também foi inversamente proporcional à temperatura (Tabela 1).

Tabela 1: Duração (dias) do tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de *Tuta absoluta* (Média  $\pm$  EP) em cinco temperaturas constantes.

| Temperatura | Fases Imaturas (dias) |                  |                  |                   |
|-------------|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|
|             | Ovo                   | Lagarta          | Pupa             | Ciclo ovo-adulto  |
| 10 °C       | 24,4 $\pm$ 0,3 a      | 56,4 $\pm$ 1,1 a | 36,8 $\pm$ 0,7 a | 115,4 $\pm$ 1,3 a |
| 15 °C       | 11,9 $\pm$ 0,3 b      | 34,1 $\pm$ 0,6 b | 18,4 $\pm$ 0,4 b | 63,9 $\pm$ 0,8 b  |
| 20 °C       | 6,9 $\pm$ 0,1 c       | 17,8 $\pm$ 0,2 c | 10,2 $\pm$ 0,1 c | 34,8 $\pm$ 0,2 c  |
| 25 °C       | 4,5 $\pm$ 0,1 d       | 11,0 $\pm$ 0,1 d | 8,4 $\pm$ 0,3 d  | 23,5 $\pm$ 0,3 d  |
| 30 °C       | 2,5 $\pm$ 0,1 e       | 10,4 $\pm$ 0,2 e | 5,4 $\pm$ 0,2 e  | 18,3 $\pm$ 0,2 e  |

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente segundo o teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

A relação entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura permitiu estimar a temperatura base ( $T_0$ ) para *T. absoluta* em cada um de seus estágios de desenvolvimento, bem como calcular a necessidade térmica (K) da espécie para completar seu desenvolvimento. O estágio larval apresentou a menor  $T_0$  (6,7 °C), enquanto que o estágio de ovo foi o que apresentou a maior temperatura base (9,6 °C).

*T. absoluta* precisou de 416,7 graus-dia para completar o seu ciclo de ovo a adulto (Tabela 2). A regressão linear descreveu bem a relação entre temperatura e a taxa de desenvolvimento de *T. absoluta* dentro da faixa de temperatura avaliada, como pode ser confirmado pelo coeficiente de determinação acima de 0,91 em todos os estágios avaliados (Tabela 2). As equações de regressão da taxa de desenvolvimento estão apresentadas na Figura 2.

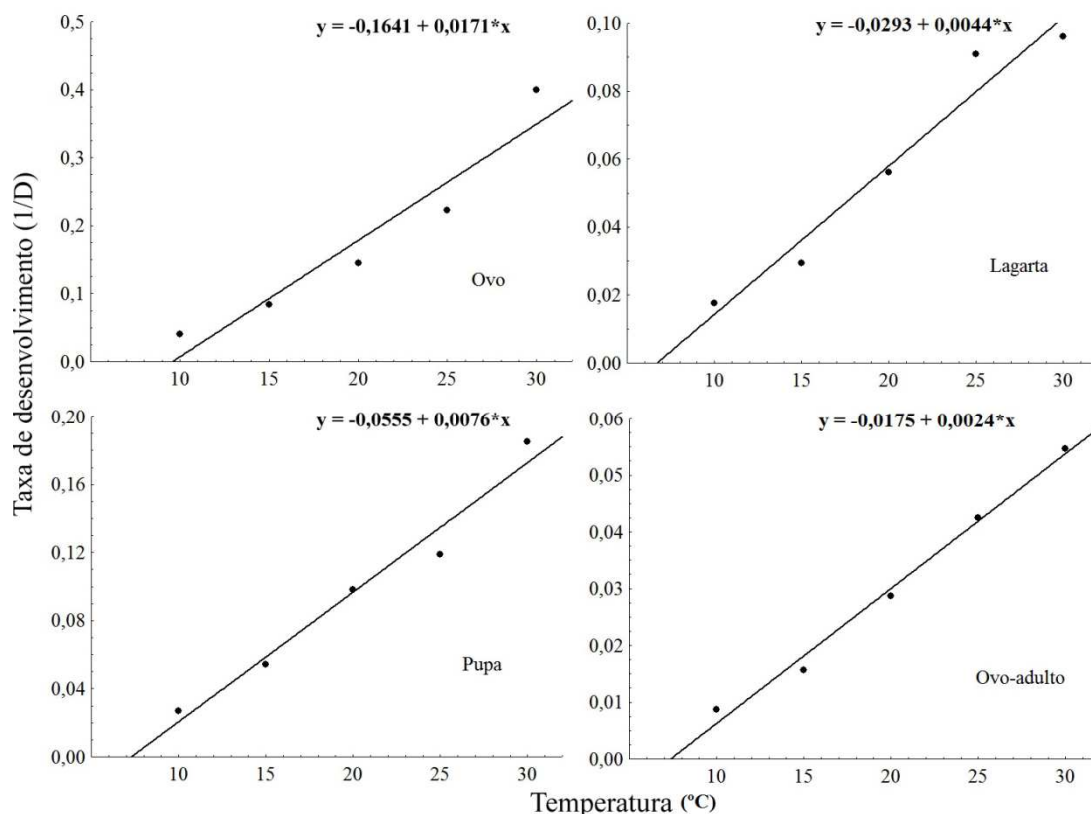


Figura 2: Equações da regressão linear baseada na taxa de desenvolvimento (1/D) de *Tuta absoluta*.

O limiar térmico superior estimado pelo modelo não linear foi de 36,2 °C (Figura 3). O modelo proposto por Lactin (1995) também descreveu bem a relação do desenvolvimento de *T. absoluta* com a temperatura, com um coeficiente de determinação de 0,99.

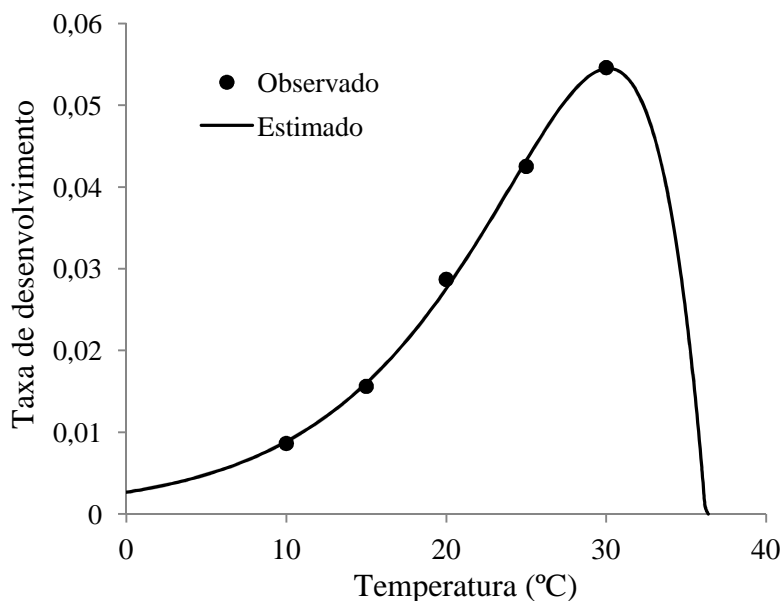


Figura 3: Relação entre temperatura e taxa de desenvolvimento de *Tuta absoluta* com limiar térmico superior estimado pelo modelo não linear de Lactin *et al* (1995).

A temperatura influenciou o tamanho das asas e tíbias posteriores de fêmeas ( $F_{(4,63)} = 7,84$ ;  $p = 0,00$ ;  $F_{(4,56)} = 5,36$ ;  $p = 0,00$ , respectivamente) e machos ( $F_{(4,70)} = 18,24$ ;  $p = 0,00$ ;  $F_{(4,64)} = 8,39$ ;  $p = 0,00$ , respectivamente) de *T. absoluta*. A medida da asa das fêmeas foi significativamente menor a 30 °C do que nas outras temperaturas, enquanto que o tamanho da tíbia foi estatisticamente menor nas duas temperaturas extremas (Tabela 3). Nos machos, o comprimento da asa foi significativamente maior na temperatura de 20 °C, não diferindo, porém, de 10 °C (Tabela 3).

Tabela 2: Parâmetros estimados pela regressão linear, temperatura base ( $T_0$ ) e constante térmica em graus-dia (GD) para os estágios imaturos de *Tuta absoluta*.

| Estágios         | $r^2$ | $T_0$ (°C) | K     |
|------------------|-------|------------|-------|
| Ovo              | 0,91  | 9,6        | 58,5  |
| Lagarta          | 0,96  | 6,7        | 227,3 |
| Pupa             | 0,97  | 7,3        | 131,6 |
| Ciclo ovo-adulto | 0,99  | 7,3        | 416,7 |

Tabela 3: Comprimento (mm) da asa posterior direita e tibia posterior direita (Média ± EP) de *Tuta absoluta* em diferentes temperaturas.

| Temperatura | Fêmeas      |              | Machos        |               |
|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
|             | Asa         | Tibia        | Asa           | Tibia         |
| 10 °C       | 10 ± 0,4 a  | 3,4 ± 0,3 c  | 10,4 ± 0,3 ab | 3,6 ± 0,2 abc |
| 15 °C       | 9,7 ± 0,2 a | 3,7 ± 0,1 ab | 9,3 ± 0,2 cd  | 3,4 ± 0,1 bc  |
| 20 °C       | 9,8 ± 0,1 a | 3,7 ± 0,0 ab | 10,5 ± 0,2 a  | 3,9 ± 0,1 a   |
| 25 °C       | 9,8 ± 0,1 a | 3,8 ± 0,1 a  | 9,7 ± 0,1 bc  | 3,8 ± 0,1 ab  |
| 30 °C       | 8,7 ± 0,2 b | 3,4 ± 0,1 c  | 8,4 ± 0,2 d   | 3,3 ± 0,1 c   |

#### SOBREVIVÊNCIA DURANTE O CICLO DE VIDA DE *T. absoluta*

As curvas de sobrevivência construídas a partir do método de Kaplan-Meier demonstraram respostas significativas em relação à temperatura ( $\chi^2_{(4)} = 58,56; p = 0,00$ ), sendo que o tempo de vida decresceu com o aumento na temperatura (Figura 4). Nas temperaturas de 10 e 15 °C houve mortalidade de mais de 54% no estágio larval, enquanto que a 20 °C, a mortalidade foi de 22,9% (Tabela 4). Mais de 17% dos indivíduos morreram no estágio de pupa nas temperaturas de 10, 20 e 25 °C. A mortalidade total durante o desenvolvimento foi de 78,6% a 10 °C, porém, os indivíduos que conseguiram se desenvolver, sobreviveram por até cerca de 130 dias. Por outro lado, insetos mantidos a 30 °C apresentaram 67,9% de mortalidade e cerca de 30 dias de sobrevivência. Em todas as temperaturas, o percentual de mortalidade foi acima do esperado (Tabela 4).

Tabela 4: Porcentagem de mortalidade de *Tuta absoluta* durante as fases de desenvolvimento (N=140 para cada temperatura).

| Temperatura    | Mortalidade (%) |      |       |
|----------------|-----------------|------|-------|
|                | Lagarta         | Pupa | Total |
| 10 °C          | 61,4            | 17,1 | 78,6  |
| 15 °C          | 54,3            | 12,9 | 67,1  |
| 20 °C          | 22,9            | 17,9 | 40,7  |
| 25 °C          | 25,0            | 17,5 | 42,5  |
| 30 °C          | 49,3            | 18,6 | 67,9  |
| $\chi^2_{(4)}$ | 1,95            | 2,60 | 3,38  |

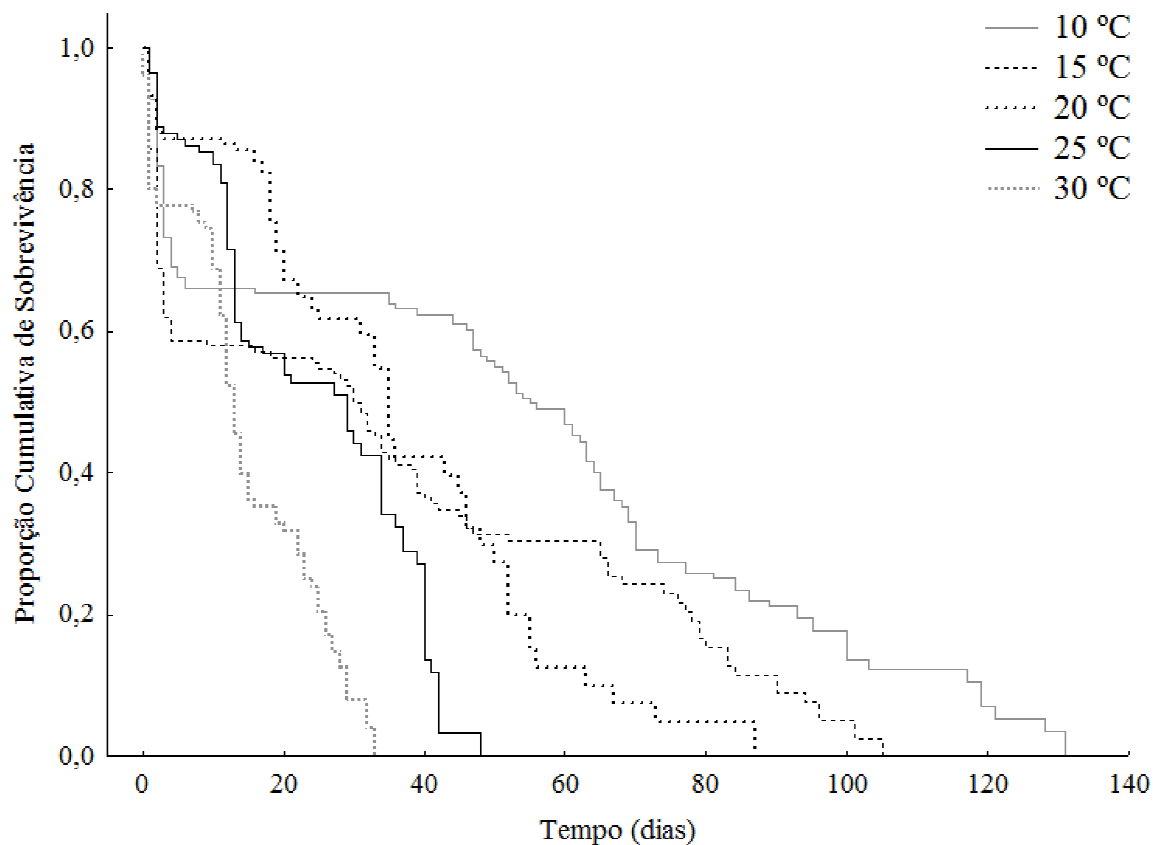


Figura 4: Curvas de sobrevivência do ciclo de vida de machos e fêmeas de *Tuta absoluta* em cinco temperaturas constantes.

#### REPRODUÇÃO E LONGEVIDADE DE *T. absoluta* EM DIFERENTES TEMPERATURAS

A temperatura influenciou o período de pré-oviposição ( $F_{(4,61)} = 13,71$ ;  $p = 0,00$ ), a fecundidade ( $F_{(4,61)} = 17,39$ ;  $p = 0,00$ ) e a fertilidade ( $F_{(4,61)} = 66,51$ ;  $p = 0,00$ ) de *T. absoluta*, porém, não afetou o período de oviposição ( $F_{(4,61)} = 2,10$ ;  $p = 0,09$ ). O tempo de pré-oviposição a 10 °C foi de 9,5 dias, sendo significativamente maior que nas demais temperaturas avaliadas. O período de oviposição variou de 9,5 dias a 30 °C a 15,4 dias à 20 °C (Tabela 5). A fecundidade foi significativamente maior nas temperaturas de 20 e 25 °C, com média de 134,8 e 149,1 ovos por fêmea, respectivamente. As fêmeas mantidas nestas mesmas temperaturas, juntamente com as de 15 °C foram aquelas que apresentaram maior porcentagem de ovos férteis (Tabela 5).



