

GERSON ADRIANO SILVA

**RESISTÊNCIA A INSETICIDAS E FALHAS NO CONTROLE DE *Tuta absoluta***

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

GERSON ADRIANO SILVA

**RESISTÊNCIA A INSETICIDAS E FALHAS NO CONTROLE DE *Tuta absoluta***

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

APROVADA: 17 de Fevereiro de 2009.

---

Prof. Leandro Bacci  
(Co-Orientador)

---

Prof. Raul Narciso Carvalho Guedes  
(Co-Orientador)

---

Prof. João Alfredo Marinho  
Ferreira

---

Prof<sup>a</sup>. Terezinha Maria Castro  
Della Lucia

---

Prof. Marcelo Coutinho Picanço  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento da Biologia Animal, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo, muito importante para esse estudo.

Ao Prof. Marcelo Coutinho Picanço, pela orientação na minha formação, conselhos e amizade ao longo desses anos de convívio. Meus agradecimentos também a sua família pelo agradável convívio.

Ao Prof. Leandro Bacci, pelas caronas para Itabira, amizade, orientações extra oficiais.

Ao Prof. Raul Narciso de Carvalho Guedes, pela convívio, amizade e orientações.

Aos amigos de república Carlos, Daniel, Julio Cláudio, Marcelo e Rafael, pela amizade, companheirismo e incentivo.

Aos amigos de laboratório, Adriano, Alberto, Elisangela, Emerson, Ézio, Flavio, Fernanda, Geraldo, Hudson, Jander, Jardel, Jorgiane, Maiara, Mateus Campos, Mateus Chediak, Maria Elisa, Pablo, Paulo, Renan, Renata, Ricardo, Rodrigo, Rogério, Rômulo, Sabrina, Shaiene, Suelen, Tarcísio, Vânia, Verônica pela amizade e pela valiosa colaboração nas realizações dos testes.

Aos Professores Leandro Bacci, Raul Narciso de Carvalho Guedes, Terezinha Maria Castro Della Lucia e ao Doutor João Alfredo Marinho Ferreira pelas críticas e sugestões que deram durante a participação na banca de defesa dessa dissertação.

Aos demais professores pelo conhecimento adquirido durante a minha formação.

As secretárias da Entomologia Dona Paula e Mirian, pela competência e dedicação ao trabalho.

Ao senhor José Evaristo pela amizade e companheirismo.

Ao coordenador do programa de Pós-Graduação em Entomologia Ângelo Pallini, pela dedicação e competência na execução do seu árduo trabalho.

Aos meus pais Antônio Batista da Silva e Inês das Graças Rodrigues Silva, pelo carinho e apoio que foram decisivos para a minha formação.

A minha irmã Lídia Aparecida da Silva e aos meus irmãos Carlos Roberto da Silva, Denis Rodrigues Silva, José Aparecido da Silva, Nilson Rodrigues Silva e aos sobrinhos Pedro Henrique e Emanuele pelo carinho e alegria que sempre me proporcionaram.

A minha noiva Karla Fonseca Gregório, pelo amor, paciência pelos anos de espera, confiança e compreensão pelos anos de convivência. A minha futura sogra Inês Fonseca Gregório e, cunhados Poliane, Jéssica e Kleber pela confiança depositada.

E a todos que de alguma forma colaboraram direta e indiretamente para execução desse trabalho.

## BIOGRAFIA

Gerson Adriano Silva, filho de Antônio Batista da Silva e Inês das Graças Rodrigues Silva, nasceu no dia 3 de setembro de 1979 em Itabira, Minas Gerais.

Cursou o ensino médio na Escola Estadual Trajano Próprio Alvarenga Silva Monteiro (Premem), concluindo-o em 1999.

Em maio de 2002 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa. Durante a graduação, maio de 2002 a março de 2007, foi estagiário do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do DBA/UFV sob a orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, onde desenvolveu diversos trabalhos relacionados com o manejo integrado de pragas de hortaliças, fruteiras, grandes culturas e plantas ornamentais. Foi bolsista de iniciação científica no período de fevereiro de 2003 a fevereiro de 2004 do Projeto de pesquisa entre a Universidade Federal de Viçosa e a Usda Forest Service Research And Development dos Estados Unidos, no período de março de 2004 até janeiro de 2007 foi bolsista de iniciação científica no projeto “Determinação do nível de controle, dos planos de amostragens convencional e seqüencial para *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) no tomateiro” financiado pela FAPEMIG. Foi monitor voluntário por três períodos da disciplina de BAN 360 (Entomologia Agrícola) sob a direção do Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Em março de 2007, ingressou no curso de mestrado em entomologia na Universidade Federal de Viçosa, sob a orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, defendendo a dissertação em fevereiro de 2009.

## ÍNDICE

RESUMO .....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	5
2.1. Populações de Tuta absoluta.....	5
2.2. Inseticidas .....	5
2.3. Determinação da toxicidade dos inseticidas .....	6
2.3.1. Inseticidas neurotóxicos.....	6
2.3.2. Inseticidas reguladores de crescimento e <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	6
2.4. Análises estatísticas .....	7
3. RESULTADOS.....	11
4. DISCUSSÃO .....	28
5. CONCLUSÕES .....	34
6. LITERATURA CITADA .....	35

## RESUMO

SILVA, Gerson Adriano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2009. **Resistência a inseticidas e falhas no controle de *Tuta absoluta***. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Coorientadores: Leandro Bacci e Raul Narciso Carvalho Guedes.

A *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é a praga mais importante do tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill no Brasil. As larvas desse inseto-praga consomem o mesófilo foliar, bloqueiam os ponteiros, os botões florais, as flores e frutos do tomateiro, reduzindo a produtividade dessa cultura, comprometendo a lucratividade dos tomaticultores. Com o intuito de minimizar o efeito desse inseto, os agricultores fazem o uso intensivo de inseticidas, que muitas vezes não alcançam a eficiência de controle desejada. Uma das possíveis razões para a baixa eficiência está o desenvolvimento da resistência a inseticidas em populações desse inseto. Dessa forma, a tomaticultura carece de trabalhos que visem à detecção e o monitoramento adequado de populações de *T. absoluta* resistentes a inseticidas. Assim, o objetivo desse trabalho estudar e identificar a ocorrência de resistência em populações de *T. absoluta* a inseticidas nas principais regiões produtoras de tomate do Brasil, e verificar falhas no controle desta praga. As populações foram provenientes do Cerrado, Sudeste e Nordeste. Foram utilizados dez inseticidas, sendo seis neurotóxicos, três reguladores de crescimento e um que tem como ingrediente ativo a bactéria *Bacillus thuringiensis*. Para as macrorregiões do Cerrado e Sudeste, abamectina,

espinosade, deltametrina mais triazofós, indoxacarbe e bifentrina foram, em ordem crescente, os inseticidas que apresentaram o menor nível de resistência dentre os produtos testados. Para o Nordeste observou-se o mesmo padrão, com exceção da bifentrina que foi substituída pelo teflubenzurom. Os inseticidas diflubenzurom, permetrina, o triflumurom e o *B. thuringiensis* apresentaram números maiores de populações resistentes a inseticidas em todas as macrorregiões. A população de *Tuta absoluta* de Viçosa-MG é a mais adequada a ser utilizada como padrão de suscetibilidade em estudos de resistência a inseticidas. Nas doses recomendadas pelos fabricantes, os inseticidas abamectina, espinosade, deltametrina mais triazofós não apresentaram falhas no controle das populações de *T. absoluta*, já a bifentrina apresentou falhas no controle das populações de Uberlândia, Paulínea e Camocim de São Felix, o indoxacarbe apresentou falhas no controle das populações de Uberlândia, São João da Barra e Viçosa, o teflubenzurom apresentou falhas no controle das populações de Goianápolis, São João da Barra, Viçosa e Santa Tereza, o diflubenzurom, permetrina, triflumurom e o a base de *B. thuringiensis* apresentaram falhas no controle de todas as populações de *T. absoluta* testadas. O manejo correto dessa praga através de práticas que contribuam para um controle mais eficiente pode ajuda a prevenir, retardar ou reverter à evolução da resistência deste inseto-praga a inseticidas.



## ABSTRACT

SILVA, Gerson Adriano, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2009. **Insecticides resistance and failure control the *Tuta absoluta***. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Co-Advisers: Leandro Bacci and Raul Narciso Carvalho Guedes.