Tabela 5: Duração média ( $\pm$ EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade (ovos por fêmea) e fertilidade (%) de *Tuta absoluta* em cinco temperaturas constantes.

| Temperatura | Pré-oviposição<br>(dias) | Oviposição<br>(dias) | Fecundidade<br>(n° de ovos) | Fertilidade (%)  | Longevidade (dias)  |                     |
|-------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|---------------------|
|             |                          |                      |                             |                  | Fêmeas              | Machos              |
| 10 °C       | 9,5 $\pm$ 2,4 a          | 14,5 $\pm$ 6,9 a     | 35,5 $\pm$ 20,4 b           | 4 $\pm$ 4 b      | 32,3 $\pm$ 2,8 abA  | 17,5 $\pm$ 6,9 abA  |
| 15 °C       | 3,3 $\pm$ 0,7 b          | 14,6 $\pm$ 1,7 a     | 76,4 $\pm$ 9,3 b            | 80,6 $\pm$ 6,2 a | 34,9 $\pm$ 3,9 a A  | 30 $\pm$ 4,5 aA     |
| 20 °C       | 2,0 $\pm$ 0,2 b          | 15,4 $\pm$ 1,4 a     | 134,8 $\pm$ 13,3 a          | 67,2 $\pm$ 2,4 a | 26,6 $\pm$ 2,1 ab A | 23,7 $\pm$ 3,5 a A  |
| 25 °C       | 2,3 $\pm$ 0,2 b          | 11,6 $\pm$ 0,9 a     | 149,1 $\pm$ 11,8 a          | 81,0 $\pm$ 3,6 a | 20,1 $\pm$ 1,8 bc A | 16,9 $\pm$ 2,3 ab A |
| 30 °C       | 1,9 $\pm$ 0,2 b          | 9,5 $\pm$ 1,5 a      | 26,2 $\pm$ 6,2 b            | 1,3 $\pm$ 1,3 b  | 10,8 $\pm$ 1,4 c A  | 9 $\pm$ 1,3 b A     |

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste ANOVA (teste de Tukey).

A temperatura afetou a longevidade de fêmeas e machos de *T. absoluta* de modo inversamente proporcional ( $F_{(4,52)} = 11,09$ ;  $p = 0,00$ ;  $F_{(4,52)} = 3,53$ ;  $p = 0,01$ , respectivamente), com exceção da temperatura de 10 °C, que embora não significativamente diferente, apresentou valores inferiores àqueles registrados a 15 °C. As fêmeas mantidas a 30 °C viveram significativamente menos que àquelas mantidas a 10, 15 e 20 °C. Não foram registradas diferenças significativas entre machos e fêmeas quanto à longevidade.

#### TABELA DE FERTILIDADE

A taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), a razão finita de aumento ( $\lambda$ ) e a taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) aumentaram com a elevação da temperatura, porém, o tempo geracional ( $T$ ) diminuiu com o aumento de temperatura. A maior  $R_0$  foi registrada na temperatura de 25 °C (30,86) e a menor a 15 °C (9,19). O tempo médio entre as gerações foi de 72,22 dias a 15 °C e 26,48 dias a 25 °C (Tabela 6).

Tabela 6: Parâmetros estimados da tabela de vida de fertilidade de *Tuta absoluta* nas temperaturas constantes de 15, 20 e 25 °C.

| Temperatura | Taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) | Razão finita de aumento ( $\lambda$ ) | Tempo geracional ( $T$ ) | Taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|
| 15 °C       | 9,19                                 | 1,03                                  | 72,22                    | 0,03                                     |
| 20 °C       | 16,15                                | 1,08                                  | 38,10                    | 0,07                                     |
| 25 °C       | 30,86                                | 1,14                                  | 26,48                    | 0,13                                     |

#### DISCUSSÃO

A temperatura afetou o desenvolvimento, a reprodução e a longevidade de *T. absoluta*. Na natureza, muitas vezes os insetos são expostos a condições estressantes como variação na temperatura, e consequentemente apresentam diferenças quanto à resistência e adaptação às temperaturas extremas (Levins 1969, Hoffmann & Parsons 1991). *T. absoluta* foi capaz de completar seu desenvolvimento em todas as temperaturas testadas, contrariando os resultados obtidos por Cuthbertson *et al* (2013), que não obtiveram adultos na temperatura de 10 °C em um trabalho conduzido no Reino Unido. Bentancourt *et al* (1996) avaliaram o desenvolvimento e a reprodução de *T. absoluta* nas temperaturas 15, 20, 25 e 30 °C, em Montevideu-Uruguai. Barrientos *et al*

(1998) testaram temperaturas semelhantes às do presente estudo em Santiago-Chile. O tempo de desenvolvimento de *T. absoluta* foi inferior ao dos dois estudos citados em todas as temperaturas testadas. Os estudos foram realizados com populações distintas de *T. absoluta* e diferenças no desenvolvimento podem ocorrer em populações de regiões diferentes (Lee & Elliott 1998, Gomi *et al* 2003). Curitiba (e região metropolitana), Montevideu e Santiago têm o clima classificado como temperado. Entretanto, a média anual de temperatura em Curitiba é 22,8 °C, 16 °C em Montevideu e 13,9 °C em Santiago. Desta forma, a diferença no tempo de desenvolvimento entre o presente estudo e os trabalhos citados, se deve em parte a adaptações climáticas das populações de Montevideu e Santiago, regiões com temperaturas mais baixas que Curitiba. É possível ainda que outros fatores também tenham influenciado no tempo de desenvolvimento, como qualidade do alimento utilizado, uma vez que cultivares diferentes foram utilizadas nos trabalhos citados.

A temperatura base estimada para o ciclo ovo-adulto de *T. absoluta* foi de 7,3 °C, enquanto que a quantidade de calor necessário para o inseto completar seu desenvolvimento foi de 416,7 graus-dia. O valor da temperatura base foi similar ao obtido por outros autores, cujos valores foram de 8,0 °C (Bentancourt *et al* 1996) e 8,1 °C (Barrientos *et al* 1998). Porém, foi inferior ao obtido por Mahdi *et al* (2011), que estimaram a temperatura base de *T. absoluta* em 9,8 °C, com experimentos realizados em El Harrach, Argélia. El Harrach é uma cidade de clima quente e árido, o que explica a temperatura base superior à do presente estudo. A constante térmica apresentada por outros autores foi superior à do presente estudo, cujos resultados apresentaram de 30 a 40 graus-dia a mais para o inseto completar o ciclo ovo-adulto (Bentancourt *et al* 1996, Barrientos *et al* 1998). O limiar térmico superior estimado foi de 36,2 °C, temperatura superior à média registrada no verão da região subtropical do Brasil, portanto, a ocorrência da espécie não deve ser limitada pelas temperaturas máximas registradas nesta região.

A sobrevivência de *T. absoluta* foi negativamente afetada nas temperaturas extremas. As curvas de sobrevivência apresentaram um padrão em “degraus”, que é típico para insetos holometábolos, quando a sobrevivência difere bastante entre os estágios sucessivos no ciclo de vida do inseto (Odum & Barrett 2007). Os indivíduos mantidos a 10, 15 e 30 °C apresentaram alta mortalidade no estágio larval, principalmente nos primeiros dias após a eclosão das lagartas, sendo que provavelmente nestes casos, as lagartas recém-eclodidas não conseguiram penetrar na folha. As altas

taxas de mortalidade durante o desenvolvimento de *T. absoluta* provavelmente foram superestimadas devido às condições experimentais. Como esta é uma espécie minadora, optou-se por fornecer alimento fresco e deixar que os insetos migrassem para a folha nova. No entanto, as lagartas somente abandonavam suas galerias, quando o alimento começava a se deteriorar, depreciando sua qualidade nutricional. Em condições naturais, as plantas não sofrem deterioração com a mesma rapidez e o inseto precisa mudar de folha poucas vezes durante seu desenvolvimento, o que deve aumentar muito a sua sobrevivência.

Apesar de *T. absoluta* ter completado seu desenvolvimento em todas as temperaturas, seus ovos foram inférteis a 10 e 30 °C. No município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, a espécie ocorre na primavera e verão, época de plantio do tomate, sendo que em cultivos protegidos, a temperatura pode atingir picos próximos, ou até mesmo superiores, a 40 °C em alguns momentos do dia (comunicação pessoal). A explicação mais plausível é que a temperatura constante durante o desenvolvimento do inseto interfira também na sua reprodução. Temperaturas altas e constantes não afetam somente *T. absoluta*, mas também outras famílias de Lepidoptera. Bathon *et al* (1991) afirmam que larvas da família Tortricidae mantidas sob temperatura constante superior a 28 °C, originam, em sua maioria, adultos estéreis. Bentancourt *et al* (1996) verificaram que quando mantidos durante toda a vida nas temperaturas de 12 e 30 °C, as fêmeas não ovipositavam. Neste mesmo trabalho, os autores mantiveram *T. absoluta* sob temperaturas médias de 20 a 25 °C durante seu desenvolvimento, e após a emergência dos adultos, os mesmos foram transferidos para 12 e 30 °C, e desta forma apresentaram uma fecundidade semelhante aos outros tratamentos realizados. Portanto, se a temperatura extrema e constante limita a reprodução *T. absoluta*, a variação de temperatura no ambiente natural é um dos fatores que proporciona a reprodução e expansão da espécie.

O tomateiro é uma planta que não é influenciada pelo fotoperíodo (Figueira, 2000), podendo ser cultivado sob dias curtos ou longos. No Brasil, o plantio do tomate se concentra principalmente na região Centro Oeste (Goiás e Distrito Federal) e Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) (Castelo Branco 1992, Camargo & Filho, 2008). Nestas regiões, o clima proporciona o plantio de tomate durante o ano todo, e conseqüentemente, condições para manutenção das populações da traça-do-tomateiro. Segundo França & Castelo-Branco (1992), *T. absoluta* ataca o tomateiro independente da época do plantio e em todas as fases de desenvolvimento da planta. Entretanto, na

maior parte do sul do Brasil o clima desfavorece o plantio contínuo do tomate ao longo do ano, pois as faixas de temperaturas ideais para o desenvolvimento do tomateiro são superiores às temperaturas de inverno desta região do país (EMBRAPA, 2003). *T. absoluta* é capaz de se desenvolver em uma ampla faixa de temperatura, porém, durante o inverno algumas regiões do sul do Brasil registram temperaturas mais baixas do que a faixa tolerada por este inseto durante boa parte do dia. As temperaturas de inverno no sul do Brasil limitam também a produção de tomate nesta época do ano, portanto, o fator limitante para a ocorrência da espécie ao longo do ano todo nesta região, além do clima, é a ausência do principal hospedeiro durante o inverno. Pois *T. absoluta* é considerada uma praga com alto potencial invasivo, sendo que sua presença tem sido relatada em locais com climas bastante distintos (Desneux *et al* 2011).

A taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) é considerada uma característica específica de um animal, ou de uma população, em crescer em um ambiente ilimitado (Birch 1948). Por esse motivo a  $R_m$  é considerada um importante padrão demográfico na determinação da capacidade de aumento de uma população (Andrewartha & Birch 1954). Porém, é uma característica também influenciada por fatores ambientais, como a temperatura. O aumento de 5 °C na temperatura, praticamente duplica o valor da taxa intrínseca de crescimento de *T. absoluta*, numa faixa de temperatura de 15 a 25 °C. Além disso, a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), permite inferir que a 20 °C a espécie tem potencial para aumentar sua população em 16,15 vezes, e na temperatura de 25 °C, 30,86 vezes. Desta forma, há um crescimento populacional nos meses de primavera e verão, período de plantio de tomate, na região subtropical do Brasil.

*Tuta absoluta* é uma espécie capaz de se desenvolver em uma abrangente faixa de temperatura, no entanto, tem sua reprodução afetada negativamente em temperaturas extremas e constantes. A sobrevivência é afetada por temperaturas extremas, principalmente no estágio inicial de desenvolvimento. Nos períodos mais quentes do ano, apresenta alta capacidade de aumentar suas populações, e por este motivo tem um grande potencial de ataque durante a safra de tomate.

## REFERÊNCIAS

Abbes K, Harbi A, Chermi B (2012) The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. Bulletin EPPO 42: 226-233.

**Abdul Razzak AS, Yassiri AL, Fadhil HQ (2010)** First report of tomato borer (tomato moth) *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato crop in Iraq. Arab and Near East Plant Protection Newsletter 51: 31.

**Andrewartha HG, Birch LC (1954)** The distribution and abundance of animals. Chicago, University of Chicago Press.

**Baniameri V, Cheraghian A (2012)** The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. Bulletin EPPO 42: 322-324.

**Barrientos RZ, Apablaza HJ, Norero SA, Estay PP (1998)** Temperature base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Ciencia e Investigación Agraria 25: 133-137.

**Bathon H, Singh P, Clare G (1991)** Rearing methods. In: Van der Geest L, Evenhuis H. Tortricid pests their biology, natural enemies and control. New York, Elsevier, p. 283-293.

**Bentancourt CM, Scatoni IB, Rodríguez JJ (1996)** Influencia de la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *Scrobipalpuloidea absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). Revista Brasileira de Biologia 56: 661-670.

**Birch LC (1948)** The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology 17: 15-26.

**Camargo FP, Filho WPC (2008)** Produção de tomate de mesa no Brasil, 1990 – 2006: contribuição da área e da produtividade. Horticultura Brasileira 26: 1018-1021.

**Campbell A, Frazer BD, Gutierrez AP, Macknauer AP (1974)** Temperature requirements of some aphids and their parasites. Journal of Applied Ecology 11: 431-438.

**Castelo Branco M (1992)** Flutuação populacional da traça-do-tomateiro no Distrito Federal. Horticultura Brasileira 10: 33-34.

**Coelho MCF, França FH (1987)** Biología, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 22: 129-135.

**Colomo MV, Berta DC (1995)** Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. Acta Zoologica Lilloana 43: 165-177.

**Cuthbertson AGC, Mathers JJ, Blackburn LFM, Korycinska WL, Jacobson RJ, Northing P (2013)** Populations development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under simulated UK glasshouse conditions. *Insects* 4: 185-197.

**Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A (2011)** The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84: 403-408.

**Desneux, N, Wajnberg E, Wyckhuys AGK, Burgio G, Arpaia S, Narvaez-Vasquez CA, Gonzalez-Cabrera J, Catalan Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Urbaneja CA (2010)** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197–215.

**EMBRAPA (2003)** Disponível no site: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/clima.htm>. Consultado em 17 jun 2013.

**Fernandez S, Montagne A (1990)** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Boletín de Entomología Venezolana* 5: 89-99.

**Figueira FAR (2000)** Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 402p.

**França FH, Castelo Branco M (1992)** Ocorrência da traça-do-tomateiro (*Scrobipalpuloides absoluta*) em solanáceas silvestres no Brasil Central. *Horticultura Brasileira*. 10: 6-10.

**Galarza J (1984)** Laboratory assessment of some solanaceous plants as possible food plants of the tomato moth *Scrobipalpa absoluta*. *IDIA* 421/424: 30–32.

**Garzia GT, Siscaro G, Colombo A, Campo G (2009)** Reappearance of *Tuta absoluta* in Sicily. *Informatore Agrario* 65: 4-71.

**Germain JF, Lacordaire AI, Cocquempot C, Ramel JM, Oudard E (2009)** A new tomato pest in France: *Tuta absoluta*. *PHM Revue Horticole* 512: 37-41.

- Gomi T, Inudo M, Yamada D (2003)** Local divergence in developmental traits within a trivoltine area of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae). *Entomological Science* 6: 71-75.
- Haji FNP (1997)** Controle biológico da traça-do-tomateiro com *Trichogramma* no nordeste do Brasil. In: Parra JRP, Zucchi RA. *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. São Paulo. FEALQ, 324p.
- Haji FNP, Dias RCS, Andrade MW (1989)** Controle da traça do tomateiro. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 2p. (Comunicado técnico, n.39).
- Haji FNP, Prezotti L, Carneiro JS, Alencar JA (2002)** *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. *Controle biológico no Brasil*. Ed. Manole, 609p.
- Hallman GJ, Denlinger DL (1998)** Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management. In: Hallman GJ, Denlinger DL (Eds.) *Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management*. Boulder, Westview Press.
- Hoffmann AA, Parsons PA (1991)** *Evolutionary Genetics and Environmental Stress*, Oxford, Oxford University Press.
- Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (1994)** *Cartas climáticas do estado do Paraná*. Londrina, IAPAR.
- Ivanovic J, Nenadovic V (1999)** The effect of diet and temperature on the life cycle of phytophagous insects. *Pesticides* 14: 309–327.
- Kaplan EL, Meier P (1958)** Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American Statistical Association* 53: 457-481.
- Kiliç T (2010)** First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica* 38: 243–244.
- Lactin DJ, Holliday NJ, Johnson DL, Craigen R (1995)** Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. *Environmental Entomology* 24: 68-75.
- Lee JH, Elliott NC (1998)** Comparison of developmental responses to temperature in *Aphelinus asycyhis* (Walker) from two different geographic regions. *Southwestern Entomologist* 23: 77-82.



- Levins R (1969)** Thermal acclimation and heat resistance in *Drosophila* species. *American Naturalist* 103: 483–499.
- Liu SS, Zhang GM, Zhu J (1995)** Influence of temperature variations on rate of development in insects: analysis of case studies from entomological literature. *Annals of the Entomological Society of America* 88: 109-117.
- Mahdi K, Doumandji-Mitiche B, Doumandji S (2011)** Effet de la temperature sur le cycle de developpement de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* dans l’algerois. AFPP – Neuvième Conférence Internationale sur les Ravageurs em Agriculture, Montpellier: p. 308-316.
- Michereff Filho M, Vilela EF (2000)**. Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). In. Vilela EF, Zucchi RA, Cantor F. Pragas introduzidas. São Paulo: Holos Editora, 173 p.
- Moore JE (1983)** Control of tomate leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolívia. *Tropical Pest Management* 29: 231-238.
- Nel J (2009)** Confirmation of the presence of the tomato pest *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) (Meyrick, 1917), in southern France. *Bulletin de la Societe Entomologique de France* 114: 427-428.
- Notz AP (1992)** Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpula absoluta* in potato plants. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 18: 425–432.
- Odum EP, Barrett GW (2007)** Fundamentos de Ecologia. 5ª Ed. São Paulo: Thomson, 612p.
- Pereyra PC, Sánchez NE (2006)** Effect of two solanaceous plants of development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35: 672-675.
- Razuri V, Vargas E (1975)** Biología e comportamiento de *Scrobipalpula absoluta* Meyrick (Lep., Gelechiidae) en tomatera. **Revista Peruana de Entomología** 18: 84-89.
- Roditakis E, Papachristos D, Roditakis NE (2010)** Current status of the tomato leafminer *Tuta absoluta* in Greece. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 40: 163-166.
- Souza JC, Reis PR (1986)** Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 21: 342-354.

**Souza JC, Reis PR (1992)** Traça do tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte: EPAMIG, 20 p.

**Statsoft, Inc. (2004)** Programa computacional Statistica 7.0, EUA.

**Suinaga FA, Picanço M, Jhan GN, Brommonschenkel SH (1999)** Causas químicas da resistência de *Lycopersicon peruvianum* a *Tuta absoluta*. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 28: 313-321.

**Systat Inc. (2002)** Table Curve 2D: Systat Software Inc., Chicago, IL.

**Torres JB, Faria CA, Evangelista Junior WS, Pratissoli D (2001)** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. International Journal of Pest Management 47: 173-178.

**Uchôa-Fernandes MA, Della Lucia TMC, Vilela EF (1995)** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal 24: 159-164.

**Viggiani G, Filella F, Delrio G, Ramassini W, Foxi C (2009)** *Tuta absoluta*, a new Lepidoptera now reported in Italy. Informatore Agrario 65: 66-68.

**Worner SP (1992)** Performance of phenological models under variable temperature regime: consequences of the Kaufmann or rate summation effect. Environmental Entomology 21: 689-699.



### **CAPÍTULO III**

**EFEITO DE CULTIVARES COMERCIAIS DE  
TOMATE, *Solanum lycopersicon*, SOBRE O  
DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO,  
SOBREVIVÊNCIA E PARÂMETROS  
DEMOGRÁFICOS DE *Tuta absoluta*  
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**



**EFEITO DE CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE, *Solanum lycopersicon*,  
SOBRE O DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO, SOBREVIVÊNCIA E  
PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA:  
GELECHIIDAE)**

**RESUMO**

O tomate, *Solanum lycopersicon* Mill., é uma hortaliça consumida no mundo todo, rica em vitaminas e sais mineirais. A expansão da cultura favoreceu a proliferação de pragas, sendo *Tuta absoluta* (Meyrick), a principal delas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento, reprodução, sobrevivência e os parâmetros demográficos de *T. absoluta* em seis cultivares comerciais de tomate. Foram utilizadas as cultivares: Cereja, Cordilheira, Giuliana, Nemoneta, Paron e Santa Clara. Os insetos completaram o desenvolvimento em todos os hospedeiros. O tempo de desenvolvimento, da eclosão das lagartas à emergência do adulto variou de 24,8 a 28,2 dias. Não houve diferença estatística na fecundidade das fêmeas, que ovipositaram em média de 126,3 a 166,9 ovos, com fertilidade variando de 54,2 a 84,1%. A taxa de mortalidade no ciclo ovo-adulto variou de 21,4% na cultivar Cereja a 46,4% em Giuliana. A cultivar Cereja proporcionou menor tempo de desenvolvimento, menor taxa de mortalidade, maior taxa intrínseca de crescimento e taxa líquida de reprodução. A cultivar Cordilheira prolongou o desenvolvimento dos insetos e diminuiu a fecundidade dos adultos e período de oviposição. As cultivares Giuliana e Santa Clara causaram altas taxas de mortalidade e diminuíram a fertilidade dos adultos, diminuindo também os parâmetros demográficos de crescimento da população. Sendo assim, as cultivares Cordilheira, Giuliana e Santa Clara se mostraram promissoras para o cultivo de tomate quanto ao ataque e proliferação de *T. absoluta*, enquanto que Cereja aparenta ser a cultivar que melhor propicia o desenvolvimento e aumento populacional da traça-do-tomateiro.

**Palavras-chave:** Traça-do-tomateiro, mortalidade, Cereja, Cordilheira, Giuliana, Santa Clara

**EFFECT OF COMMERCIAL VARIETIES OF TOMATO, *Solanum lycopersicon*,  
ON DEVELOPMENT, REPRODUCTION, SURVIVAL AND DEMOGRAPHIC  
PARAMETERS OF *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

**ABSTRACT**

Tomato, *Solanum lycopersicon* Mill., is a vegetable consumed worldwide, rich in vitamins and mineral salts. The expansion of culture worldwide favored the proliferation of pests of which *Tuta absoluta* (Meyrick) is the main one. This study aimed to evaluate the development, reproduction, survival and demographic parameters of *T. absoluta* in six commercial cultivars of tomato: Cereja, Cordilheira, Giuliana, Nemoneta, Paron and Santa Clara. The insects completed development in all hosts. Development time, from oviposition to adult emergence ranged from 24.8 to 28.2 days. There was no statistical difference in fecundity of females, and the mean number of eggs laid varied from 126.3 to 166.9 eggs, with fertility ranging from 54.2 to 84.1%. The mortality rate in egg-adult cycle reached 21.4%, in cultivar Cereja, and 46.4% in Giuliana. The Cereja cultivar provided the least development time, lowest mortality rates, highest intrinsic growth and net reproductive rate. The Cordilheira cultivar prolonged the development of the insects and decreased fecundity and oviposition period. Giuliana and Santa Clara caused high mortality, decreased female fertility and reduced demographic parameters of population growth. Thus, Cordilheira, Santa Clara and Giuliana cultivars proved promising for the cultivation of tomato regarding the attack and proliferation of *T. absoluta*, whereas Cereja allowed the best development and population growth of the tomato leafminer.

**Key-words:** Tomato leafminer, mortality, Cereja, Cordilheira, Giuliana, Santa Clara

## INTRODUÇÃO

O tomate, *Solanum lycopersicon*, está entre as hortaliças mais consumidas no mundo, sendo uma fonte de vitaminas A e C e de sais minerais como potássio e magnésio (EMBRAPA, 2003a). A produção brasileira de tomate começou em Pernambuco, por volta do século XVIII; a cultura teve um grande avanço em 1950 no estado de São Paulo e na década de 1980 expandiu-se para o Nordeste (EMBRAPA, 2003b). A expansão da área de cultivo do tomateiro favoreceu a proliferação de várias pragas que afetam a sua produção, destacando-se a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Gonçalves-Gervásio *et al* 1999).

*Tuta absoluta* é considerada a principal praga do tomate na América do Sul (Suinaga *et al* 1999, Torres *et al* 2001) e possui diversos registros recentes na Europa e Oriente Médio (Garzia *et al* 2009, Germain *et al* 2009, Viggiani *et al* 2009, Abdul Razzak *et al* 2010, Desneux *et al* 2010, Kiliç 2010, Baniameri & Cheraghian 2012, Abbes *et al* 2012). Este microlepidóptero é uma espécie multivoltina, que mina folhas, flores, frutos e caules (Pereyra & Sánchez, 2006). O dano é produzido quando as larvas minam as folhas e passam a se alimentar do mesofilo (Coelho & França, 1987; Haji *et al.*, 1989; Fernandez e Montagne, 1990; Uchôa-Fernandes *et al.*, 1995 ) afetando a capacidade fotossintética da planta (Pereyra & Sánchez, 2006). Entretanto, a injúria causada diretamente nos frutos pode ocasionar perdas severas na produção (Colomo e Berta, 1995), sendo que atualmente 27,2% da produção mundial de tomate são infestados por *T. absoluta* (Desneux *et al* 2011).

O crescimento e reprodução dos insetos dependem diretamente da qualidade e quantidade de alimento utilizado (Hagen *et al* 1984). Os parâmetros populacionais como taxa intrínseca de crescimento, taxa líquida de reprodução e número de gerações, estão relacionados com a adequação das plantas hospedeiras consumidas (Sauvion *et al* 2005). Insetos herbívoros normalmente selecionam as plantas de acordo com o seu conteúdo nutricional e estão sujeitos a todas as mudanças resultantes das interações entre as plantas e o ambiente (Pizzamiglio 1991). A susceptibilidade da planta a um ataque de insetos depende não somente de suas características químicas e morfológicas, mas também do meio ecológico. Por exemplo, se a planta cresce em uma comunidade que sustenta uma população de insetos predadores, essa associação confere proteção para a planta. Do mesmo modo, a presença de substâncias repelentes liberadas no ar por outras espécies de plantas também confere proteção (Edwards & Wratten 1981). Muitos estudos a respeito de cultivares resistentes e susceptíveis vêm sendo realizados (Maluf

*et al* 1997, Ecolé *et al* 2000; 2001, Gilardon *et al* 2002, Medeiros *et al* 2006). Porém, a comparação da biologia da praga e seus parâmetros populacionais em diferentes cultivares comerciais possibilita fornecer dados que podem contribuir diretamente no manejo desta espécie. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento, reprodução, sobrevivência e os parâmetros demográficos de *T. absoluta* em seis cultivares comerciais de tomate.

## MATERIAL E MÉTODOS

### CRIAÇÃO DE *T. absoluta* EM LABORATÓRIO

A criação de *T. absoluta* foi iniciada em março de 2010, no Laboratório de Controle Integrado de Insetos, a partir de lagartas e pupas coletadas em cultivo comercial orgânico da cultivar Cereja, no município de Colombo, região metropolitana de Curitiba, estado do Paraná (25° 17' 31'' S, 49° 13' 26'' W). O método de criação seguiu o descrito no Capítulo 2 (ver tópico “Criação de *T. absoluta* em laboratório”).

### DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *T. absoluta* EM DIFERENTES CULTIVARES DE TOMATE

O desenvolvimento e a sobrevivência dos estágios imaturos de *T. absoluta* foram avaliados nas cultivares Cereja, Cordilheira, Giuliana, Nemoneta, Paron e Santa Clara. Os experimentos foram conduzidos na temperatura de  $20 \pm 2$  °C com umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 h. Para cada cultivar, 140 lagartas recém-eclodidas foram individualizadas em recipientes de polietileno de 7 cm de altura e 4 cm de diâmetro. Para cada indivíduo, foi colocado um folíolo de tomate, lavado em solução de hipoclorito de sódio a 1%, com o pecíolo envolto em algodão umedecido com água para prolongar a turgidez da folha. Quando as lagartas atingiam o consumo de cerca de 70% das folhas, ou quando as folhas começavam a murchar, folhas novas eram disponibilizadas para que as lagartas pudessem migrar para as mesmas. Após atingirem o estágio de pupa, estas foram removidas das folhas para determinação do sexo segundo o método de Coelho & França (1987) e foram mantidas em recipientes de polietileno (7 x 4 cm) até a emergência dos adultos. Após a morte dos adultos, a asa e tibia posteriores direitas foram removidas e dispostas entre lâminas para mensuração de comprimento com auxílio de microscópio estereoscópico com ocular milimetrada da marca Wild Heerbrugg (Modelo M3). Posteriormente foram utilizadas tabelas de conversões de



medidas. O tempo de incubação dos ovos foi registrado a partir daqueles obtidos dos adultos criados em cada uma das cultivares. Foi avaliada a duração dos estágios de ovo, lagarta e pupa em cada cultivar.

#### REPRODUÇÃO E LONGEVIDADE DE *T. absoluta* EM DIFERENTES CULTIVARES DE TOMATE

Os adultos obtidos a partir das lagartas criadas nas cultivares avaliadas foram utilizados para determinar a fecundidade, fertilidade e longevidade de *T. absoluta*. Foram realizadas 20 réplicas para cada cultivar, sendo que cada casal foi formado de acordo com a data de emergência e acondicionado em gaiolas com 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Uma folha de tomate foi utilizada como estímulo de oviposição em cada uma das gaiolas (ver tópico “Criação de *T. absoluta* em laboratório”). A alimentação dos adultos foi constituída de solução de mel a 10% fornecido em algodão hidrófilo acondicionado em tampas plásticas de 1 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura. A troca de alimento e folhas para oviposição, bem como o registro da longevidade, oviposição e eclosão de larvas foram realizados diariamente. Os parâmetros avaliados na reprodução de *T. absoluta* foram períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade, fertilidade e longevidade.

#### TABELA DE FERTILIDADE

Tabelas de fertilidade foram construídas para as seis cultivares utilizadas. Os parâmetros reprodutivos calculados para as fêmeas de *T. absoluta* foram a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), a duração média de uma geração ( $T$ ), a taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) e a taxa finita de aumento ( $\lambda$ ). A idade das fêmeas foi estimada considerando a duração média das fases imaturas para cada cultivar. A razão sexual ( $n^\circ$  de fêmeas/  $n^\circ$  de machos +  $n^\circ$  de fêmeas) utilizada na construção das tabelas de fertilidade foi àquela obtida em cada um dos tratamentos: Cereja, 0,48; Cordilheira, 0,51; Giuliana, 0,57; Nemoneta, 0,6; Paron, 0,54 e Santa Clara, 0,48.

#### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os efeitos das cultivares de tomate sobre os estágios de desenvolvimento de *T. absoluta*, bem como as medidas de asa e tibia, foram testados com análise de variância (ANOVA). Quando diferenças significativas foram obtidas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade e normalidade com os testes de Levene e Shapiro-Wilk,

respectivamente. Os conjuntos de dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados pelas fórmulas  $\log(x+1)$  e  $(x+0,5)^{1/2}$ . A mortalidade para as fases de lagarta, pupa e o ciclo ovo-adulto foram analisadas pelo teste de qui-quadrado a 1% de significância. Foram construídas curvas de sobrevivência de acordo com o método de Kaplan-Meier ( $p < 0,05$ ) (Kaplan & Meier 1958). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Statistica v. 7 (Statsoft 2004).