The *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) is the most important pest of tomato *Lycopersicon esculentum* Mill in Brazil. Their larvae consume the leaf mesophyll, attack stems, flowers and fruits of tomato, reducing the productivity of this culture and consequently the profitability of farmers. For reducing this insect attack, farmers use insecticides intensively, and often the efficacy control is not reached as desired. One possible reason for the low efficiency is the resistance development to insecticides in populations of this insect. Therefore, tomato producers need search for detecting and monitoring of the *T. absoluta* populations resistance to insecticides. The objective of this study was identified resistance to insecticides in *T. absoluta* populations from major regions tomato producing of Brazil, and verified the control failures of this pest. The populations were from Cerrado, Southeast and Northeast of Brazil. Ten insecticides were used, six neurotoxic, three insects growth regulators and one which has the bacterium *Bacillus thuringiensis* as active ingredient. In populations from Cerrado and Southeast the abamectin, spinosad, deltamethrin, triazophos, indoxacarb and bifenthrin were in ascending order, the insecticides that showed the lowest level of resistance among the products tested. In Northeast's population the same resistance was observed, except for bifenthrin, which

was replaced by teflubenzurom. The insecticides diflubenzurom, permethrin, triflumuro and the *B. Thuringiensis* had larger numbers of resistant populations to insecticides in all regions. The *T. absoluta* population from Viçosa-MG is the most appropriate to be used as susceptibility pattern in resistance study to insecticides of this pest. In recommended doses by industries, the abamectin, spinosad, deltamethrin and triazophos insecticides had not control failures of the *T. absolute* populations, while the bifenthrin has control failures of populations from Uberlândia, Paulínea and Camocim de São Felix, the indoxacarb had control failures of populations from Uberlândia, São João da Barra and Viçosa, teflubenzurom had control failures of populations from Goianópolis, São João da Barra, Viçosa and Santa Tereza, diflubenzurom, permethrin, triflumuro and *B. thuringiensis* had control failures in all the *T absolute* populations which were tested. The correct management of this pest, through the practices which contribute for increasing of control efficacy, can help prevent, delay or reverse the resistance development of this insect pest to insecticides.

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill é uma cultura de grande importância econômica e social em quase todo o mundo. Essa hortaliça ocupa o segundo lugar entre as mais produzidas, superada apenas pela batata *Solanum tuberosum* L. O Brasil é o sexto maior produtor de tomate, ficando atrás da China, Estados Unidos, Itália, Turquia e Egito. A produção brasileira fica em torno de 3,3 milhões de toneladas, distribuída numa área de 56,7 mil hectares, com uma produção média de 58 toneladas/ha. O setor é responsável por 254 mil empregos em todo país (IBGE, 2009). A região Sudeste e o Centro-Oeste são as duas maiores produtoras. O Sudeste é responsável por 47% do total produzido, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor, com 60% desta produção. No Centro-Oeste, o Estado de Goiás é o maior produtor, com uma produção de 759.706 toneladas de tomate, o que equivale a 23% da produção nacional (IBGE, 2009).

Os principais problemas enfrentados pelos tomaticultores são: o alto custo dos insumos, as pragas (Picanço *et al.*, 1997; Picanço *et al.*, 1998; Picanço *et al.*, 2000; Souza & Reis, 2003) e doenças (Kurozawa *et al.*, 1997; Picanço *et al.*, 1997; Picanço *et al.*, 1998), e a variação dos preços (Fnp, 2006).

No Brasil, a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é considerada a praga mais importante dessa cultura (Literatura). Esse inseto é nativo da América do Sul, principalmente do centro de origem do tomateiro, que compreende o estreito território limitado pelo Equador, cordilheira dos Andes, norte do Chile e litoral do oceano Pacífico, incluindo o arquipélago das ilhas Galápagos (Giordano & Silva, 1999; Filgueira, 2000). Ela foi constatada no Brasil no início da década de 80 (Morais & Normanha Filho, 1982). Desde então, vem se espalhando pelas principais regiões

produtoras de tomate comprometendo seriamente a produtividade devido a sua alta capacidade destrutiva (Coelho & França, 1987).

As larvas desse inseto diminuem a produtividade do tomateiro devido a redução da área fotossintética ao consumir o mesófilo foliar (Coelho & França, 1987; Borgoni *et al.*, 2003; Souza & Reis, 2003), por afetar o crescimento vertical ao se alimentar dos ponteiros e por broquear os botões florais, flores e principalmente os frutos (Coelho & França, 1987; Picanço *et al.*, 1997; Souza & Reis, 2003).

O ciclo de vida de *T. absoluta*, da postura até a emergência do adulto, pode variar de 76,3 a 23,8 dias a temperatura média de 14 a 17,1 °C (Barrientos *et al.*, 1998), ocorrendo numerosas gerações em regiões de clima tropical (Souza & Reis, 2003). A postura dos ovos ocorre em pequenos grupos colocados preferencialmente nas folhas do terço apical e mediano do tomateiro (Prastissoli *et al.*, 2003; Gonring, 2004). Inicialmente os ovos apresentam coloração branco-brilhante ou amarelo-claro, evoluindo para marrom ou avermelhado no período próximo a eclosão.

Após a eclosão, a larva da traça-do-tomateiro passa por quatro instares, sendo esses diferenciados pelo tamanho do corpo e largura da cápsula cefálica. A coloração das larvas varia do amarelo-claro ao pardo-escuro. A incubação dos ovos (4,3, 4,8 e 5,1) e o período larval (10,95, 13,00 e 19,17 dias) variam com as temperaturas de 27,00, 22,8 e 18,5 °C, respectivamente (Coelho & França, 1987; Haji *et al.*, 1988; Imenes *et al.*, 1990).

As pupas são freqüentemente encontradas nos folíolos, envolvidas por um casulo. Podem ainda empupar sem a formação do casulo dentro de galerias, frutos ou no solo. A coloração varia no início de verde a castanho escuro quando próximo a eclosão essa coloração é de marrom-escuro (Coelho & França, 1987; Haji *et al.*, 1988; Imenes *et al.*, 1990). O tempo de vida dos adultos varia de 7,5 a 36,47 dias, sendo que as fêmeas vivem mais que os machos (Coelho & França, 1987). Em média, fêmeas não alimentadas fazem 7,3 posturas num período de 8,5 dias, ovipositando 145 ovos, podendo chegar a 262 ovos caso sejam bem alimentadas (Imenes *et al.*, 1990).

Com o intuito de minimizar o efeito da *T. absoluta*, os agricultores fazem o uso intensivo de inseticidas. Em algumas situações o número de pulverizações podem serem superiores 36 por cultivo (Picanço & Guedes, 1999). Entretanto, nem sempre a aplicação desses produtos alcançam a eficiência de controle desejada (Guedes *et al.*, 1994). Entre as possíveis razões para esta baixa eficiência, está o desenvolvimento de populações resistentes a inseticidas (Siqueira *et al.*, 2000), o impacto sobre as populações de seus

inimigos naturais (Picanço *et al.*, 2000; Bacci, 2006) e problemas relacionados à tecnologia de aplicação de inseticidas (França & Castelo Branco, 1992). Como consequência da resistência a inseticidas, têm-se aplicações mais frequentes de pesticidas, aumento da dosagem do produto, uso indevido de misturas e substituição por um outro produto, geralmente de maior toxicidade, gerando problemas ecológicos, econômicos e toxicológicos (Knight & Norton, 1989; Roush & Tabashnik, 1990; Denholm & Rowland, 1992).

A resistência é uma característica hereditária que ocorre devido ao desenvolvimento de uma habilidade de uma linhagem de um organismo em tolerar doses de tóxicos que seriam letais para a maioria da população normal (susceptível) da mesma espécie (Who, 1980). A resistência de insetos a inseticidas se traduz no desenvolvimento de mecanismos resultando de alterações no genoma do indivíduo, capacitando-o a sobreviver a uma situação desfavorável (Tabashnik, 1989; Subramanyan & Hagstrum, 1996).

O desenvolvimento da resistência de pragas a pesticidas vem tornando-se um dos grandes obstáculos aos programas de controle envolvendo pesticidas. O primeiro caso de resistência de uma praga a pesticida foi documentado no piolho-de-São José *Quadraspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae), resistente ao enxofre nos Estados Unidos em 1908 (Roush & Tabashnik, 1990). Os casos reportados de resistência intensificaram ao redor de 1940, após a introdução dos inseticidas e acaricidas organo-sintéticos. Existem de mais de 7740 relatado de casos de resistência a 331 compostos, envolvendo mais de 540 espécies de insetos e ácaros pragas (Whalon *et al.*, 2008). Dentre os grupos de insetos que se tem relato de resistência a inseticidas no período de 1914 a 2007, a ordem Diptera é a mais numerosa com 2265 casos, sendo seguida por Lepidoptera com 1799 casos, distribuídos em 85 espécies (Whalon *et al.*, 2008).