## RESULTADOS

### DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *T. absoluta* EM SEIS CULTIVARES DE TOMATE

*Tuta absoluta* completou o desenvolvimento em todas as cultivares testadas. O ciclo ovo-adulto foi influenciado pelo alimento fornecido ( $F_{(5,379)} = 13,89$ ;  $p = 0,00$ ), sendo que os insetos demoraram mais para completar seu desenvolvimento quando alimentados com a cultivar Cordilheira, 28,2 dias, porém, sem diferir significativamente daqueles obtidos com as cultivares Nemoneta, Paron e Santa Clara. A cultivar Cereja foi a que proporcionou o desenvolvimento mais rápido aos insetos, 24,8 dias (Tabela 1). O período de incubação dos ovos foi menor nas cultivares Cereja, Cordilheira e Nemoneta ( $F_{(5,95)} = 170,3$ ;  $p = 0,00$ ). A cultivar Cereja proporcionou o menor tempo de desenvolvimento larval, com 14,9 dias ( $F_{(5,466)} = 30,1$ ;  $p = 0,00$ ). Não foram registradas diferenças significativas na duração do estágio de pupa ( $F_{(5,375)} = 2,01$ ;  $p = 0,07$ ) (Tabela 1).

As cultivares de tomate influenciaram também no tamanho dos adultos. As fêmeas alimentadas com a cultivar Paron apresentaram tibia com comprimento significativamente maior que aquelas criadas com a cultivar Cordilheira ( $F_{(5,102)} = 3,71$ ;  $p = 0,00$ ). Porém, não foram encontradas diferenças significativas entre o tamanho das asas das fêmeas ( $F_{(5,107)} = 0,46$ ;  $p = 0,80$ ) (Tabela 2). Os machos por sua vez, não apresentaram diferenças significativas no comprimento da tibia ( $F_{(5,86)} = 1,66$ ;  $p = 1,53$ ), mas os insetos alimentados com a cultivar Santa Clara obtiveram asa com comprimento significativamente maior que os indivíduos mantidos com Cereja, Cordilheira e Giuliana ( $F_{(5,87)} = 4,42$ ;  $p = 0,00$ ) (Tabela 2).

Tabela 1: Tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de *Tuta absoluta* (Média ± EP) em seis cultivares de tomate.

| Cultivar    | Parâmetros   |               |               |                                  |
|-------------|--------------|---------------|---------------|----------------------------------|
|             | Ovo          | Lagarta       | Pupa          | Desenvolvimento (Eclosão/adulto) |
| Cereja      | 5,8 ± 0,02 b | 14,9 ± 0,2 d  | 9,9 ± 0,21 a  | 24,8 ± 0,34 c                    |
| Cordilheira | 5,9 ± 0,03 b | 18,3 ± 0,2 a  | 9,8 ± 0,25 a  | 28,2 ± 0,35 a                    |
| Giuliana    | 6,9 ± 0,04 a | 16,8 ± 0,1 c  | 10,3 ± 0,14 a | 26,8 ± 0,28 b                    |
| Nemoneta    | 5,9 ± 0,04 b | 17,3 ± 0,4 bc | 9,9 ± 0,21 a  | 27,2 ± 0,52 ab                   |
| Paron       | 6,9 ± 0,03 a | 16,7 ± 0,1 c  | 10,3 ± 0,11 a | 27,2 ± 0,19 ab                   |
| Santa Clara | 6,9 ± 0,07 a | 17,8 ± 0,2 ab | 10,2 ± 0,15 a | 27,8 ± 0,21 ab                   |

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste ANOVA (teste de Tukey).

Tabela 2: Comprimento (mm) da asa posterior direita e tibia posterior direita (Média ± EP) de *Tuta absoluta* em diferentes cultivares de tomate.

| Cultivar    | Tibia        |             | Asa         |              |
|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
|             | Fêmea        | Macho       | Fêmea       | Macho        |
| Cereja      | 3,9 ± 0,0 ab | 3,8 ± 0,0 a | 9,8 ± 0,1 a | 9,6 ± 0,1 b  |
| Cordilheira | 3,6 ± 0,1 b  | 3,9 ± 0,1 a | 9,5 ± 0,2 a | 9,5 ± 0,2 b  |
| Giuliana    | 3,8 ± 0,1 ab | 3,7 ± 0,1 a | 9,8 ± 0,2 a | 9,5 ± 0,2 b  |
| Nemoneta    | 3,8 ± 0,1 ab | 3,8 ± 0,1 a | 9,8 ± 0,2 a | 9,8 ± 0,2 ab |
| Paron       | 3,9 ± 0,1 a  | 3,8 ± 0,1 a | 9,8 ± 0,1 a | 9,9 ± 0,2 ab |
| Sta. Clara  | 3,7 ± 0,0 ab | 3,9 ± 0,1 a | 9,8 ± 0,2 a | 10,4 ± 0,2 a |

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste ANOVA (teste de Tukey).

#### SOBREVIVÊNCIA DURANTE O CICLO DE VIDA DE *T. absoluta*

As curvas de sobrevivência construídas a partir do método de Kaplan-Meier demonstraram respostas significativas em relação à cultivar ofertada a *T. absoluta* ( $\chi^2_{(5)} = 21,91$ ;  $p = 0,00$ ) (Figura 2). A mortalidade registrada foi abaixo da frequência esperada apenas na fase larval na Cultivar Cereja (Tabela 3). Durante a fase larval, houve mortalidade de 38,6% na cultivar Cordilheira e 31,4% em Giuliana, enquanto que

a cultivar Cereja apresentou apenas 10% de mortalidade dos insetos neste estágio. Na fase de pupa, os insetos alimentados com as cultivares Santa Clara e Giuliana apresentaram 17,9% e 15% de mortalidade, respectivamente. Considerando o ciclo ovo-adulto, a cultivar Cereja foi a que apresentou menor mortalidade dos insetos, sendo que Giuliana foi o tratamento com a maior porcentagem de indivíduos que não atingiram a fase adulta (Tabela 3). Entretanto, os insetos alimentados com a cultivar Giuliana que chegaram à fase adulta, foram aqueles que atingiram o maior tempo de vida, com cerca de 110 dias, diferentemente de Cordilheira, cujos indivíduos viveram pouco mais de 50 dias em seu ciclo vida (Figura 1).

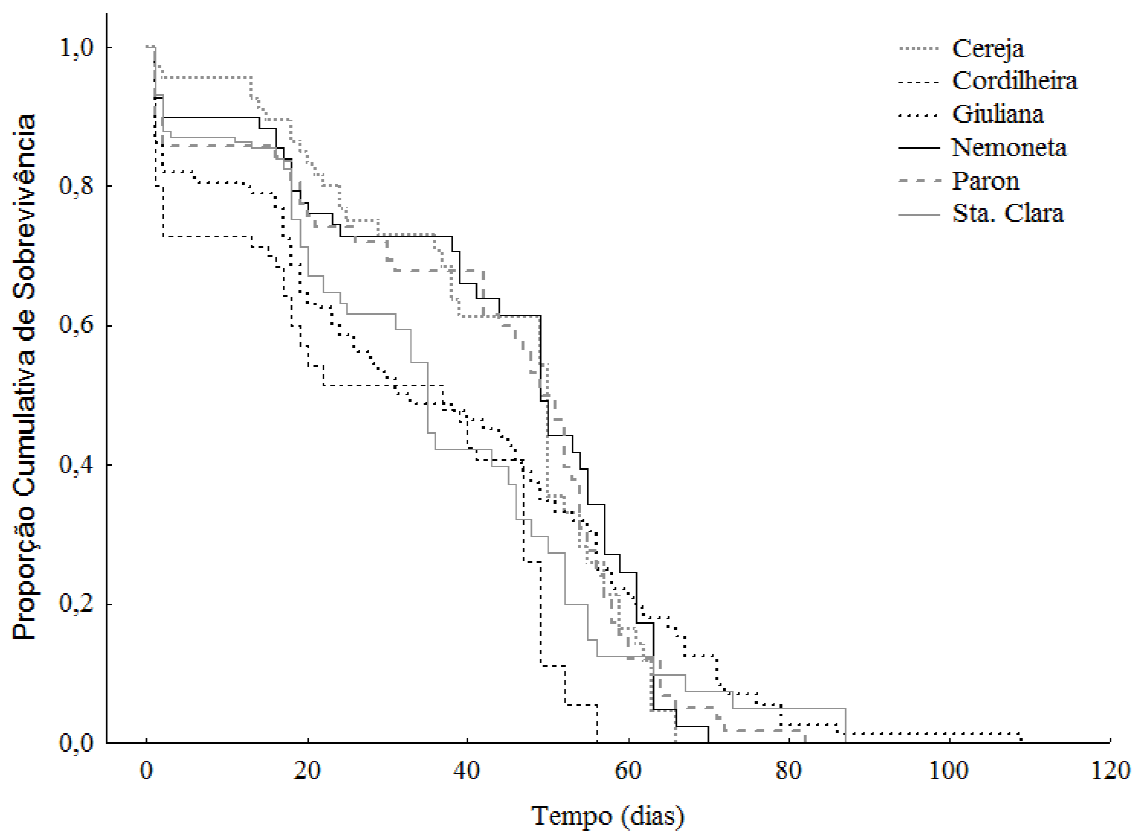


Figura 1: Curvas de sobrevivência do ciclo de vida de machos e fêmeas de *Tuta absoluta* em seis diferentes cultivares de tomate.

Tabela 3: Porcentagem de mortalidade de *Tuta absoluta* durante as fases de desenvolvimento (N=140 para cada cultivar).

| Cultivares     | Mortalidade (%) |       |       |
|----------------|-----------------|-------|-------|
|                | Lagarta         | Pupa  | Total |
| Cereja         | 10              | 11,4  | 21,4  |
| Cordilheira    | 38,6            | 5,7   | 44,3  |
| Giuliana       | 31,4            | 15,0  | 46,4  |
| Nemoneta       | 27,2            | 8,6   | 35,7  |
| Paron          | 20,7            | 10    | 30,7  |
| Sta. Clara     | 22,9            | 17,9  | 40,8  |
| $\chi^2_{(5)}$ | 0,975           | 7,849 | 1,508 |

#### REPRODUÇÃO E LONGEVIDADE DE *T. absoluta* EM DIFERENTES CULTIVARES DE TOMATE

As cultivares de tomate influenciaram significativamente o período de pré-oviposição ( $F_{(5,94)} = 4,08$ ;  $p = 0,00$ ), oviposição ( $F_{(5,94)} = 4,09$ ;  $p = 0,00$ ) e fertilidade ( $F_{(5,94)} = 9,66$ ;  $p = 0,00$ ). Entretanto, diferenças estatísticas não foram registradas na fecundidade das fêmeas ( $F_{(5,94)} = 1,37$ ;  $p = 0,24$ ). A oviposição diária foi regular nas seis cultivares analisadas, sendo que os picos de oviposição ocorreram até o terceiro dia (Figura 2). O tempo de pré-oviposição dos insetos alimentados com a cultivar Cordilheira foi o de menor duração, com 1,3 dias, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, exceto Santa Clara (Tabela 4). As fêmeas provenientes do tratamento com a cultivar Nemoneta ovipositaram por mais tempo, 19,8 dias, porém, este resultado diferiu estatisticamente apenas de Cordilheira, com 11,3 dias de oviposição. A fecundidade média de *T. absoluta* variou de 134,8 ovos na cultivar Santa Clara, a 166,9 ovos na cultivar Paron. A maior porcentagem de fertilidade foi registrada nas fêmeas alimentadas com a cultivar Cordilheira, com 84,1% de ovos férteis, porém, este valor não diferiu significativamente do resultado obtido nas cultivares Cereja e Nemoneta. Giuliana e Paron foram os tratamentos que apresentaram a menor porcentagem de fertilidade, não diferindo apenas de Santa Clara (Tabela 4).

Tabela 4: Duração média ( $\pm$ EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade (ovos por fêmea) e fertilidade (%) de *Tuta absoluta* em seis cultivares de tomate.

| Temperatura | Pré-oviposição<br>(dias) | Oviposição<br>(dias) | Fecundidade<br>(n° de ovos) | Fertilidade<br>(%) | Longevidade (dias)  |                     |
|-------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|             |                          |                      |                             |                    | Fêmeas              | Machos              |
| Cereja      | 2,2 $\pm$ 0,2 a          | 17,2 $\pm$ 1,3 a     | 126,3 $\pm$ 13,1 a          | 77,8 $\pm$ 2,9 ab  | 31,7 $\pm$ 2,5 a A  | 24,8 $\pm$ 2,2 ab B |
| Cordilheira | 1,3 $\pm$ 0,2 b          | 11,3 $\pm$ 1,2 b     | 128,8 $\pm$ 15,2 a          | 84,1 $\pm$ 1,4 a   | 19,9 $\pm$ 1,1 b A  | 15,9 $\pm$ 1,4 b B  |
| Giuliana    | 2,2 $\pm$ 0,3 a          | 16,9 $\pm$ 1,2 a     | 157,8 $\pm$ 10,9 a          | 54,2 $\pm$ 5,0 c   | 30,5 $\pm$ 2,2 a A  | 27,5 $\pm$ 3,2 a A  |
| Nemoneta    | 2,5 $\pm$ 0,3 a          | 19,8 $\pm$ 1,7 a     | 137,3 $\pm$ 14,7 a          | 75,2 $\pm$ 5,8 ab  | 29,6 $\pm$ 1,7 a A  | 22,8 $\pm$ 2,1 ab B |
| Paron       | 2,4 $\pm$ 0,3 a          | 16,4 $\pm$ 1,1 ab    | 166,9 $\pm$ 17,2 a          | 58,3 $\pm$ 3,6 c   | 25,2 $\pm$ 1,5 ab A | 26,6 $\pm$ 1,9 ab A |
| Sta. Clara  | 2,0 $\pm$ 0,2 ab         | 15,4 $\pm$ 1,4 ab    | 134,8 $\pm$ 13,3 a          | 67,2 $\pm$ 2,4 bc  | 26,6 $\pm$ 2,1 ab A | 23,7 $\pm$ 3,5 ab A |

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste ANOVA (teste de Tukey).

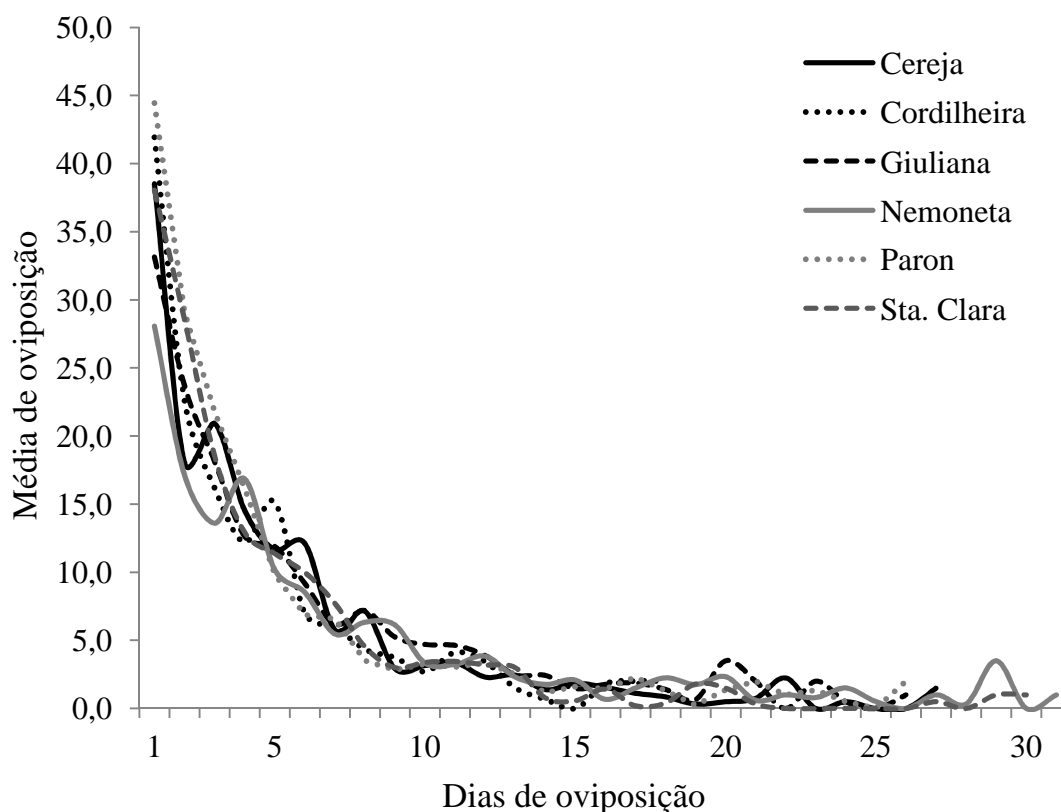


Figura 2: Média de oviposição de *Tuta absoluta* ao longo do tempo em seis cultivares comerciais.

A longevidade de fêmeas e machos foi influenciada pela cultivar ofertada como alimento durante a fase larval ( $F_{(5,111)} = 4,38; p = 0,00; F_{(5,111)} = 2,18; p = 0,03$ ). Fêmeas alimentadas com as cultivares Cereja, Giuliana e Nemoneta foram mais longevas que aquelas criadas na cultivar Cordilheira. Quando comparada a longevidade entre fêmeas e machos de cada tratamento, constatou-se que as fêmeas obtidas das cultivares Cereja, Cordilheira e Nemoneta foram significativamente mais longevas que os machos ( $F_{(1,34)} = 4,97; p = 0,03; F_{(1,28)} = 5,1; p = 0,03; F_{(1,30)} = 6,05; p = 0,02$ , respectivamente). Não foram registradas diferenças significativas entre a longevidade de fêmeas e machos alimentados com as cultivares Giuliana ( $F_{(1,42)} = 0,61; p = 0,44$ ), Paron ( $F_{(1,48)} = 0,29; p = 0,59$ ) e Santa Clara ( $F_{(1,40)} = 1,24; p = 0,27$ ).

#### TABELA DE FERTILIDADE

A taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), a razão finita de aumento ( $\lambda$ ) e a taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) foram maiores nas cultivares Cereja, Cordilheira e Nemoneta. A maior  $R_0$  foi registrada em Nemoneta (29,53) e a menor em Giuliana

(13,78). O tempo geracional ( $T$ ) foi maior nas cultivares Santa Clara e Nemoneta, com 38,10 e 33,94 dias, respectivamente, e o menor  $T$  foi registrado com a cultivar Cereja, 30,06 dias (Tabela 5).

Tabela 5: Parâmetros estimados da tabela de vida de fertilidade de *Tuta absoluta* em seis cultivares de tomate.

| Cultivar    | Taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) | Razão finita de aumento ( $\lambda$ ) | Duração da geração ( $T$ ) | Taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--|
| Cereja      | 26,68                                | 1,12                                  | 30,06                      | 0,11                                     |
| Cordilheira | 25,15                                | 1,11                                  | 31,78                      | 0,10                                     |
| Giuliana    | 13,78                                | 1,09                                  | 32,27                      | 0,08                                     |
| Nemoneta    | 29,53                                | 1,11                                  | 33,94                      | 0,10                                     |
| Paron       | 19,11                                | 1,10                                  | 32,06                      | 0,09                                     |
| Santa Clara | 16,15                                | 1,08                                  | 38,10                      | 0,07                                     |

## DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que os hospedeiros avaliados afetaram o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução de *T. absoluta*. Considerando todas as cultivares utilizadas no presente estudo, exceto em Cereja, o período de desenvolvimento larval variou de 16,7 a 18,3 dias. Estes valores estão de acordo com estudos realizados anteriormente sobre a biologia da traça-do-tomateiro (Coelho & França 1987, Imenes *et al* 1990, Borgoni & Carvalho 2006) . Semelhantemente a este estudo, Imenes *et al* (1990), em experimentos conduzidos a 18,5 °C, obtiveram duração da fase larval de 19,2 dias. Coelho & França (1987) registraram duração da fase larval de 13 dias para a traça-do-tomateiro, no entanto, a temperatura utilizada pelos autores foi de 22,8 °C, mais alta que no presente estudo. Borgoni & Carvalho (2006), à 25 °C, registraram média de 12,5 dias para o desenvolvimento larval da traça-do-tomateiro na cultivar Santa Clara. Apesar da falta de informação a respeito da cultivar utilizada em alguns dos estudos mencionados acima, é possível perceber que diferenças registradas em relação ao presente estudo, devem-se também às diferentes temperaturas utilizadas.

Os resultados obtidos com a cultivar Cereja, são distintos das demais cultivares utilizadas, assim como dos estudos anteriormente citados. A cultivar Cereja proporcionou não somente desenvolvimento larval mais rápido que os demais



hospedeiros, como também o ciclo ovo-adulto. A principal implicação desse resultado é que conseqüentemente o tempo geracional também diminuiu, aumentando o número de gerações da praga no campo. Além disso, a cultivar Cereja foi a que apresentou a menor porcentagem de mortalidade total, de 21,4%. Apesar de ter apresentado a menor fecundidade, ainda que sem diferir estatisticamente das outras cultivares, 77,8% dos ovos postos pelas fêmeas provenientes da cultivar Cereja foram férteis. Além disso, a cultivar Cereja foi a que proporcionou a maior taxa intrínseca de crescimento ( $R_m$ ) e a segunda maior taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ). A taxa intrínseca de crescimento e a taxa líquida de reprodução frequentemente são utilizadas como medida de desempenho de uma espécie (Giske *et al* 1993), pois proveem uma noção detalhada da sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de uma população (Chi & Yang 2003). A taxa intrínseca de crescimento, ainda que criticada por assumir uma distribuição estável de idades da população estudada, é considerada um parâmetro demográfico essencial na predição e comparação do potencial do crescimento populacional (Andrewartha & Birch 1954, Varley & Gradwell 1970, Hulting *et al* 1990). Esses resultados indicam, portanto, que a cultivar Cereja é uma fonte nutricional adequada para o desenvolvimento deste inseto, o que pode representar um problema para os agricultores.

A cultivar Cordilheira prolongou o tempo de desenvolvimento de *T. absoluta*, gerou alta mortalidade de imaturos e diminuiu a longevidade dos adultos. Assim como discutido no Capítulo 2, o método experimental pode ter superestimado a mortalidade dos insetos nas fases imaturas, pois sendo *T. absoluta* uma espécie minadora, optou-se por fornecer alimento fresco e deixar que os insetos migrassem para a folha nova. No entanto, as lagartas somente abandonavam suas galerias, quando o alimento começava a se deteriorar, depreciando sua qualidade nutricional. Em condições naturais, as plantas não sofrem deterioração com a mesma rapidez e o inseto precisa mudar de folha poucas vezes durante seu desenvolvimento, o que deve aumentar muito a sobrevivência dos mesmos. Porém, ainda assim é possível perceber a diferença entre as cultivares. Além disso, as fêmeas provenientes de lagartas alimentadas com a cultivar Cordilheira tiveram redução no tempo de oviposição, além de uma das menores taxas de fecundidade, embora o valor não tenha diferido estatisticamente das demais cultivares. O prolongamento no tempo de desenvolvimento associado à baixa fecundidade pode ser um indicativo de que este hospedeiro não supre as necessidades nutricionais de *T. absoluta* (Waters & Barfield 1989, Awmack & Leather 2002). Portanto, Cordilheira pode ser considerada uma cultivar promissora para a produção de tomate, uma vez que

prolongou o tempo de desenvolvimento de *T. absoluta*, diminuiu a longevidade dos adultos, bem como a fecundidade e período de oviposição das fêmeas.

As cultivares Giuliana e Santa Clara apresentaram baixa porcentagem de fertilidade comparada aos outros hospedeiros, conseqüentemente, houve queda na taxas intrínsecas de crescimento e taxa líquida de reprodução. No entanto, o tempo de desenvolvimento decorrido para os insetos provenientes destas cultivares chegarem a fase adulta, diferiu apenas de Cereja e Cordilheira. Além disso, Giuliana e Santa Clara causaram mais de 40% de mortalidade durante todo o ciclo de desenvolvimento, sendo que as porcentagens maiores de mortalidade ocorreram durante a fase larval. Sendo assim, estes hospedeiros parecem não influenciar drasticamente o tempo de desenvolvimento de *T. absoluta*, mas afetam negativamente a viabilidade de seus ovos, contribuindo para um menor aumento populacional nas gerações subsequentes.

Apesar de diferenças estatísticas não terem sido registradas em todas as cultivares, as fêmeas foram mais longevas que os machos em todas elas, exceto em Paron. Este resultado corrobora dados anteriores, que afirmam que de modo geral, as fêmeas vivem mais do que os machos (Coelho & França 1987, Angel 1988, Haji *et al* 1988, Giustolin & Vendramim 1996).

Existe na literatura uma série de pesquisas que envolvem a influência de espécies e cultivares de tomate no desenvolvimento e reprodução de *T. absoluta*. No entanto, estes estudos estão concentrados na utilização de plantas com altos teores de 2-tridecanona e 2-undecanona, substâncias que conferem resistência à planta ao ataque da traça-do-tomateiro, comparadas a uma cultivar susceptível, como Santa Clara, por exemplo (Labory *et al* 1999, Gilardón *et al* 2001, Thomazini *et al* 2001, Suinaga *et al* 1999; 2004, Moreira *et al* 2009). No entanto, estas espécies dadas como resistentes não são cultivadas comercialmente. Trabalhos que comparem variedades comerciais quanto ao desempenho de *T. absoluta* são escassos. Portanto, os dados deste trabalho fornecem resultados que podem ser repassados aos agricultores, uma vez que os resultados indicaram as cultivares que causam impacto negativo sobre os parâmetros biológicos de *T. absoluta*.

Conclui-se, portanto, que *T. absoluta* tem seu desenvolvimento, sobrevivência e reprodução afetados pelo hospedeiro. A cultivar Cereja se mostrou uma fonte nutricional adequada para o desenvolvimento e reprodução da traça-do-tomateiro. Por outro lado, a cultivar Cordilheira afetou negativamente o tempo de desenvolvimento de *T. absoluta*, a longevidade dos adultos, a fecundidade e o período de oviposição das

fêmeas. Insetos alimentados com as cultivares Giuliana e Santa Clara tiveram sua reprodução e conseqüentemente seus parâmetros populacionais afetados de forma negativa por seus hospedeiros. Sendo assim, as cultivares Cordilheira, Giuliana e Santa Clara se mostraram promissoras para o cultivo de tomate quanto ao ataque e proliferação de *T. absoluta*, enquanto que Cereja aparenta ser a cultivar que melhor propicia o desenvolvimento e aumento populacional da traça-do-tomateiro.

## REFERÊNCIAS

**Abbes K, Harbi A, Chermiti B (2012)** The tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tunisia: current status and management strategies. Bulletin EPPO 42: 226-233.

**Andrewartha HG, Birch LC (1954)** The distribution and abundance of animals. Chicago, University of Chicago Press. 793p.

**Angel RV (1988)** Reconhecimento, identificación y biología de especies de Gelechiidae (Lepidoptera) en plantas solanaceas del departamento de Antioquia: I. *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick). Revista Colombiana de Entomología, 14: 25-32.

**Awmack CS, Leather SR (2002)** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review of Entomology 47: 817-844.

**Abdul Razzak AS, Yassiri AL, Fadhil HQ (2010)** First report of tomato borer (tomato moth) *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato crop in Iraq. Arab and Near East Plant Protection Newsletter 51: 31.

**Baniameri V, Cheraghian A (2012)** The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. Bulletin EPPO 42: 322-324.

**Bogorni PC, Carvalho GS (2006)** Biología de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em diferentes cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. Boikos 20: 49-61.

**Chi H, Yang TC (2003)** Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology 32: 327-333.

**Coelho MCF, França FH (1987)** Biología, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 22: 129-135.

**Colomo MV, Berta DC (1995)** Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. *Acta Zoologica Lilloana* 43: 165-177.

**Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A (2011)** The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84: 403-408.

**Desneux N, Wajnberg E, Wyckhuys AGK, Burgio G, Arpaia S, Narvaez-Vasquez CA, Gonzalez-Cabrera J, Catalan Ruescas D, Tabone E, Frandon J, Pizzol J, Poncet C, Urbaneja CA (2010)** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197–215.

**Ecole CC, Picanco MC, Guedes RNC, Brommonschenkel SH (2001)** Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology* 125: 193-200.

**Ecole CC, Picanco M, Moreira MD, Magalhaes STV (2000)** Chemical components associated with resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 29: 327-337.

**Edwards PJ, Wratten SD (1981)** *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. São Paulo, EDUSP, 71p.

**EMBRAPA (2003a)** Disponível no site: [http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas\\_ao\\_consumidor/tomate.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/tomate.htm). Consultado em 14 jun 2013.

**EMBRAPA (2003b)** Disponível no site: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/importancia.htm>. Consultado em 14 jun 2013.

**Fernandez S, Montagne A (1990)** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Boletín de Entomología Venezolana* 5: 89-99.

**Garzia GT, Siscaro G, Colombo A, Campo G (2009)** Reappearance of *Tuta absoluta* in Sicily. *Informatore Agrario* 65: 4, 71.

**Germain JF, Lacordaire AI, Cocquempot C, Ramel JM, Oudard E (2009)** A new tomato pest in France: *Tuta absoluta*. *PHM Revue Horticole* 512: 37-41.

**Gilardon E, Gorustovich M, Collavino G, Hernandez C, Pocovi M, Bonomo MLC, Olsen A (2002)** Resistance of tomato lines to the South American tomato pinworm (*Tuta absoluta* Meyr.) in the laboratory and in the field. *Investigacion Agraria, Produccion y Proteccion Vegetales* 17: 35-42.

**Gilardón E, Pocovi M, Hernández C, Collavino G, Olsen A (2001)** Papel da 2-tridecanona e dos tricomas glandulares tipo VI na resistência do tomateiro a *Tuta absoluta*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36: 929-933.

**Giske J, Aksnes DL, Forland B (1993)** Variable generation times and Darwinian fitness measures. *Evolutionary Ecology* 7: 233-239.

**Giustolin TA, Vendramim JD (1996)** Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona na biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 25: 417-422.

**Gonçalves-Gervásio RCRG, Ciociola AI, Santa Cecília LVC, Maluf WR (1999)** Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. *Ciência Agrotécnica* 23: 247-251.

**Hagen KS, Dadd RH, Reese J (1984)** The food of insects. p.79-112. In: Huffaker CB, Rabb RL (eds.), *Ecological methodology*. New York, J.Wiley & Sons, 844 p.

**Haji FNP, Dias RCS, Andrade MW (1989)** Controle da traça do tomateiro. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 2p. (Comunicado técnico, n.39).

**Haji FNP, Parra JRP, Silva JP, Batista JGS (1988)** Biologia da traça-do-tomateiro sob condições de laboratório. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 23: 107-110.

**Hulting FL, Orr DB, Obrycki JJ (1990)** A computer program for calculation and statistical comparison of intrinsic rates of increase and associated life table parameters. *The Florida Entomologist* 73: 601-612.

- Imenes SDL, Uchôa-Fernandes MA Campos TB, Takematsu AP (1990)** Aspectos biológicos e comportamentais da traça-do-tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera-Gelechiidae). Arquivos do Instituto Biológico 57: 63-68.
- Kaplan EL, Meier P (1958)** Nonparametric estimation from incomplete observations. Journal of the American Statistical Association 53: 457-481.
- Kiliç T (2010)** First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica 38: 243–244.
- Labory CRG, Santa-Cecília LVC, Maluf WR, Cardoso MG, Bearzotti E, Souza JC (1999)** Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua relação com resistência à traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34: 733-740.
- Maluf WR, Barbosa LV, Santa-Cecilia LVC (1997)** 2-Tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South American tomato pinworm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp. Euphytica 93: 189-194.
- Medeiros MA, Vilela NJ, Franca FH (2006)** Technical and economic efficiency of biological control of the South American tomato pinworm in protected environment. Horticultura Brasileira 24: 180-184.
- Moreira LA, Picanço MC, Silva GA, Semeão AA, Casali VWD, Campos MR, Fernandes MES, Xavier VM (2009)** Antibiosis of eight *Lycopersicon* genotypes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Ceres 56: 283-287.
- Pereyra PC, Sánchez NE (2006)** Effect of two solanaceous plants of development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology 35: 672-675.
- Pizzamiglio JRP (1991)** Ecologia das interações entre inseto/planta. p. 101–129. In: Panizzi AR, Parra JRP (eds.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 412 p.
- Sauvion S, Mauriello V, Renard B, Boissot N (2005)** Impact of melon accessions resistant to aphids on the demographic potential of silverleaf whitefly. Journal of Economic Entomology 98: 557-567.
- Statsoft, Inc. (2004)** Programa computacional Statistica 7.0, EUA.