Diante da importância da cultura do tomateiro para o Brasil, existem poucos trabalhos sobre a detecção de resistência de *T. absoluta* a inseticidas. Trabalhos como os de Siqueira *et al.* (2000) estudaram a resistência de populações resistentes de traça-do-tomateiro aos inseticidas abamectina, permetrina, cartape e metamidofós. Além da detecção, os trabalhos de monitoramentos para verificação da suscetibilidade dos insetos, são fundamentais para o manejo da resistência a inseticidas. Por meio desses trabalhos é possível verificar a eficiência das estratégias de manejo adotadas para retardar a evolução da resistência (Subramanyan & Hagstrum, 1996).

Dessa forma, a tomaticultura carece de trabalhos que visem a detecção e monitoramento adequado de populações de *T. absoluta* resistentes a inseticidas. Esses estudos poderão minimizar os impactos negativos de ordem econômicos, ecológicos e sociais devido ao uso incorreto de inseticidas. Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar populações de *T. absoluta* resistentes à inseticidas nas principais regiões produtoras de tomate do Brasil, e verificar falhas no controle desta praga.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Populações de *Tuta absoluta*

Foram utilizadas sete populações de *Tuta absoluta* (Tabela 1 e Figura 1). Estas populações foram coletadas nas principais regiões produtoras de tomate do Brasil de modo a se estudar a resistência e a falha no controle deste inseto por inseticidas nestas regiões.

As populações de *T. absoluta* foram coletadas em lavouras comerciais e em campos experimentais de produção de tomate na safra 2001/2002. Para tanto, coletaram-se nas lavouras caules, frutos e folhas atacadas por lagartas de *T. absoluta* (Tabela1). Este material foi acondicionado em sacos plásticos de 20 L e enviados pelo correio via SEDEX para o Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da Universidade Federal de Viçosa. Assim que as populações chegavam ao laboratório, os insetos eram confinados em gaiolas de organza e madeira de 40 x 40 x 40 cm de dimensão. As criações eram compostas por quatro gaiolas; uma gaiola para oviposição, uma para folhas recém retiradas da gaiola de oviposição, uma para alimentação de larvas e uma para eclosão de adultos. Na alimentação das larvas eram fornecido folhas de tomateiro do cultivar Santa Clara, cultivada em casa de vegetação sem tratamento de inseticidas (Leite *et al.*, 1998).

### 2.2. Inseticidas

Foram utilizados nove inseticidas, sendo seis neurotóxicos, três reguladores de crescimento e um que tem como ingrediente ativo a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Tabela

2). Estes produtos foram selecionados por representarem os principais grupos de inseticidas registrados para o controle desta praga no Brasil.

### **2.3. Determinação da toxicidade dos inseticidas**

Os bioensaios de toxicidade foram divididos em dois grupos. O primeiro foi composto pelos inseticidas neurotóxicos que geralmente têm ação de controle rápida e são capazes de atuar sobre lagartas de todos os estádios, inclusive sobre lagartas dos últimos instares que normalmente são mais tolerantes aos inseticidas (Ichida, 1992; Liu *et al.*, 2002; Wang *et al.*, 2009). O outro grupo foi constituído pelos inseticidas reguladores de crescimento e pelo *B. thuringiensis*. Este grupo normalmente tem ação sobre lagartas de instares iniciais e levam pelo menos dois a quatro dias para matarem as lagartas (Reynolds, 1987; Fisk & Wright, 1992; Silva *et al.*, 2003)

#### **2.3.1. Inseticidas neurotóxicos**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As unidades experimentais constituíram-se de folíolos de tomate do cultivar Santa Clara imersos, por cinco segundos em concentrações de cada inseticida (diluídos em água) e em água (testemunha). Em todos os tratamentos foi utilizado 0,2 µL/mL espalhante adesivo N-dodecilbenzeno sulfonato de sódio 320 CE, usado como agente molhante e surfactante (Andrei, 1999). Após a imersão, as folhas foram colocadas para secar à sombra por duas horas; após a secagem, foram acondicionadas em placas de Petri (9 cm de diâmetro x 2 cm de altura). Em cada placa foram colocadas 10 lagartas de 3º instar. As placas de Petri foram acondicionadas em estufa incubadora à temperatura de  $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $75 \pm 5\%$  e fotoperíodo de 12 horas. Após 48 horas foi avaliada a mortalidade dos insetos. Foram considerados mortos os insetos sem mobilidade. Utilizou-se várias concentrações de cada inseticida de forma a obterem-se mortalidades do inseto entre 0 e 100%.

#### **2.3.2. Inseticidas reguladores de crescimento e *Bacillus thuringiensis***

Cada parcela experimental foi constituída por garrafa Pet de 2 litros contendo folha de tomate com 20 lagartas de 2º instar. O pecíolo desta folha foi imerso em água. A avaliação da mortalidade foi realizada sete dias após a transferência das lagartas para as folhas submetidas aos tratamentos, em seguida as garrafas Pet foram acondicionadas em



estufa incubadora à temperatura de  $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $75 \pm 5\%$  e fotoperíodo de 12 horas. Foram considerados mortos os insetos sem mobilidade. Utilizou-se várias concentrações de cada inseticida de forma a obterem-se mortalidades do inseto entre 0 e 100%.

#### 2.4. Análises estatísticas

Os dados de mortalidade foram corrigidos em relação à mortalidade ocorrida na testemunha usando-se a fórmula de Abbott (1925). As mortalidades corrigidas foram submetidas à análise de próbite com  $p > 0,05$  para determinação das curvas concentração-mortalidade para cada inseticida e população (Finney, 1971). Estas curvas são expressas pela equação:  $Y' = a + bX$ , onde:

$Y'$  = mortalidade em probite;

$a$  = intercepto da curva;

$b$  = coeficiente angular (inclinação) da curva e

$X$  = logaritmo decimal da concentração do inseticida ( $\mu\text{g}$  de ingrediente ativo (i.a.) / mL de calda).

Foram estimadas as concentrações letais para 50% de cada população ( $CL_{50}$ ) e as mortalidades causadas pelas concentrações recomendadas de cada inseticida usando-se as curvas concentração-mortalidade de cada inseticida. Foram calculadas as razões de resistência para 50% ( $RR_{50}$ ) da população usando-se a fórmula:

$RR_{50} = CL_{50}$  da população para o inseticida / menor  $CL_{50}$  da população mais suscetível.

Foram calculados os intervalos fiduciais das  $CL_{50}$  e  $CL_{80}$  e das razões de resistência a 95% de probabilidade. A  $CL_{50}$  de uma população de *T. absoluta* foi considerada igual a da outra população, quando a média desta característica pertencesse ao intervalo fiducial de outra população e diferente quando a média desta característica não pertencesse. A mortalidade causada pela concentração recomendada pelo fabricante do inseticida a uma população de *T. absoluta* foi considerada diferente de outra quando esta concentração não pertencer ao intervalo fiducial da  $CL_{80}$  da outra população. Tal procedimento foi feito devido ao valor de 80% ser a mortalidade mínima exigida para registro de uso de inseticida para controle de uma praga no Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil. Portanto, quando do registro o inseticida causava pelo menos 80% de mortalidade ao inseto.

Tabela 1. Características dos locais de coleta das populações de *Tuta absoluta* (Lepidopera: Gelechiidae).

Região/local	Cidade	Média anual das temperaturas do ar			Precipitação (mm de chuva/ano)	Coordenadas
		máxima	média	mínima		
Cerrado	Uberlândia-MG	24,7	23,0	18,8	1550	18°56'27"S, 48°09'15"O
Cerrado	Goianápolis-GO	29,9	23,8	17,7	1300	16°30'38"S, 49°01'26"O
Sudeste	Paulínia-SP	28,1	21,7	15,3	1359	22°45'40"S, 47°09'15"O
Sudeste	São João da Barra-RJ	27,5	23,1	21,0	1250	21°38'25"S, 41°03'04"O
Sudeste	Viçosa-MG	26,0	20,0	14,0	1220	20°45'14"S, 42°52'55"O
Sudeste	Santa Tereza-ES	30,0	20,0	16,0	1400	19°56'08"S, 40°36'01"O
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	30,0	22,50	15,0	986	08°21'32"S, 35°45'43"O

Ub – Uberlândia, MG  
Go – Goianapolis, GO  
Pa – Paulínia, SP  
SJB – São João da Barra, RJ  
Vç – Viçosa, MG  
ST – Santa Tereza, ES  
CSF – Camocim de São Félix, PE



Figura 1. Mapa com a localização geográfica dos locais de coleta das populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae).

Tabela 2. Características dos inseticidas usados nos bioensaios de resistência de populações de *Tuta absoluta* (Lepidopera: Gelechiidae).