**Suinaga FA, Picanço M, Moreira MD, Semeão AA, Magalhães STV (2004)** Resistência por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* à traça-do-tomateiro. Horticultura Brasileira 22: 281-284.

**Suinaga FA, Picanço M, Jhan GN, Brommonschenkel SH (1999)** Causas químicas da resistência de *Lycopersicon peruvianum* a *Tuta absoluta*. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 28: 313-321.

**Thomazini APBW, Vendramim JD, Brunherotto R, Lopes MTR (2001)** Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). Neotropical Entomology 30: 283-288.

**Torres JB, Faria CA, Evangelista Junior WS, Pratissoli D (2001)** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. International Journal of Pest Management 47: 173-178.

**Uchôa-Fernandes MA, Della Lucia TMC, Vilela EF (1995)** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24: 159-164.

**Varley GC, Gradwell GR (1970)** Recent advance in insect population dynamics. Annual Review of Entomology 15: 1-24.

**Viggiani G, Filella F, Delrio G, Ramassini W, Foxi C (2009)** *Tuta absoluta*, a new Lepidoptera now reported in Italy. Informatore Agrario 65: 66-68.

**Waters DG, Barfield CS (1989)** Larval development and consumption by *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) fed various legume species. Environmental Entomology 18: 1006-1010.







## CAPÍTULO IV

**ANÁLISE DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO  
TOMATEIRO, *Solanum lycopersicon*, E  
PREFERÊNCIA DE OVIPOSIÇÃO DE *Tuta  
absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)  
EM CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE**



**ANÁLISE DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO TOMATEIRO, *Solanum lycopersicon*, E PREFERÊNCIA DE OVIPOSIÇÃO DE *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EM CULTIVARES COMERCIAIS DE TOMATE**

**RESUMO**

O tomate, *Solanum lycopersicon* Mill., é uma das hortaliças mais consumidas no mundo. O aumento da área plantada beneficiou a proliferação de diversas pragas, sendo *Tuta absoluta* (Meyrick) a principal delas. O presente trabalho teve como objetivo identificar e quantificar os voláteis emitidos por cultivares comerciais de tomate e apontar quais destes compostos estão envolvidos na preferência de oviposição de *T. absoluta*. Foram selecionadas as cultivares Cereja, Giuliana, Nemoneta e Santa Clara. O experimento de oviposição foi conduzido em gaiolas teladas, sob temperatura ambiente. Foram realizadas 15 repetições. As plantas foram submetidas à coleta de voláteis pelo método de aeração. Os extratos obtidos foram analisados através de cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (GC-MS). O maior número de ovos depositados foi registrado nas cultivares Nemoneta e Santa Clara. Foram identificados 21 voláteis, 18 comuns a todas as cultivares. Os compostos voláteis  $\beta$ -felandreno, 4-careno,  $\beta$ -cariofileno, tert-butilbenzeno e  $\alpha$ -cariofileno, nesta ordem, foram os voláteis liberados em maior abundância pelos hospedeiros avaliados, sendo os dois primeiros mais abundantes nas cultivares Nemoneta e Santa Clara. A grande quantidade liberada dos compostos  $\beta$ -felandreno e 4-careno provavelmente influenciam no reconhecimento mais rápido do hospedeiro pela traça-do-tomateiro.

**Palavras-Chave:** cromatografia gasosa, espectrômetro de massas,  $\beta$ -felandreno, 4-careno

**ANALYSIS OF VOLATILES COMPOUNDS OF TOMATO, *Solanum lycopersicon*, ON THE OVIPOSITION OF *Tuta absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) IN COMMERCIAL CULTIVARS OF TOMATO**

**ABSTRACT**

Tomato, *Solanum lycopersicon* Mill., is one of the most consumed vegetables in the world. Increased planted area benefited the proliferation of various pests, of which *Tuta absoluta* (Meyrick) is the main one. This study aimed to identify and quantify the volatiles emitted by commercial tomato cultivars and indicate which of these compounds are involved in oviposition preference of *T. absoluta*. Cereja, Giuliana, Nemoneta and Santa Clara cultivars were selected for the evaluation. The oviposition experiment was conducted in screened cages under ambient temperature. Fifteen replicates were conducted. Plant volatiles were collected by the method of aeration. The extracts were analyzed by gas chromatography with a mass spectrometer coupled (GC-MS). The largest number of eggs laid was recorded in cultivars Nemoneta and Santa Clara. Twenty one volatiles were identified, 18 of them common to all cultivars. The volatile compounds  $\beta$ -caryophyllene,  $\beta$ -phellandrene, 4-carene, and tert-butylbenzene, in this order, were the most abundant in the evaluated hosts, the first two being more abundant in Nemoneta and Santa Clara. The large amount of  $\beta$ -phellandrene and 4-carene compounds released probably favours faster recognition of the host by the tomato leafminer.

**Key words:** gas chromatography, mass spectrometry,  $\beta$ -phellandrene, 4-carene

## INTRODUÇÃO

O tomate, *Solanum lycopersicon* Mill., é uma das hortaliças mais consumidas no mundo. Esta cultura é responsável pela movimentação de grandes quantias em dinheiro no comércio de insumos agrícolas e na produção, assim como no processamento industrial. Além disso, é de grande importância socioeconômica, pois abrange grandes áreas de cultivo e emprega considerável mão de obra (Boiteux *et al* 2008, Melo *et al* 2008). O cultivo de tomate teve crescimento no Brasil a partir de 1950, e juntamente com o aumento da área plantada, veio o aparecimento de várias pragas que afetam a produção final (EMBRAPA 2003). Em 1979, *Tuta absoluta*, a principal praga do tomateiro na América do Sul, foi registrada no Brasil e há muitos anos está presente em todos os estados em que o tomate é cultivado (Suinaga *et al* 1999, Torres *et al* 2001).

*Tuta absoluta* é um microlepidóptero minador; a espécie é multivoltina e pode se alimentar de folhas, flores, caules e frutos do tomateiro (Pereyra & Sánchez 2006). O dano é produzido quando as larvas minam as folhas e passam a se alimentar do mesofilo (Coelho & França 1987, Haji *et al* 1989, Fernandez & Montagne 1990, Uchôa-Fernandes *et al* 1995) afetando a capacidade fotossintética da planta (Pereyra & Sánchez 2006). Entretanto, a injúria causada diretamente nos frutos pode ocasionar perdas severas na produção (Colomo & Berta 1995). Atualmente, 21,5% da área cultivada e 27,2% dos frutos produzidos no mundo são infestados por *T. absoluta* (Desneux *et al* 2011).

A traça-do-tomateiro tem sido controlada por aplicações múltiplas de inseticidas (Thomazini *et al* 2001, Drinkwater *et al* 1995). No entanto, populações brasileiras de *T. absoluta* já têm demonstrado resistência a vários compostos utilizados para seu controle, como abamectina, cloridrato de cartape, diflubenzurom, metamidofós, permetrina, espinosade, teflubenzurom e triflumurom (Siqueira *et al* 2000 a;b; 2001, Santos *et al* 2011, Silva *et al* 2011), o que faz com quem o agricultor acabe por aplicar quantidades de inseticidas superiores ao recomendado. Uma alternativa ao uso de inseticidas é o controle biológico (Haji *et al* 2002, Michereff Filho *et al* 2013). Entretanto, o estudo das interações da praga com seu hospedeiro pode contribuir com novas alternativas a serem incorporadas no manejo desta espécie. Muitos estudos que envolvem a influência de espécies e variedades de tomate no desempenho de *T. absoluta* vêm sendo realizados. No entanto, estes estudos estão concentrados na utilização de plantas com altos teores de 2-tridecanona e 2-undecanona, substâncias que conferem resistência à planta pelo ataque da traça-do-tomateiro, comparadas a uma

cultivar susceptível, como Santa Clara, por exemplo (Labory *et al* 1999, Gilardón *et al* 2001, Thomazini *et al* 2001, Suinaga *et al* 1999; 2004, Moreira *et al* 2009). Porém, as espécies consideradas resistentes não são cultivadas comercialmente. Desta forma, o estudo de cultivares comerciais e sua relação com a traça-do-tomateiro, podem fornecer novas diretrizes na escolha das cultivares a serem plantadas, pois o desenvolvimento e reprodução dos insetos dependem diretamente da qualidade e quantidade de alimento utilizado (Hagen *et al* 1984). Por sua vez, a susceptibilidade da planta a um ataque de insetos depende do meio ecológico e de suas características químicas e morfológicas.

As plantas emitem uma série de voláteis que promovem interações com outras plantas e também com animais (Dudareva *et al* 2004, Knudsen *et al* 2006, Pichersky *et al* 2006). Os voláteis produzidos por plantas intactas variam de acordo com o genótipo, o estágio fenológico e as condições ambientais (Vallat & Dorn 2005, Bengtsson *et al* 2006, Karlsson *et al* 2009). Insetos herbívoros podem utilizar estes voláteis para encontrar e distinguir os melhores hospedeiros para alimentação e reprodução (Linn *et al* 2003, Bengtsson *et al* 2006, Tasin *et al* 2006, Cha *et al* 2008, Pinero & Dorn 2009, Schmidt-Busser *et al* 2009, Sole *et al* 2010). O presente trabalho teve como objetivo identificar e quantificar os voláteis emitidos por cultivares comerciais de tomate e apontar quais destes compostos estão envolvidos na preferência de oviposição de *T. absoluta*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **CRIAÇÃO DE *T. absoluta***

A criação de *T. absoluta* foi iniciada em março de 2010, no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII), a partir de lagartas e pupas coletadas em cultivo comercial orgânico da cultivar Cereja, em Colombo, região metropolitana de Curitiba, Paraná, região sul do Brasil (25° 17' 31'' S, 49° 13' 26'' W). O método de criação dos insetos foi descrito no Capítulo 2. Porém, a fim de evitar o condicionamento pré-imaginal, para este experimento os insetos foram criados com a cultivar Paron, já que esta não foi utilizada no experimento de preferência de oviposição.

### **PREFERÊNCIA DE OVIPOSIÇÃO DE *T. absoluta***

As cultivares comerciais utilizadas foram Cereja, Giuliana, Nemoneta e Santa Clara. As mudas obtidas a partir de viveiro especializado foram transplantadas para

recipientes plásticos de 800 mL, contendo substrato composto de turfa e calcário e aditivado com adubo NPK e mantidas em casa de vegetação com 60 m<sup>2</sup> e 5 m de altura.

Pupas obtidas a partir da criação foram separadas por sexo e individualizadas em potes de polietileno com tampa (2,5 x 3,5 cm) até a emergência dos adultos. Após os adultos emergirem, cinco fêmeas e cinco machos foram acondicionados em gaiolas com 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro e mantidos em câmaras climatizadas a  $20 \pm 2$  °C, fotofase de 12 h e UR de  $70 \pm 10\%$ , por 72 h, para cópula e término de período de pré-oviposição. Durante este período, os adultos foram alimentados com solução de mel a 10% fornecido em algodão hidrófilo acondicionado em tampas plásticas de 1 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura. Para o teste de preferência de oviposição foram utilizadas gaiolas com 80 cm de comprimento e largura, e 1 m de altura e faces teladas. Nestas gaiolas, foram colocadas plantas com 45 dias e cerca de 40 cm de altura de cada uma das quatro cultivares, uma planta em cada canto da gaiola dispostas aleatoriamente (Figura 1). Os adultos foram liberados no centro da gaiola, cinco machos e cinco fêmeas. O experimento foi conduzido em temperatura ambiente. Após 48h os insetos foram retirados e as plantas foram levadas ao LCII onde foram inteiramente vistoriadas para contagem dos ovos. Foram realizadas 15 repetições com delineamento experimental inteiramente casualizado.



Figura 1: Gaiolas utilizadas no experimento de preferência de oviposição de *Tuta absoluta* em cultivares comerciais de tomate (a). Interior da gaiola mostrando a disposição das plantas, a seta indica o ponto de liberação dos adultos (b).

## COLETA, IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

As mudas das cultivares Cereja, Giuliana, Nemoneta e Santa Clara, obtidas a partir de viveiro especializado, foram plantadas em recipientes plásticos de 250 mL, utilizando o mesmo substrato e adubo mencionado no tópico anterior. Após 45 dias, plantas com cerca de 40 cm de altura, oito unidades de cada cultivar, foram submetidas à coleta de voláteis pelo método de aeração, sendo realizadas oito repetições para cada tratamento. Para diminuir a captura de compostos provenientes do solo, os recipientes plásticos nos quais as plantas foram plantadas foram recobertos com papel alumínio. As aerações foram realizadas em câmaras de vidro (11,5 cm x 35 cm) em uma sala climatizada com temperatura de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotofase de 12 h. Antes de entrar no sistema de aeração, o ar foi umidificado e filtrado através de uma coluna de carvão ativado com velocidade de 1 ml/min/câmara. Os voláteis foram capturados através de uma coluna de vidro contendo 20 mg do polímero adsorvente HayeSep Q 80-100 mesh (Altech, Lokeren, Belgium) (Figura 2). Após 48 h, as colunas foram lavadas com 300  $\mu\text{l}$  de hexano HPLC bidestilado para a obtenção do extrato bruto. Como padrão interno (PI), composto utilizado para estimar a concentração dos demais compostos, foi adicionado 20  $\mu\text{l}$  geranyl-acetona (50 ppm) ao extrato obtido. A solução final foi concentrada a 100  $\mu\text{l}$ . Após a coleta dos voláteis, as plantas foram cortadas, acondicionadas em sacos de papel pardo e mantidas em estufa de secagem a  $60^\circ\text{C}$  por 48 h para posterior pesagem e uso no cálculo de quantificação dos voláteis.

Os extratos foram analisados através de cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (GCMS) (QP 2010 Plus – Shimadzu). O GCMS era equipado com uma coluna RTX-5 (30 m x 0,25 mm i.d. e 0,25 mm de espessura de filme; Restek, Bellefonte, Pennsylvania, USA). Injeções de 1  $\mu\text{l}$  de cada extrato foram realizadas utilizando o modo splitless com temperatura do injetor de  $250^\circ\text{C}$ . A temperatura da coluna foi mantida em  $40^\circ\text{C}$  por 1 min, em seguida foi elevada de 7 em  $7^\circ\text{C}$  a  $250^\circ\text{C}$  na qual se manteve por 5 min. O hélio foi utilizado como gás carreador, com pressão da coluna de 170 kPa. Os mesmos parâmetros foram usados para todas as análises.

Os compostos orgânicos voláteis foram identificados através da análise dos espectros de massas (GC-MS) e de infravermelho (GC-FTIR), índices de Kovats (KI) e coinjeções com compostos comerciais e quantificados com base na área do PI.





Figura 2: Sistema de aeração para coleta de voláteis contendo quatro cultivares comerciais de tomate, *Solanum lycopersicon*.

A concentração dos compostos voláteis foi obtida a partir da área e quantidade utilizada do PI (geranil-acetona), o volume total da amostra e o peso seco da planta. Para tal, inicialmente foi determinada a concentração dos compostos injetados no GCMS a partir da fórmula:

$$C_{(aliquota)} = (AC \times QPI) / AP$$

onde  $C_{(aliquota)}$  é concentração em ng/ $\mu$ l da alíquota injetada no GCMS, AC é a área do composto, QPI é a quantidade em ng de padrão adicionado à amostra e AP é a área do padrão.