Inseticidas	Grupo químico	Concentração (g de i.a./L)/formulação	Mecanismos de ação
Abamectina	Avermectinas	18 CE	Ativador dos canais de cloro
Bifentrina	Piretróide	100 CE	Modulador dos canais de Na <sup>++</sup>
Espinosade	Espinosinas	480 SC	Ativação dos receptores da acetilcolina
Indoxacarbe	Oxadiazina	300 WG	Bloqueia os canais de Na <sup>++</sup>
Permetrina	Piretróide	500 CE	Modulador dos canais de Na <sup>++</sup>
Diflubenzurom	Benzoiluréia	250 WP	Mímico do hormônio juvenil
Teflubenzurom	Benzoiluréia	150 SC	Mímico do hormônio juvenil
Triflumurom	Benzoiluréia	250 WP	Mímico do hormônio juvenil
<i>B. thuringiensis</i>	Biológico	72 SC	Causa lise no epitélio do intestino médio

### 3. RESULTADOS

A dose recomendada pelos fabricantes dos inseticidas abamectina, espinosade e deltametrina mais triazofós causaram alta mortalidade em todas as populações de *T. absoluta*. Por outro lado, permetrina, diflubenzurom e *B. thuringiensis* apresentaram falhas no controle em todas as populações, com mortalidades inferiores a 80% (padrão de eficiência). Já os inseticidas bifentrina, indoxicarbe, teflubenzurom e triflumurom apresentaram variações nas mortalidades entre as populações (Figuras 2 e 3).

Bifentrina apresentou falha no controle para as populações de Uberlândia, Paulínia e Camocim de São Félix. Já indoxicarbe não foi eficiente no controle das populações de Uberlândia e São João da Barra (Figura 2). A dose recomendada de teflubenzurom não teve efeito satisfatório de controle para as populações de Goianópolis, São João da Barra, Viçosa e Santa Teresa. Da mesma forma, a única população controlada por triflumurom na dose recomendada foi São João da Barra; as demais apresentaram mortalidades inferiores a 80% (Figura 3).

As mortalidades de sete populações de *T. absoluta* nos bioensaios de concentração-resposta foram utilizadas para obtenção das inclinações das curvas e  $CL_{50}$  dos dez inseticidas testados. Para cada inseticida, a população que apresentou à menor  $CL_{50}$  foi utilizada como padrão de suscetibilidade em relação às demais (Tabelas 3 a 12).

As inclinações das curvas de concentração-mortalidade dos inseticidas neurotóxicos variaram de 0,76 a 17,41. Os maiores valores foram observados para os piretróides bifentrina e deltametrina mais triazofós em todas as populações, com exceção das

populações de Uberlândia e Goianápolis que apresentaram maiores inclinações para o espinosade e indoxacarbe, respectivamente (Tabelas 3 a 12).

As populações de *T. absoluta* responderam de forma mais heterogênea ao indoxacarbe em relação aos outros inseticidas neurotóxicos, com níveis de resistência variando de 1 a 27,29 (Tabela 7). Foram encontrados diferentes padrões de suscetibilidade para todos inseticidas deste grupo. Os insetos das populações de Goianápolis, Viçosa, Paulínia e Santa Tereza foram mais susceptíveis a bifentrina, permetrina, espinosade e indoxacarbe, respectivamente, a população de Uberlândia foi suscetível aos inseticidas abamectina e deltametrina mais triazofós (Tabelas 3 a 8). Assim, essas populações foram tomadas como padrões de suscetibilidade a esses respectivos inseticidas.

A população de Camocim de São Félix foi 11,36 e 12,48 vezes mais resistente a bifentrina e permetrina do que as populações de Goianápolis e Viçosa, respectivamente. Adicionalmente, a população de Goianápolis foi susceptível igualmente à população de Viçosa em relação à permetrina. Outras populações apresentaram resistência intermediária entre os padrões de suscetibilidade e as populações mais resistentes a estes piretróides (Tabelas 3 e 4).

As populações de Goianápolis, Paulínia, São João da Barra e Camocim de São Félix foram igualmente susceptíveis ao padrão de suscetibilidade encontrado para abamectina, com níveis de resistência variando de 1 a 1,68. Já a população de Viçosa foi a mais tolerante a este inseticida (Tabela 5).

As concentrações do espinosade e indoxacarbe que ocasionaram 50% de mortalidade a população de Uberlândia foram 4,84 e 27,25 vezes maiores que as concentrações que ocasionaram a mesma mortalidade aos respectivos padrões de suscetibilidade. As populações de Viçosa e São João da Barra foram igualmente resistentes a população de Uberlândia em relação aos inseticidas espinosade e indoxacarbe, respectivamente, no entanto para a população de Viçosa, o espinosade causou 100% de mortalidade na dose recomendada. Já as  $CL_{50}$  e os níveis de resistência das populações de São João da Barra e Santa Teresa não diferiram do padrão de suscetibilidade encontrado para o espinosade (Tabelas 6 e 7).

A população de Uberlândia foi padrão de suscetibilidade para o inseticida deltametrina mais triazofós, as demais populações foram igualmente susceptíveis ao padrão de suscetibilidade, com níveis de resistência variando de 1,11 até 1,62 (Tabela 8).

As inclinações das curvas de concentração-mortalidade dos inseticidas reguladores de crescimento variaram de 0,38 a 3,10. As populações de Viçosa, Paulínia e Uberlândia

apresentaram as maiores inclinações para os inseticidas diflubenzurom, teflubenzuron e triflumurom, respectivamente (Tabela 9 a 11).

A variabilidade de resposta entre as populações de *T. absoluta* aos inseticidas reguladores de crescimento, em termos de níveis de resistência, foi maior do que a obtida para os inseticidas neurotóxicos. Dentre estes, o teflubenzuron foi o que mais variou, com níveis de resistência de até 222.67 (Tabela 10). Os insetos das populações de Uberlândia foram mais susceptíveis ao inseticida teflubenzuron, os de Goianópolis foram os mais susceptíveis a diflubenzurom e triflumurom (Tabela 9 e 11). Assim, essas populações foram tomadas como padrões de suscetibilidade a esses respectivos inseticidas.

As populações de Uberlândia, Viçosa, Santa Teresa e Paulínea foram igualmente susceptíveis ao padrão de suscetibilidade encontrado para diflubenzurom, com níveis de resistência variando de 2,35 a 3,30. Da mesma forma, a população de Paulínea, Viçosa e Camocim de São Félix foi semelhante à população de Uberlândia (padrão de suscetibilidade) encontrado para teflubenzuron (Tabela 9 e 10).

As populações de São João da Barra e Camocim de São Félix foram 36.08 e 57.39 vezes mais resistentes ao diflubenzurom do que a população de Goianópolis (Tabela 9). As concentrações do teflubenzuron que ocasionaram 50% de mortalidade as populações de Goianópolis, São João da Barra e Santa Teresa foram 222.67, 68.99 e 50.67 vezes maiores que as concentrações que ocasionaram a mesma mortalidade ao padrão de suscetibilidade para este inseticida. Da mesma forma, a população de São João da Barra foi 153.91 vezes mais resistente ao triflumurom do que a população de Goianópolis (Tabela 11).

As inclinações das curvas de concentração-mortalidade do inseticida *B. thuringiensis* variaram de 0,37 a 2,47 (Tabela 12). Os níveis de resistência obtidos pelas populações de *T. absoluta* expostas *B. thuringiensis* variaram de 1 a 7,96 (Tabela 12). Os insetos da população de Uberlândia foram mais susceptíveis a *B. thuringiensis* em relação as demais populações. Assim, essa população foi tomada como padrão de suscetibilidade a esse inseticida. Os níveis de resistência das populações de Goianópolis, São João da Barra e Camocim de São Félix não diferiram do padrão de suscetibilidade, com valores variando de 1,18 a 2,55 (Tabela 12).

As concentrações do *B. thuringiensis* que ocasionaram 50% de mortalidade às populações de Paulínea e Santa Teresa foram 7,96 e 5,63 vezes maior que a concentração que ocasionou a mesma mortalidade ao padrão de suscetibilidade para este inseticida (Tabela 12).

Nenhuma das populações de *T. absoluta* foi a mais suscetível para todos os inseticidas. A população de Uberlândia-MG foi aquela que um maior número de inseticidas

(bifentrina, permetrina, indoxacarbe, diflubenzurom, triflumurom e *B. thuringiensis*) causou mortalidades abaixo de 80%. Já a população de Viçosa-MG não esteve entre as mais resistentes para nenhum inseticida o que causou falhas de controle de *T. absoluta* (Figuras 2 e 3 e Tabelas 3 a 12).

As mortalidades apresentadas pelas populações variaram em função dos inseticidas e da razão de resistência de cada população. Nos bioensaios com os inseticidas neurotóxicos foi observada correlação negativa e significativa entre as mortalidades e as razões de resistência apresentadas pelas populações (Tabela 13). Semelhante ao ocorrido com os inseticidas neurotóxicos, houve correlação negativa e significativa (Tabela 13) entre as mortalidades e as razões de resistência das populações submetidas aos inseticidas reguladores de crescimento e *B. thuringiensis*. Adicionalmente, as mortalidades das populações se correlacionaram positivamente com as inclinações das curvas de concentração-mortalidade desses produtos (Tabela 13).