Após a obtenção da concentração dos compostos na alíquota analisada, é possível estimar a concentração total na planta pela fórmula:

$$C_{(total)} = (C_{(aliquota)} \times VE) / PS$$

onde  $C_{(total)}$  é concentração em ng/mg do composto na planta inteira,  $C_{(aliquota)}$  é o resultado obtido no cálculo anterior em ng/ $\mu$ l, VE é o volume total do extrato e PS é o peso seco da planta utilizada.

As coletas e identificação de voláteis foram realizadas no Laboratório de Semioquímicos, no Setor de Química da Universidade Federal do Paraná.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos no experimento de oviposição foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando diferenças significativas foram obtidas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Atendendo as premissas para utilização do teste ANOVA, os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade com os testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Os conjuntos de dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados pelas fórmulas  $\log(x+1)$  e  $(x+0,5)^{1/2}$ . A quantificação dos voláteis foi comparada entre as cultivares utilizadas com ANOVA seguindo as premissas de normalidade e homogeneidade acima citadas. As análises foram realizadas nos programas Statistica 7 (Statsoft 2004).

## RESULTADOS

A oviposição de *T. absoluta* foi influenciada pelas cultivares e pela emissão de seus voláteis. Nemoneta foi o hospedeiro com maior número de ovos depositados, com média de 10,8 ( $\pm 1,7$ ) ovos por repetição. No entanto, este resultado não diferiu significativamente da média de 6,1 ( $\pm 1,8$ ) ovos depositados na cultivar Santa Clara. As cultivares Cereja e Giuliana não diferiram entre si e apresentaram média de 5,3 ( $\pm 1,2$ ) e 5,2 ( $\pm 1,3$ ) ovos depositados, respectivamente, sendo estes valores significativamente menores que os registrados em Nemoneta e Santa Clara ( $F_{(3,53)} = 3,42$ ;  $p = 0,02$ ).

Foram coletados e identificados 21 voláteis, sendo 18 comuns às cultivares Cereja, Giuliana, Nemoneta e Santa Clara (Tabela 1). Os voláteis linalool, felandral e óxido-cariofileno não foram liberados pela cultivar Santa Clara. Ainda que diferenças significativas não tenham sido registradas em muitas das concentrações obtidas, a cultivar Nemoneta foi a que registrou maior liberação de todos os voláteis comuns a todas cultivares, exceto  $\alpha$ -cubebeno (Tabelas 1 e 2).

Os compostos  $\beta$ -felandreno, 4-careno,  $\beta$ -cariofileno, tert-butilbenzeno e  $\alpha$ -cariofileno, nesta ordem, foram os voláteis liberados em maior abundância pelas plantas (Figura 3) (Tabelas 1 e 2). O  $\beta$ -felandreno e 4-careno apresentaram concentração significativamente maior nas cultivares Nemoneta e Santa Clara. O tert-butilbenzeno foi menos liberado pela cultivar Santa Clara do que pelas demais. As concentrações do  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -cariofileno não diferiram entre as cultivares (Tabelas 1 e 2).

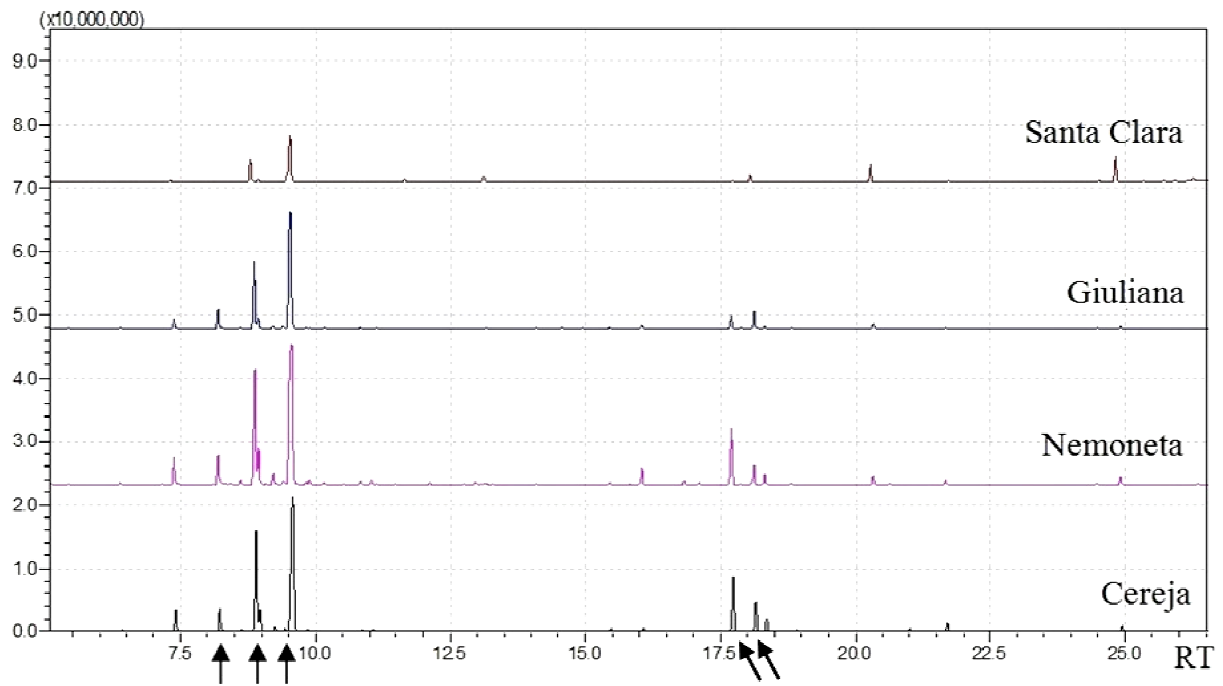


Figura 3: Cromatografia gasosa dos extratos cultivares comerciais de tomate, *Solanum lycopersicon*. As setas indicam, da esquerda para direita, os compostos: tert-butilbenzeno, 4-careno,  $\beta$ -felandreno,  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -cariofileno.

\*RT = tempo de retenção

Tabela 1: Quantificação da coleção de voláteis (média  $\pm$  EP) na concentração de ng/mg de planta, obtida a partir do método de aeração nas cultivares de tomate: Cereja, Giuliana, Nemoneta, Santa Clara.

| RT (min) | KI   | Compostos            | Cultivar               |                       |                        |                        |
|----------|------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|          |      |                      | Cereja                 | Giuliana              | Nemoneta               | Sta. Clara             |
| 7.392    | 933  | $\alpha$ -pineno     | 549,3 $\pm$ 122,5 a    | 590,9 $\pm$ 270,1 a   | 1792,3 $\pm$ 812,9 a   | 828,7 $\pm$ 268,3 a    |
| 8.205    | -    | tert-butilbenzeno    | 531,9 $\pm$ 132,9 a    | 741,7 $\pm$ 280,4 a   | 2948,4 $\pm$ 1211,5 a  | 387,1 $\pm$ 253,8 b    |
| 8.257    | 964  | $\beta$ pineno       | 45,7 $\pm$ 20,1 b      | 55,0 $\pm$ 21,2 ab    | 170,6 $\pm$ 63,0 a     | 26,3 $\pm$ 8,2 b       |
| 8.417    | 983  | Isolimoneno          | 24,6 $\pm$ 10,2 a      | 24,1 $\pm$ 9,1 a      | 75,2 $\pm$ 37,3 a      | 49,8 $\pm$ 14,7 a      |
| 8.619    | 988  | $\beta$ -mirceno     | 87,5 $\pm$ 24,4 b      | 123,8 $\pm$ 52,2 b    | 330,3 $\pm$ 112,8 a    | 72,2 $\pm$ 16,2 b      |
| 8.874    | 1001 | 4-careno             | 3557,6 $\pm$ 893,7 b   | 3967,2 $\pm$ 371,8 b  | 9627,8 $\pm$ 444,9 a   | 6184,4 $\pm$ 2567,8 a  |
| 8.949    | 1005 | $\alpha$ -felandreno | 540,0 $\pm$ 172,5 a    | 795,2 $\pm$ 362,8 a   | 1621,9 $\pm$ 792,4 a   | 950,7 $\pm$ 283,1 a    |
| 9.223    | 1001 | 2-careno             | 154,5 $\pm$ 53,9 a     | 258,1 $\pm$ 123,9 a   | 649,8 $\pm$ 316,2 a    | 355,2 $\pm$ 118,8 a    |
| 9.534    | 1031 | $\beta$ -felandreno  | 6891,31 $\pm$ 1621,1 b | 8640,1 $\pm$ 2762,4 b | 19139,6 $\pm$ 6746,5 a | 14771,7 $\pm$ 3297,4 a |
| 9.831    | 1050 | Octatrieno           | 50,2 $\pm$ 16,0 a      | 118,6 $\pm$ 50,9a     | 223,2 $\pm$ 61,7 a     | 75,9 $\pm$ 22,4 a      |
| 10.168   | 1062 | $\gamma$ -terpineno  | 32,9 $\pm$ 9,0 a       | 55,9 $\pm$ 29,7 a     | 67,6 $\pm$ 19,4 a      | 56,3 $\pm$ 14,1 a      |
| 10.840   | 1084 | Isoterpinoleno       | 65,3 $\pm$ 19,4 a      | 86,4 $\pm$ 38,8 a     | 126,7 $\pm$ 31,9 a     | 96,5 $\pm$ 36,9 a      |
| 11.041   | -    | Linalool             | 87,6 $\pm$ 40,7 a      | 78,3 $\pm$ 49,7 a     | 108,4 $\pm$ 36,2 a     | 0,00 $\pm$ 0,00 b      |
| 12.767   | -    | Felandral            | 25,9 $\pm$ 10,3 a      | 21,3 $\pm$ 12,8 a     | 35,4 $\pm$ 12,5 a      | 0,00 $\pm$ 0,00 b      |
| 14.100   | -    | $\alpha$ -irone      | 30,8 $\pm$ 10,1 a      | 16,9 $\pm$ 9,0 a      | 129,6 $\pm$ 79,1 a     | 20,7 $\pm$ 8,2 a       |
| 16.064   | 1340 | $\Delta$ elemeno     | 150,3 $\pm$ 38,7 ab    | 481,5 $\pm$ 178,1 ab  | 979,1 $\pm$ 522,8 a    | 162,0 $\pm$ 83,9 a     |

|        |      |                       |                      |                      |                       |                     |
|--------|------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 16.848 | 1351 | $\alpha$ -cubebeno    | $23,6 \pm 6,4$ a     | $85,6 \pm 50,0$ a    | $24,4 \pm 12,8$ a     | $53,7 \pm 39,5$ a   |
| 17.101 | 1375 | $\beta$ -elemeno      | $49,2 \pm 17,3$ ab   | $35,7 \pm 22,1$ b    | $184,3 \pm 58,1$ a    | $47,2 \pm 34,5$ b   |
| 17.717 | 1428 | $\beta$ -cariofileno  | $2005,3 \pm 501,6$ a | $1485,5 \pm 652,9$ a | $3374,7 \pm 1426,2$ a | $460,4 \pm 188,1$ a |
| 18.342 | 1470 | $\alpha$ -cariofileno | $464,8 \pm 117,9$ a  | $332,3 \pm 122,9$ a  | $980,0 \pm 362,6$ a   | $85,0 \pm 35,8$ a   |
| 20.652 | 1573 | Óxido-cariofileno     | $73,2 \pm 19,9$ a    | $28,7 \pm 25,5$ b    | $146,2 \pm 45,8$ a    | $0,00 \pm 0,00$ c   |

---

\*RT = Tempo de retenção; KI = Índice de Kovats

\* As médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) da quantificação de voláteis emitidos por quatro cultivares comerciais de tomate.

| Compostos            | <i>F</i> | <i>p</i> | Compostos             | <i>F</i> | <i>p</i> |
|----------------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
|                      |          |          | (continuação)         |          |          |
| $\alpha$ -pineno     | 2,47     | 0,08     | Isoterpinoleno        | 0,09     | 0,97     |
| tert-butilbenzeno    | 7,62     | 0,00     | Linalool              | 13,91    | 0,00     |
| $\beta$ -pineno      | 3,66     | 0,03     | Felandral             | 9,91     | 0,00     |
| Isolimoneno          | 0,98     | 0,42     | $\alpha$ -irone       | 1,59     | 0,22     |
| $\beta$ -mirceno     | 5,46     | 0,01     | $\Delta$ elemeno      | 4,09     | 0,02     |
| 4-careno             | 2,34     | 0,04     | $\alpha$ -cubebeno    | 1,01     | 0,40     |
| $\alpha$ -felandreno | 0,82     | 0,49     | $\beta$ -elemeno      | 6,07     | 0,00     |
| 2-careno             | 2,15     | 0,12     | $\beta$ -cariofileno  | 2,41     | 0,09     |
| $\beta$ -felandreno  | 2,64     | 0,03     | $\alpha$ -cariofileno | 8,61     | 0,00     |
| Octatrieno           | 2,64     | 0,07     | Óxidocariofileno      | 29,63    | 0,00     |
| $\gamma$ -terpineno  | 0,83     | 0,29     |                       |          |          |

\* Significativo ( $p < 0,05$ )

## DISCUSSÃO

A análise do perfil de voláteis associada a experimentos de oviposição de *T. absoluta* é essencial para elucidar quais compostos são efetivos na localização de um bom hospedeiro pelo inseto. As fêmeas são capazes de detectar pequenas variações na quantidade de voláteis emitidos pelas plantas e assim identificar os hospedeiros para sua prole (Leite *et al* 1999; 2001, Oliveira *et al* 2009). No presente estudo, ainda que não tenha diferido estatisticamente de Santa Clara, a cultivar preferida para deposição dos ovos foi Nemoneta. Esta foi também a cultivar que apresentou voláteis emitidos em maior abundância. Portanto, é provável que o número maior de ovos postos nesta cultivar não seja apenas por preferência, mas porque é a primeira a ser reconhecida, devido à grande liberação de compostos.

O perfil de voláteis obtidos no presente estudo foi de 21 compostos, diferindo dos resultados obtidos por Proffit *et al* (2011), que coletaram 52 voláteis. No entanto, vários dos compostos registrados pelos autores não foram identificados, portanto, é provável que alguns destes compostos sejam resultantes de interferência. No presente estudo os voláteis mais expressivos foram  $\beta$ -felandreno, 4-careno,  $\beta$ -cariofileno, tert-butilbenzeno e  $\alpha$ -cariofileno. Outros trabalhos já haviam registrado estes compostos

entre os mais abundantes no tomateiro (Buttery *et al* 1987, Zhang *et al* 2008). Os dados obtidos no presente estudo corroboram os resultados obtidos por Proffit *et al* (2011), que registraram o  $\beta$ -felandreno e o  $\beta$ -cariofileno como os mais abundantes nas cultivares Aromata, Carmen e Santa Clara. No entanto, os autores registraram liberação em grande quantidade de limoneno, um composto com reconhecida ação repelente e inseticida para diversos insetos (Niculau *et al* 2013), que não foi identificado nas amostras avaliadas no presente estudo. A produção de voláteis por plantas não danificadas variam em função do genótipo, do estágio fenológico e das condições ambientais (Bengtsson *et al* 2001, Vallat & Dorn 2005, Karlsson *et al* 2009, Proffit *et al* 2011). Sendo assim, a condução e idade das plantas utilizadas podem gerar diferenças quanto à emissão de alguns voláteis.

A cultivar Santa Clara não apresentou os compostos voláteis linalool, felandral e óxido-cariofileno, e considerando os compostos mais abundantes, foi a que apresentou a menor concentração de  $\beta$ -cariofileno. A ausência de alguns compostos neste hospedeiro e que estão presentes em outras cultivares, já foi relatada anteriormente por Proffit *et al* (2011). O composto volátil linalool, por exemplo, possui reconhecida ação repelente e inseticida, sendo um dos compostos mais encontrados em diversas plantas (Knaak & Fiuza 2010, Born 2012). O  $\beta$ -cariofileno é um composto capaz de atrair inimigos naturais, como nematoides entomopatogênicos (Pinto-Zevallos *et al* 2013). É plausível supor que a ausência de alguns compostos, bem como baixas concentrações de outros, torne a cultivar Santa Clara mais susceptível a pragas, como a traça-do-tomateiro, do que outras cultivares de tomate.

Entre os compostos mais abundantes, apenas  $\beta$ -felandreno e 4-careno foram mais expressivos em Nemoneta e Santa Clara do que nas outras cultivares. Estes voláteis são pertencentes ao grupo dos terpenos, e responsáveis por grande parte das diferenças entre as cultivares de tomate (Proffit *et al* 2011). O grupo dos terpenos tem sido sugerido como um dos responsáveis na seleção da planta hospedeira e desempenho dos insetos (Bleeker *et al* 2009; 2011, Kang *et al* 2010, Proffit *et al* 2011). Sendo assim, é provável que os voláteis  $\beta$ -felandreno e 4-careno estejam envolvidos no reconhecimento do hospedeiro pelo inseto, proporcionando a maior oviposição de *T. absoluta* nas cultivares Nemoneta e Santa Clara.

A literatura relata que a resistência à traça-do-tomateiro é conferida pelos compostos 2-tridecanona, 2-undecanona e zingibereno (Maluf *et al* 1997, Leite *et al* 1999, Azevedo *et al* 2003). No entanto, nenhum destes voláteis foi encontrado no

presente estudo, o que corrobora os resultados obtidos por Proffit *et al* (2011), cuja coleção de voláteis identificadas também não possui estes compostos. É reconhecido que espécies silvestres de tomate possuem altas concentrações dos voláteis que conferem resistência a *T. absoluta* (Labory *et al* 1999, Gilardón *et al* 2001, Thomazini *et al* 2001, Suinaga *et al* 1999; 2004, Moreira *et al* 2009), e trabalhos que buscam a transferência desta características para cultivares comerciais, através da produção de híbridos têm sido realizados (Maluf *et al* 2010).

As cultivares Nemoneta e Santa Clara foram os hospedeiros favoritos para oviposição. As análises apontaram  $\beta$ -felandreno e 4-careno como os voláteis mais abundantes em todas as cultivares, sendo mais expressivos em Nemoneta e Santa Clara. Desta forma é provável que estes compostos estejam envolvidos no rápido reconhecimento do hospedeiro pela traça-do-tomateiro. Entretanto, como demonstrado no presente trabalho, o tomateiro emite, ainda que liberados em pequenas quantidades, um número muito grande de voláteis que provavelmente estão envolvidos neste processo de reconhecimento da planta hospedeira.

## REFERÊNCIAS

- Azevedo SM, Faria MV, Maluf WR, Oliveira ACB, Freitas JA (2003)** Zingiberene mediated resistance to the South American tomato pinworm derived from *Lycopersicon hirsutum* var. *hirsutum*. *Euphytica* 134: 347-351.
- Bengtsson M, Backman AC, Liblikas I, Ramirez MI, Borg-Karlson AK, Ansebo L, Anderson P, Lofqvist J, Witzgall P (2001)** Plant odor analysis of apple: antennal response of codling moth females to apple volatiles during phenological development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 3736-3741.
- Bengtsson M, Jaastad G, Knudsen G, Kobro S, Backman AC, Pettersson E, Witzgall P (2006)** Plant volatiles mediate attraction to host and non-host plant in apple fruit moth, *Argyresthia conjugella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 118: 77-85.
- Bleeker PM, Diergaarde PJ, Ament K, Guerra J, Weidner M, Schutz S, de Both MTJ, Haring MA, Schuurink RC (2009)** The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. *Plant Physiology* 151: 925-935.



**Bleeker PM, Diergaarde P, Ament K, Schütz S, Johne B, Dijkink J, Hiemstra H, Gelder R, de Both MTJ, Sabelis MW, Haring MA, Schuurink RC (2011)** Tomato-produced 7-epizingiberene and R-curcumene act as repellents to whiteflies. *Phytochemistry* 72: 68-73.

**Boiteux LS, Melo PCT, Vilela NJ (2008)** Tomate para consumo *in natura*: inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica 1: 557-567.

**Born FS (2012)** Atividade de óleos essenciais de plantas das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *Tetranychus urticae* Koch e *Neoseiulus californicus* (McGregor). Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, 101 p.

**Buttery RG, Ling LC, Light DM (1987)** Tomato leaf volatile aroma components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 35: 1039-1042.

**Cha DH, Nojima S, Hesler SP, Zhang A, Linn CE, Roelofs WL, Loeb GM (2008)** Identification and field evaluation of grape shoot volatiles attractive to female grape berry moth (*Paralobesia viteana*). *Journal of Chemistry Ecology* 34: 1180-1189.

**Coelho MCF, França FH (1987)** Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 22: 129-135.

**Colomo MV, Berta DC (1995)** Fluctuación de la población de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. *Acta Zoologica Lilloana* 43: 165-177.

**Desneux N, Luna MG, Guillemaud T, Urbaneja A (2011)** The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84: 403-408.

**Drinkwater LE, Letourneau DK, Workneh F, Vanbruggen AHC, Shennan C (1995)** Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. *Ecological Applications* 5: 1098-1112.

**Dudareva N, Pichersky E, Gershenzon J (2004)** Biochemistry of plant volatiles. *Plant Physiology* 135: 1893-1902.

**EMBRAPA (2003)** Disponível no site: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/importancia.htm>. Consultado em 14 jun 2013.

**Fernandez S, Montagne A (1990)** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Boletín de Entomología Venezolana 5: 89-99.

**Gilardon E, Gorustovich M, Collavino G, Hernandez C, Pocovi M, Bonomo MLC, Olsen A (2001)** Resistance of tomato lines to the South American tomato pinworm (*Tuta absoluta* Meyr.) in the laboratory and in the field. Investigacion Agraria, Produccion y Proteccion Vegetales 17: 35-42.

**Hagen G, Kleinschmidt A, Guilfoyle T (1984)** Auxin-regulated gene expression in intact soybean hypocotyl and excised hypocotyl sections. Planta 162: 147-153.

**Haji FNP, Dias RCS, Andrade MW (1989)** Controle da traça do tomateiro. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 2p. (Comunicado técnico, n.39).

**Haji FNP, Prezotti L, Carneiro JS, Alencar JA (2002)** *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS. (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo, Manole, p. 477-494.

**Karlsson MF, Birgersson G, Prado AMC, Bosa F, Bengtsson M, Witzgall P (2009)** Plant odor analysis of potato: response of Guatemalan moth to above and belowground potato volatiles. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57: 5903-5909.

**Kang JH, Liu GH, Shi F, Jones AD, Beaudry RM, Howe GA (2010)** The tomato odorless-2 mutant is defective in trichome-based production of diverse specialized metabolites and broad-spectrum resistance to insect herbivores. Plant Physiology 154: 262-272.

**Knaak N, Fiuza L (2010)** Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. Neotropical Biology And Conservation 5: 120-132.

**Knudsen JT, Eriksson R, Gershenzon J, Ståhl B (2006)** Diversity and distribution of floral scent. Botanical Review. 72: 1-120.

**Labory CRG, Santa-Cecília LVC, Maluf WR, Cardoso MG, Bearzotti E, Souza JC (1999)** Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua

relação com resistência à traça-do-tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34: 733-740.

**Leite GLD, Picanco M, Della L, Moreira MD (1999)** Role of canopy height in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Tuta absoluta* (Lep.; Gelechiidae). Journal of Applied Entomology 123: 459-463.

**Leite GLD, Picanco M, Guedes RNC, Zanuncio JC (2001)** Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Science Horticultural 89: 103-113.

**Linn CE, Feder JL, Nojima S, Dambroski HR, Berlocher SH, Roelofs WL (2003)** Fruit odor discrimination and sympatric host race formation in *Rhagoletis*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 100: 11490-11493.

**Maluf WR, Maciel GM, Gomes LAA, Cardoso MG, Gonçalves LD, Silva EC, Knapp M (2010)** Broad-spectrum arthropod resistance in hybrids between high and low acylsugar tomato lines. Crop Science 50: 439-450.

**Maluf WR, Barbosa LV, Santa-Cecilia LVC (1997)** 2-Tridecanone-mediated mechanisms of resistance to the South American tomato pinworm *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera-Gelechiidae) in *Lycopersicon* spp. Euphytica 93: 189-194.

**Melo PCT, Boiteux LS, Vilela NJ, Ferraz E (2008)** Tomate para processamento industrial. In: In: Albuquerque, A. C. S., Silva, A. G. da (Org.). Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica 1: 547-556.

**Michereff Filho M, Guimarães JA, Moura AP (2013)** A traça-do-tomateiro no mundo. EMBRAPA Hortaliças, Circular técnica nº 140.

**Moreira LA, Picanço MC, Silva GA, Semeão AA, Casali VWD, Campos MR, Fernandes MES, Xavier VM (2009)**. Antibiosis of eight *Lycopersicon* genotypes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Ceres 56: 283-287.

**Niculau ES, Alves PB, Nogueira, PCL, Moraes VRS, Matos AP, Bernardo AR, Volante AC, Fernandes JB, Silva MFGF, Corrêa AG, Blank AF, Silva AC, Ribeiro LP (2013)** Atividade inseticida de óleos essenciais de *Pelargonium graveolens* L'Herit e

*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Química Nova 36: 1391-1394.

**Oliveira FA, Silva DJH, Leite GLD, Jham GN, Picanco M (2009)** Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Scientia Horticulturae 119: 182-187.

**Pereyra PC, Sánchez NE (2006)** Effect of two solanaceous plants of development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology 35: 672-675.

**Pichersky E, Sharkey TD, Gershenzon J (2006)** Plant volatiles: a lack of function or a lack of knowledge? Trends in Plant Science 11: 421-421.

**Pinero JC, Dorn S (2009)** Response of female oriental fruit moth to volatiles from apple and peach trees at three phenological stages. Entomologia Experimentalis et Applicata 131: 67-74.

**Pinto-Zevallos, DM, Martins CBC, Pellegrino AC, Zarbin PHG (2013)** Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. Química Nova 9 : 1395-1405.

**Proffit M, Birgersson G, Bengtsson M, Reis Jr, Witzgall P, Lima E (2011)** Attraction and oviposition of *Tuta absoluta* females in response to tomato leaf volatiles. Journal of Chemical Ecology 37: 565-574.

**Santos AC, Bueno RCOF, Vieira SS, Bueno AF (2011)** Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. BioAssay, Piracicaba 6 : 1-6.

**Silva GA, Picanço MC, Bacci L, Crespo ALB, Rosado JF, Guedes RNC (2011)** Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. Pest Management Science 67: 913-920.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Fragoso DB, Magalhães LC (2001)** Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). International Journal of Pest Management 47: 247-251.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Picanço MC (2000a)** Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Agricultural and Forest Entomology 2: 147-153.

**Siqueira HAA, Guedes RNC, Picanço MC (2000b).** Cartap resistance and synergism in populations of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology* 124: 233-238.

**Schmidt-Busser D, von Arx M, Guerin PM (2009)** Host plant volatiles serve to increase the response of male European grape berry moths, *Eupoecilia ambiguella*, to their sex pheromone. *Journal of Comparative Physiology A* 195: 853–864.

**Sole J, Sans A, Riba M, Guerrero A (2010)** Behavioural and electrophysiological responses of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* to host-plant volatiles and related chemicals. *Physiological Entomology* 35: 354-363.

**Statsoft, Inc. (2004)** Programa computacional Statistica 7.0, EUA.

**Suinaga FA, Picanço M, Jhan GN, Brommonschenkel SH (1999)** Causas químicas da resistência de *Lycopersicon peruvianum* a *Tuta absoluta*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 313-321.

**Suinaga FA, Picanço M, Moreira MD, Semeão AA, Magalhães STV (2004)** Resistência por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* à traça-do-tomateiro. *Horticultura Brasileira* 22: 281-284.

**Tasin M, Backman AC, Bengtsson M, Ioriatti C, Witzgall P (2006)** Essential host plant cues in the grapevine moth. *Naturwissenschaften* 93: 141–144.

**Thomazini APBW, Vendramin JD, Brunherotto R, Lopes MTR (2001)** Efeito de genótipos de tomateiro sobre a biologia e oviposição de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 30: 283-288.

**Torres JB, Faria CA, Evangelista Junior WS, Pratissoli D (2001)** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management* 47: 173-178.

**Uchôa-Fernandes MA, Della Lucia TMC, Vilela EF (1995)** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpaloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 24: 159-164.

**Vallat A, Dorn S (2005)** Changes in volatile emissions from apple trees and associated response of adult female codling moths over the fruit-growing season. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 4083-4090.

**Zhang PY, Chen KS, He PQ, Liu SH, Jiang WF (2008)** Effects of crop development on the emission of volatiles in leaves of *Lycopersicon esculentum* and its inhibitory activity to *Botrytis cinerea* and *Fusarium oxysporum*. *Journal of Integrative Plant Biology* 50: 84-91.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL, INFLUÊNCIA  
DA TEMPERATURA E DE CULTIVARES  
COMERCIAIS DE TOMATE SOBRE O  
DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E  
PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE *Tuta  
absoluta* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados nesta tese fornecem informações importantes sobre os fatores que influenciam a flutuação populacional, o desenvolvimento e a reprodução de *T. absoluta*. O estudo de campo realizado no município de São José dos Pinhais, em cultivo orgânico de tomate, revelou que a ocorrência da traça-do-tomateiro é influenciada de forma inversamente proporcional pela temperatura, sendo que os picos de ocorrência da espécie foram registrados em função do aumento da temperatura mínima. Em complemento ao estudo sobre flutuação populacional, os resultados sobre a influência da temperatura evidenciaram que *T. absoluta* é capaz de se desenvolver numa ampla faixa de temperatura, mas tem seu desenvolvimento inicial e reprodução afetados negativamente pelas temperaturas extremas. No município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba, o plantio de tomate não é constante e o hospedeiro está disponível no campo entre os meses de setembro e abril. Além disso, a abundância da espécie no início da cultura é baixa, os picos de ocorrência ocorrem num estágio fenológico mais avançado, na frutificação, com queda considerável no número de indivíduos no estágio de senescência, quando a oferta de alimento diminui. Sendo assim, é possível afirmar com segurança que *T. absoluta* tem sua ocorrência limitada na região metropolitana de Curitiba pelas baixas temperaturas mínimas associadas à oferta descontínua de alimento.

O estudo de campo evidenciou que a cultivar Cordilheira apresentou maior abundância da espécie durante todo o período avaliado, se mostrando uma cultivar mais procurada do que as demais avaliadas no período. Entretanto, no Capítulo III, quando foi avaliada a influência de cultivares comerciais na biologia de *T. absoluta*, esta cultivar prolongou o tempo de desenvolvimento da espécie, além de diminuir a fecundidade e tempo de oviposição dos adultos. Tal fato demonstra, que a escolha da cultivar adequada, associada aos demais fatores que limitam a ocorrência da praga, contribuem para que *T. absoluta* não seja uma praga chave na região sudeste do Paraná, uma vez que esta espécie não atingiu os níveis de ação durante os três anos avaliados.

Os resultados obtidos no Capítulo III mostram outras informações importantes, apontando a cultivar Cereja como a mais adequada ao desenvolvimento, reprodução e aumento populacional da traça-do-tomateiro. Por outro lado, as cultivares Giuliana e Santa Clara causaram altas taxas de mortalidade e diminuíram a fertilidade dos adultos,

diminuindo também os parâmetros demográficos de crescimento da população. Apesar disso, no Capítulo IV, em que foi conduzido o experimento de preferência de oviposição, a cultivar Santa Clara foi a segunda favorita para a deposição de ovos por *T. absoluta*. Sendo assim, apesar de ser considerada uma cultivar susceptível a pragas, Santa Clara demonstrou ser promissora em campo, pois é capaz de atrair as fêmeas da traça-do-tomateiro, apesar de ser um hospedeiro que, comparada a outras cultivares, causa efeitos negativos no desenvolvimento e multiplicação das populações deste inseto.

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram concluir que *T. absoluta* tem sua ocorrência limitada pelo clima e pela oferta descontínua de alimento no município de São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba. Além disso, o plantio das cultivares Cordilheira e Santa Clara é recomendado nesta região, uma vez que estes hospedeiros afetam os parâmetros biológicos da espécie, limitando seu aumento populacional.