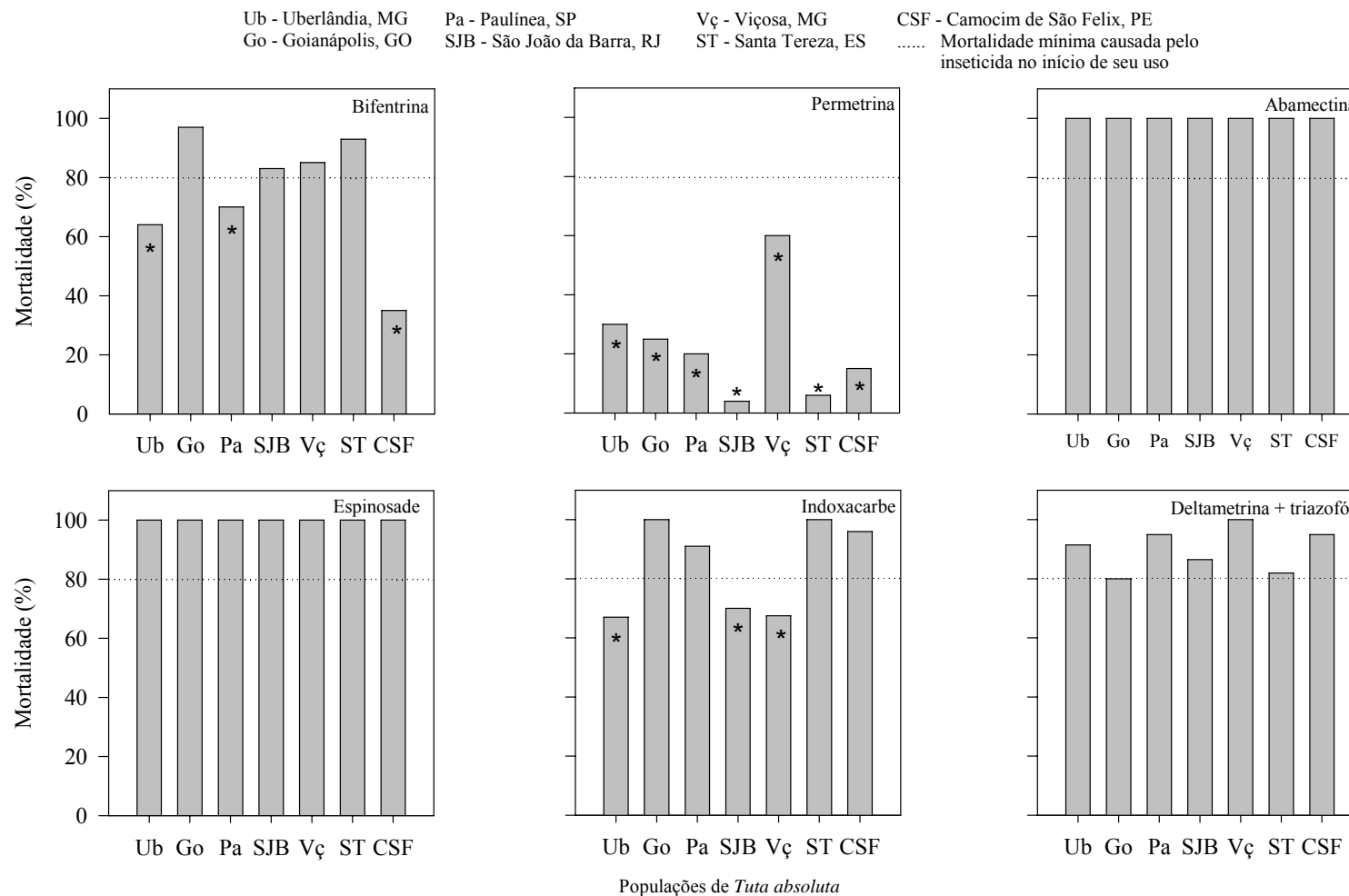


Figura 2. Mortalidades estimadas (%) de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) causadas por seis inseticidas neurotóxicos. \*Mortalidade significativamente menor que 80% devido a concentração recomendada não pertencer ao intervalo de confiança da CL<sub>80</sub> do inseticida para a população.

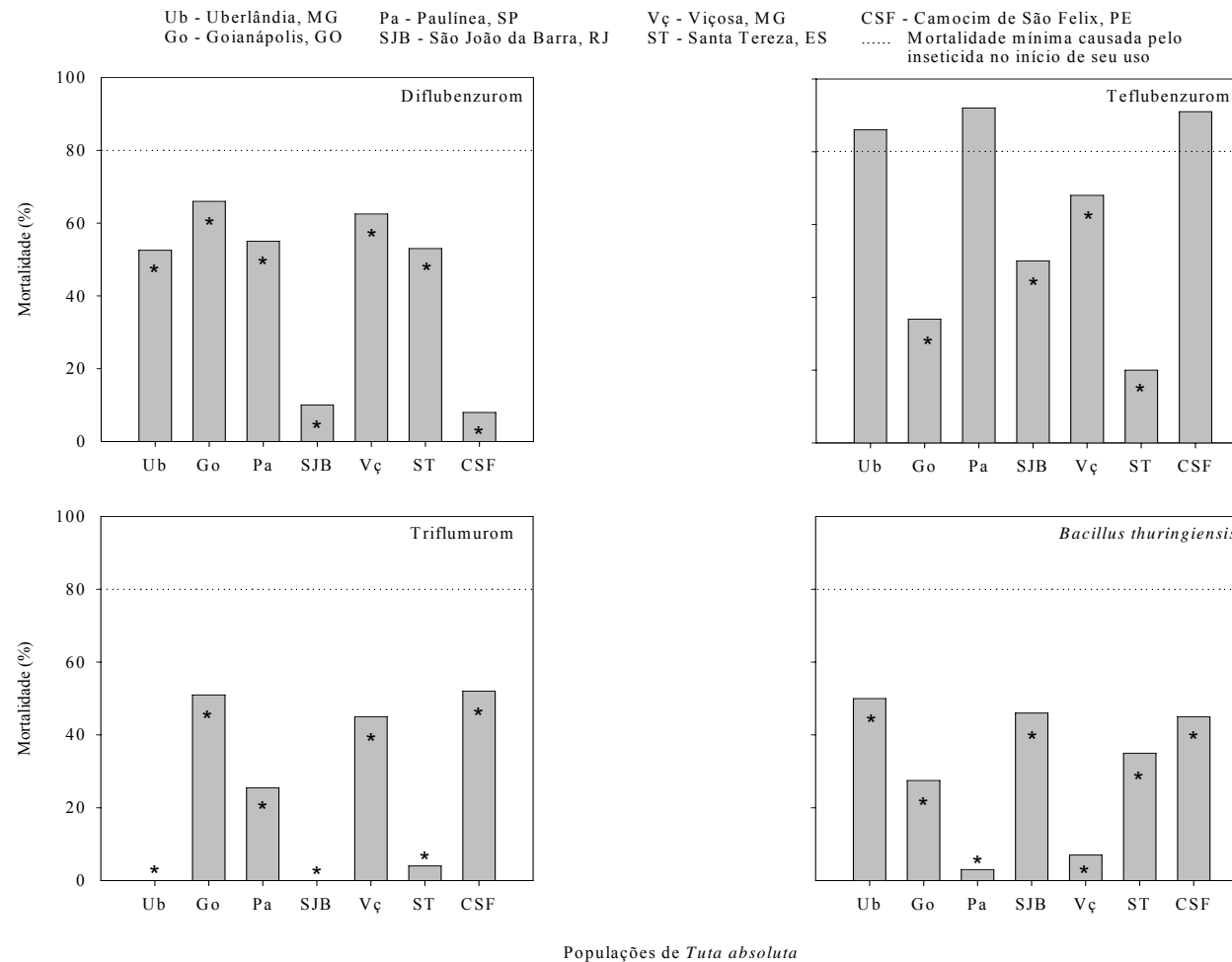


Figura 3. Mortalidades estimadas (%) de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) causadas por quatro inseticidas reguladores de crescimento. \*Mortalidade significativamente menor que 80% devido a concentração recomendada não pertencer ao intervalo de confiança da CL<sub>80</sub> do inseticida para a população.

Tabela 3. Toxicidade relativa de bifentrina a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

Região	População Cidade	N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Cerrado	Uberlândia-MG	232	1,90 ± 0,24	32,14 (24,37-40,85)	94,93 (71,61-142,98)	3,65 (2,59-5,16)	1,79	0,7735
Cerrado	Goianápolis-GO	200	2,63 ± 0,34	8,80 (6,62-0,93)	18,37 (14,92-23,49)	1,00 (0,71-1,40)	2,19	0,5323
Sudeste	Paulínia-SP	229	1,77 ± 0,26	26,50 (20,70-36,04)	78,94 (53,58-151,28)	3,01 (2,11-4,30)	1,65	0,7990
Sudeste	São João da Barra-RJ	197	3,38 ± 0,53	26,86 (19,47-33,24)	47,67 (39,17-58,83)	3,05 (2,16-4,31)	0,50	0,9179
Sudeste	Viçosa-MG	196	5,58 ± 0,96	32,18 (28,70-36,13)	45,53 (39,92-56,83)	3,66 (2,81-4,76)	0,01	0,9999
Sudeste	Santa Tereza-ES	285	2,81 ± 0,32	14,68 (12,71-17,77)	26,26 (22,95-43,40)	1,67 (1,25-2,23)	2,09	0,9106
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	200	1,24 ± 0,17	99,97 (68,98-156,13)	474,92 (275,42-1119)	11,36 (7,17-17,99)	3,23	0,3567

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente / CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 4. Toxicidade relativa de permetrina a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

População		N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Região	Cidade							
Cerrado	Uberlândia-MG	235	1,53 ± 0,17	247,51 (169,57-338,62)	876,42 (640,62-1279)	4,19 (2,38-7,40)	1,10	0,8939
Cerrado	Goianápolis-GO	204	1,23 ± 0,15	79,01 (47,62-118,15)	380,59 (255,93-620,02)	1,34 (0,71-2,52)	2,54	0,4669
Sudeste	Paulínia-SP	300	2,61 ± 0,29	258,49 (196,77-320,93)	598,79 (481,97-788,48)	4,38 (2,62-7,33)	4,99	0,4169
Sudeste	São João da Barra-RJ	275	3,35 ± 0,34	360,03 (310,11-414,17)	641,07 (549,80-777,62)	6,10 (3,78-9,86)	2,89	0,7168
Sudeste	Viçosa-MG	199	1,06 ± 0,12	59,01 (36,05-92,48)	364,15 (364,15-694,84)	1,00 (0,52-1,91)	2,95	0,3990
Sudeste	Santa Tereza-ES	257	2,53 ± 0,31	411,70 (333,91-488,38)	883,21 (737,07-1122)	6,98 (4,26-11,43)	1,88	0,7578
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	281	1,29 ± 0,14	736,31 (534,93-1309)	3299 (2187-5826)	12,48 (7,14-21,80)	2,75	0,7370

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 5. Toxicidade relativa de abamectina a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002.  $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . umidade relativa  $75\% \pm 5\%$  e fotofase 12 horas.

Região	População Cidade	N <sup>1</sup>	Inclinação $\pm$ IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) $\mu\text{g i.a./mL}$	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) $\mu\text{g i.a./mL}$	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	$\chi^2$	P
Cerrado	Uberlândia-MG	212	$0,98 \pm 0,13$	0,28 (0,15-0,51)	2,02 (1,02-5,45)	1,00 (0,44-2,28)	1,50	0,8269
Cerrado	Goianápolis-GO	230	$0,76 \pm 0,10$	0,41 (0,21-0,45)	5,13 (2,56-13,88)	1,47 (0,64-3,41)	1,13	0,8883
Sudeste	Paulínia-SP	288	$2,76 \pm 0,55$	0,47 (0,30-0,61)	0,95 (0,74-1,31)	1,68 (0,87-3,25)	0,82	0,9359
Sudeste	São João da Barra-RJ	227	$2,07 \pm 0,28$	0,37 (0,25-0,51)	0,95 (0,70-1,37)	1,34 (0,68-2,62)	2,23	0,6927
Sudeste	Viçosa-MG	234	$1,89 \pm 0,22$	2,51 (1,71-3,86)	6,97 (5,32-9,45)	8,92 (4,58-17,38)	0,64	0,9583
Sudeste	Santa Tereza-ES	184	$1,46 \pm 0,21$	0,73 (0,44-1,73)	2,74 (1,48-7,06)	2,60 (1,19-5,70)	1,34	0,7181
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	282	$2,68 \pm 0,30$	0,32 (0,27-0,37)	0,66 (0,54-0,84)	1,14 (0,62-2,08)	3,22	0,6655

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível,  $\chi^2$  = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 6. Toxicidade relativa de espinosade a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002.  $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ . umidade relativa  $75\% \pm 5\%$  e fotofase 12 horas.

População		N <sup>1</sup>	Inclinação $\pm$ IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) $\mu\text{g i.a./mL}$	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) $\mu\text{g i.a./mL}$	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	$\chi^2$	P
Região	Cidade							
Cerrado	Uberlândia-MG	195	$2,72 \pm 0,30$	2,26 (1,81-2,80)	4,61 (3,67-6,20)	4,84 (3,16-7,41)	3,32	0,3448
Cerrado	Goianópolis-GO	229	$1,49 \pm 0,15$	0,66 (0,44-0,99)	2,43 (1,56-4,28)	1,42 (0,82-2,44)	3,97	0,4089
Sudeste	Paulínia-SP	220	$1,73 \pm 0,26$	0,46 (0,29-0,64)	1,43 (1,06-2,10)	1,00 (0,59-1,69)	1,95	0,7447
Sudeste	São João da Barra-RJ	236	$1,75 \pm 0,18$	0,57 (0,43-0,75)	1,71 (1,27-2,51)	1,22 (0,77-1,93)	1,22	0,8749
Sudeste	Viçosa-MG	258	$1,54 \pm 0,18$	1,75 (0,80-3,18)	6,12 (3,37-10,85)	3,74 (1,75-7,98)	1,38	0,9256
Sudeste	Santa Tereza-ES	190	$1,14 \pm 0,18$	0,55 (0,28-0,88)	3,00 (1,92-5,47)	1,18 (0,62-2,27)	2,53	0,4686
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	195	$3,05 \pm 0,32$	1,44 (1,17-1,77)	2,72 (2,20-3,53)	3,09 (2,02-4,71)	0,59	0,8970

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente / CL<sub>50</sub> suscetível,  $\chi^2$  = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 7. Toxicidade relativa de indoxacarbe a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

Região	População Cidade	N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Cerrado	Uberlândia-MG	231	0,92 ± 0,10	10,80 (6,06-17,67)	87,34 (52,42-165,11)	27,25 (12,59-58,99)	2,01	0,7334
Cerrado	Goianápolis-GO	200	2,45 ± 0,33	1,51 (1,22-1,90)	3,33 (2,57-4,94)	3,81 (2,08-7,00)	2,99	0,3917
Sudeste	Paulínia-SP	287	1,01 ± 0,12	1,53 (0,98-2,26)	10,42 (6,60-19,51)	3,87 (1,92-7,78)	8,48	0,2044
Sudeste	São João da Barra-RJ	188	1,39 ± 0,19	10,82 (7,02-15,62)	43,38 (29,19-74,50)	27,29 (13,72-54,29)	4,66	0,1984
Sudeste	Viçosa-MG	229	1,1 ± 0,13	5,40 (3,04-8,56)	31,18 (20,01-53,60)	13,61 (6,37-29,09)	1,44	0,8362
Sudeste	Santa Tereza-ES	288	1,25 ± 0,20	0,39 (0,19-0,65)	1,85 (1,17-3,19)	1,00 (0,45-2,24)	0,78	0,9781
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	194	1,49 ± 0,19	1,62 (1,00-2,54)	5,93 (3,69-10,93)	4,09 (2,14-7,79)	1,22	0,7471

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 8. Toxicidade relativa de deltametrina + triazofós a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

População		N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Região	Cidade							
Cerrado	Uberlândia-MG	234	2,30 ± 0,39	7,98 (6,32-9,74)	18,52 (14,44-28,38)	1,00 (0,75-1,33)	2,34	0,6719
Cerrado	Goianápolis-GO	180	1,59 ± 0,25	8,83 (6,56-12,26)	29,87 (19,72-60,61)	1,11 (0,77-1,58)	2,21	0,5299
Sudeste	Paulínia-SP	231	3,38 ± 0,52	10,20 (8,87-11,53)	18,07 (15,45-23,29)	1,28 (1,01-1,62)	1,15	0,8866
Sudeste	São João da Barra-RJ	191	2,75 ± 0,66	12,96 (9,85-15,50)	26,16 (20,77-45,11)	1,62 (1,23-2,15)	2,18	0,5343
Sudeste	Viçosa-MG	190	17,41 ± 2,79	10,61 (10,10-11,01)	11,86 (11,44-12,45)	1,33 (1,08-1,63)	0,39	0,9434
Sudeste	Santa Tereza-ES	150	2,14 ± 0,40	12,13 (9,56-15,89)	29,96 (21,35-57,74)	1,52 (1,11-2,07)	1,20	0,5483
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	114	9,96 ± 0,05	12,46 (11,41-13,61)	19,95 (17,48-24,52)	1,56 (1,15-2,13)	2,91	0,0877

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.



Tabela 9. Toxicidade relativa de diflubensurom a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

Região	População Cidade	N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Cerrado	Uberlândia-MG	240	0,68 ± 0,11	1182 (642,41-2119)	20120 (8691-90714)	3,30 (1,37-7,95)	2,12	0,3451
Cerrado	Goianápolis-GO	220	0,75 ± 0,07	358 (178,85-709,10)	4669 (2199-12112)	1,00 (0,38-2,60)	0,97	0,615
Sudeste	Paulínia-SP	260	0,88 ± 0,25	1019 (230,96-1779)	9489 (4647-62599)	2,85 (1,01-8,01)	0,23	0,9718
Sudeste	São João da Barra-RJ	240	1,26 ± 0,24	12915 (8411-21523)	60040 (32556-200309)	36,08 (16,18-80,45)	0,77	0,6812
Sudeste	Viçosa-MG	260	1,80 ± 0,36	842,64 (598,03-1070)	2461 (1816-4430)	2,35 (1,14-4,86)	2,07	0,5574
Sudeste	Santa Tereza-ES	300	0,40 ± 0,04	924,42 (365,38-2277)	113862 (34827-623706)	2,58 (0,84-7,89)	2,30	0,5119
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	300	1,17 ± 0,15	20543 (13199-30609)	106625 (67747-200191)	57,39 (26,10-126,19)	0,92	0,819

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 10. Toxicidade relativa de teflubenzurom a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

População		N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Região	Cidade							
Cerrado	Uberlândia-MG	240	0,75 ± 0,11	0,94 (0,27-2,21)	12,29 (5,68-28,84)	1,00 (0,25-4,02)	0,57	0,7500
Cerrado	Goianápolis-GO	245	0,58 ± 0,09	210,70 (67,53-543,09)	5792 (2003-30972)	222,67 (55,51-893,15)	0,33	0,8457
Sudeste	Paulínia-SP	238	1,27 ± 0,22	3,02 (1,56-4,54)	13,77 (9,55-22,89)	3,20 (1,07-9,59)	1,36	0,5050
Sudeste	São João da Barra-RJ	300	0,63 ± 0,08	65,28 (29,53-149,54)	1365 (513,13-5714)	68,99 (19,60-242,89)	1,86	0,6010
Sudeste	Viçosa-MG	400	0,56 ± 0,09	3,75 (1,74-7,37)	119,02 (46,20-608,21)	3,96 (1,20-13,13)	1,3	0,9347
Sudeste	Santa Tereza-ES	240	0,66 ± 0,16	47,94 (27,22-108,39)	876,69 (269,79-22259)	50,67 (16,05-159,93)	1,33	0,5124
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	339	1,18 ± 0,19	2,79 (1,42-4,22)	14,36 (10,21-22,42)	2,95 (0,98-8,90)	1,88	0,7576

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 11. Toxicidade relativa de triflumurom a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

População		N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Região	Cidade							
Cerrado	Uberlândia-MG	300	3,10 ± 0,46	15973 (13049-18691)	29807 (25207-37883)	98,27 (37,02-260,85)	3,19	0,3623
Cerrado	Goianápolis-GO	400	0,38 ± 0,06	162,54 (50,68-392,86)	24300 (7348-187829)	1,00 (0,26-3,89)	1,73	0,8842
Sudeste	Paulínia-SP	360	1,04 ± 0,20	681,19 (263,67-1144)	4390 (2861-8088)	4,26 (1,34-13,56)	1,7	0,7899
Sudeste	São João da Barra-RJ	240	1,99 ± 0,50	25015 (19160-40146)	66192 (40920-250208)	153,91 (56,09-422,27)	0,53	0,7663
Sudeste	Viçosa-MG	180	0,65 ± 0,29	352,54 (139,37-665975)	6911 (966-26999)	2,17 (0,45-10,56)	1,10	0,2925
Sudeste	Santa Tereza-ES	240	1,87 ± 0,35	1924 (1134-2619)	5401 (4117-7823)	11,84 (4,22-33,23)	0,36	0,8323
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	300	0,68 ± 0,09	333,93 (138,05-654,45)	5756 (2919-14199)	2,05 (0,61-6,92)	1,37	0,7111

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 12. Toxicidade relativa do inseticida a base *Bacillus thuringiensis* a larvas de sete populações de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). 2002. 25 ± 0.5°C. umidade relativa 75% ± 5% e fotofase 12 horas.

População		N <sup>1</sup>	Inclinação ± IC <sup>2</sup>	CL <sub>50</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	CL <sub>80</sub> (IF <sub>95%</sub> ) µg i.a./mL	RR <sub>50</sub> (IC <sub>95%</sub> ) <sup>3</sup>	χ <sup>2</sup>	P
Região	Cidade							
Cerrado	Uberlândia-MG	240	1,54 ± 0,28	69,41 (25,72-118,54)	243,78 (150,56-364,18)	1,00 (0,38-2,61)	2,66	0,2634
Cerrado	Goianápolis-GO	320	1,57 ± 0,25	176,72 (108,68-239,78)	608,64 (468,45-865,30)	2,55 (1,18-5,51)	5,22	0,2653
Sudeste	Paulínia-SP	337	2,47 ± 0,28	390,92 (319,98-466,44)	855,75 (704,88-1101,20)	5,63 (2,79-11,39)	4,69	0,3197
Sudeste	São João da Barra-RJ	240	1,58 ± 0,29	81,69 (29,83-140,17)	279,35 (169,71-428,75)	1,18 (0,45-3,09)	2,70	0,2587
Sudeste	Viçosa-MG	300	2,19 ± 0,20	337,70 (281,77-404,61)	815,80 (657,83-1075,42)	4,87 (2,41-9,82)	2,34	0,5045
Sudeste	Santa Tereza-ES	236	0,37 ± 0,14	552,51 (150,22-1886603)	309058 (6545-1158210)	7,96 (0,89-71,17)	0,30	0,8607
Nordeste	Camocim de São Felix-PE	300	1,17 ± 0,15	88,11 (48,17-137,37)	458,64 (306,16-732,50)	1,27 (0,55-2,95)	0,77	0,8544

<sup>1</sup>N = número total de insetos usados em cada bioensaio. <sup>2</sup>IC = Intervalo de confiança, CL = Concentração letal, IF = Intervalo fiducial, RR = Razão de resistência: <sup>3</sup>CL<sub>50</sub> resistente /CL<sub>50</sub> suscetível, χ<sup>2</sup> = Qui-quadrado, P = probabilidade.

Tabela 13. Análise de correlação entre as mortalidades ocasionada pelos inseticidas neurotóxicos, reguladores de crescimento e *Bacillus thuringiensis* com nível de resistência e coeficiente angular da curva mortalidade-concentração.

Variáveis	r	t	p
<b>Inseticidas neurotóxico</b>			
Mortalidade x Nível de resistência	-0,34	2,06	0,0235
<b>Inseticidas reguladores de crescimento</b>			
Coeficiente angular x Nível de resistência	0,67	2,46	> 0,001
Mortalidade x Nível de resistência	-0,49	2,46	p = 0, 0118
<b>Inseticida a base de <i>Bacillus thuringiensis</i></b>			
Coeficiente angular x Nível de resistência	0,98	9,92	> 0,001
Coeficiente angular x Mortalidade	-0,97	7,49	> 0,001
Nível de resistência x Mortalidade	-0,98	13,56	> 0, 001

r = coeficiente de correlação, t = teste de Student, p = significância

#### 4. DISCUSSÃO

Entre os inseticidas neurotóxicos, a abamectina, espinosade e deltametrina mais triazofós na concentração recomendada causaram mortalidade acima de 80% a todas as populações de *T. absoluta*. Este fato demonstra que nas diversas regiões produtoras de tomate no Brasil estes inseticidas apresentaram eficácia no controle de *T. absoluta*. Entretanto, mesmo para esses inseticidas, verificou-se variabilidade na suscetibilidade da praga. Esta variabilidade foi tanto entre as populações como também entre indivíduos de uma mesma população. A variabilidade entre populações foi de 8,92, 4,84 e 1,62 vezes em termos de  $RR_{50}$  para a abamectina, espinosade e deltametrina mais triazofós, respectivamente. Já a variabilidade entre indivíduos de uma mesma população é indicada pela inclinação da curva de concentração-mortalidade (Kerns & Gaylor, 1992). Curvas com menor inclinação indicam maior variabilidade genética, sugerindo a ausência da predominância de um genótipo na população, denotando uma maior heterogeneidade de resposta frente aos inseticidas (Siqueira *et al.*, 2000), o que ocorreu para as populações de *T. absoluta* de Goianópolis para os inseticidas abamectina e deltametrina mais triazofós e Santa Tereza para o espinosade. Assim, mesmo para a abamectina, o espinosade e deltametrina mais triazofós que causaram alta mortalidade em todas as populações de *T. absoluta* deve-se empregar táticas de manejo da resistência a inseticidas para que se minimizem problemas futuros de surgimento de populações resistentes a inseticidas.

O inseticida indoxacarbe apresentou razões de resistência que variaram até 27,29 vezes, isto demonstra que há variabilidade de respostas das populações frente à ação desse inseticida. A variabilidade ocorrida pode ser devido a pressão seletiva exercida pelo uso de inseticidas que atuam no mesmo sítio de ação do indoxacarbe, levando a seleção de indivíduos resistentes a esse inseticida (Ahmad *et al.*, 2008), pois o indoxacarbe até então não tinha sido usado no controle da *T. absoluta* no Brasil e encontrava-se sobre processo de registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na cultura do tomate para o controle desta praga. Os valores das inclinações das curvas de concentração-resposta das populações variaram de 0,92 a 2,45. Devido aos baixos valores das inclinações, presume-se haver heterogeneidade genética intra-populacional em relação às respostas frente ao indoxacarbe (Siqueira *et al.*, 2000). As populações de Uberlândia, São João da Barra e Viçosa apresentaram as menores mortalidades frente ao indoxacarbe, no entanto, os seus níveis de resistência podem ser considerados moderados, visto que suas mortalidades foram próximas a 80%.

Entre os inseticidas neurotóxicos, os piretróides bifentrina e permetrina apresentaram o maior número de populações resistentes, com mortalidades inferiores a 80%. A variabilidade na razão de resistência ocorreu tanto entre as populações de *T. absoluta* como também entre indivíduos de uma mesma população. A população de Camocim de São Felix apresentou os maiores índices de  $RR_{50}$  para permetrina (12,48) e bifentrina (11,36). Esses resultados sugerem haver maior pressão de seleção nessa localidade devido ao uso desses inseticidas ou de produtos de mesmo grupo químico em relação às demais localidades. As menores inclinações das curvas de concentração-resposta ocorreram em Camocim de São Felix e Viçosa para bifentrina e permetrina, respectivamente. Esses valores sugerem haver maior heterogeneidade genética nessas populações em relação às respostas a esses inseticidas (Siqueira *et al.*, 2000).

A permetrina não apresentou eficácia satisfatória ( $\geq 80\%$ ) para nenhuma das populações de *T. absoluta*. Portanto, a resistência de *T. absoluta* a permetrina é generalizada em todas as regiões do país. Este resultado possivelmente se deve ao uso intensivo, contínuo e sem rotação deste produto, que pode estar relacionado ao fato do grupo químico desse inseticida ser o primeiro registrado no Brasil para uso no início da década de 1980 para controle de *T. absoluta* após a sua introdução no país no final da década de 1970 (Morais & Normanha Filho, 1982). Assim, o uso contínuo desse inseticida como única

ferramenta de controle dessa praga pode ter levado ao desenvolvimento de populações resistentes a esse produto nas regiões estudadas.

A variação nas mortalidades apresentadas pelas populações nos bioensaios com os inseticidas neurotóxicos correlaciona negativamente com as mortalidades e as razões de resistência apresentadas pelas populações. Assim, quanto maior a razão de resistência menor será a mortalidade apresentada pela população. Na prática, isso leva ao uso de doses maiores dos inseticidas pelos produtores para obter resultados semelhantes em populações suscetíveis (Picanço *et al.*, 1996a; Picanço *et al.*, 1998).

Entre os inseticidas reguladores de crescimento o teflubenzurom foi o que apresentou o menor número de populações resistentes. O triflumurom e o diflubenzurom apresentaram baixa eficiência em todas populações. Este fato demonstra que podem ocorrer falhas no controle de *T. absoluta* nas diversas regiões produtoras de tomate mediante a utilização desses produtos.

Apesar dos inseticidas reguladores de crescimento terem apresentado o maior número de populações resistentes, houve variação no nível de resistência entre as populações bem como entre indivíduos de uma mesma população em relação a esses inseticidas. A variabilidade apresentada pelas populações foi superior a todos os outros inseticidas testados. A maior variação ocorreu na população de Goianópolis (222,67) para o teflubenzurom, seguida por São João da Barra (153,91) e Uberlândia (98,27) para o inseticida triflumurom, o que sugere maior pressão de seleção nessas localidades frente ao uso desses produtos. De forma geral, esses inseticidas apresentaram baixa inclinação das curvas de concentração-mortalidade, com exceção de Uberlândia para triflumurom. Esses valores sugerem haver maior heterogeneidade genética, com ausente predominância de um genótipo nessas populações em relação às respostas a esses inseticidas (Siqueira *et al.*, 2000). Sendo assim, táticas de manejo que possibilite o aumento da frequência de genótipos suscetíveis são importantes para o manejo das populações resistentes nessas localidades.

A inclinação da curva de concentração-mortalidade dá idéia do grau da homogeneidade de resposta da população em estudo. Inclinações maiores indicam homogeneidade de resposta devido à predominância de um genótipo. Já inclinações menores sugerem heterogeneidade de resposta devido a amplas variações genótípicas presentes nas populações. Sendo assim, nos locais que existem baixa eficiência de controle com reguladores de crescimento há tendência de existir predominância de genótipos resistentes em relação aos suscetíveis.



Da mesma forma como ocorrido com os inseticidas reguladores de crescimento, o inseticida a base de *B. thuringiensis* apresentou baixa eficiência em todas as populações de *T. absoluta*. Isto ocorre, possivelmente, devido as lagartas *T. absoluta* ingerirem pequenas concentrações deste inseticida biológico por ele ser aplicado e permanecer na superfície da planta enquanto estas lagartas vivem no interior das folhas, frutos e caule (Sayyed *et al.*, 2008). Apesar das populações terem apresentado resistência, houve variações em seu nível entre as populações bem como entre indivíduos de uma mesma população em relação a esse inseticida. As maiores variações nas razões de resistência e nas inclinações das curvas de concentração-resposta ocorreram nas populações de Santa Tereza e Paulínia. Os maiores valores do  $RR_{50}$  podem, estar relacionado com maiores pressões de seleção nessas localidades devido ao uso desse produto ou de produtos similares. As maiores inclinações das curvas de concentração-mortalidade para as populações de Paulínia dá idéia da ocorrência de menor variação genotípica nessas populações em relação as demais, havendo predominância de genótipos resistentes em relação aos suscetíveis (Siqueira *et al.*, 2000).

Nenhuma das populações de *T. absoluta* foi a mais suscetível a todos os inseticidas. Tal fato indica que todas as populações sofreram pressão seletiva dos inseticidas. Entretanto a população de Viçosa-MG foi a única que não esteve entre as mais resistentes para os inseticidas que causaram falhas de controle de *T. absoluta*. Portanto esta seria a população indicada como padrão de suscetibilidade em futuros estudos de resistência de *T. absoluta* a inseticidas.

De acordo com a origem das populações de *T. absoluta* pode-se então estabelecer um programa de manejo da resistência para cada macrorregião produtora de tomate. As macrorregiões delimitadas foram: 1) Cerrado (Goianápolis e Uberlândia) caracterizada por cultivos de tomate industrial; 2) Sudeste (Paulínia, São João da Barra, Viçosa e Santa Tereza), predominando cultivos de tomate para mesa e 3) Nordeste (Camocim de São Felix) predominando o cultivo de tomate para mesa.

Portanto, os resultados com os inseticidas utilizados no controle de *T. absoluta* podem ser divididos em dois grupos, segundo a ocorrência de falhas no seu controle nas macrorregiões. O grupo formado pelos inseticidas abamectina, espinosade, deltametrina mais triazofós e indoxacarbe, que não apresentaram falha no controle na maioria das populações *T. absoluta*, sendo nesse caso a resistência considerada ausente ou não detectada e o grupo que apresentou falha no controle na maioria das populações, formado

pelos inseticidas bifentrina, permetrina, diflubenzurom, teflubenzurom, triflumurom e *B. thuringiensis*, sendo a resistência considerada presente ou detectada.

Para as macrorregiões do Cerrado e Sudeste, abamectina, espinosade, deltametrina mais triazofós, indoxacarbe e bifentrina foram, em ordem crescente, os inseticidas que apresentaram o menor grau de resistência dentre os produtos testados, sendo portanto, a resistência considerada ausente ou não detectada. Para o Nordeste observou-se o mesmo padrão, com exceção da bifentrina que foi substituída pelo teflubenzurom. Portanto, esses inseticidas podem ser recomendados para uso no manejo de *T. absoluta* nessas macrorregiões, visto que a resistência de populações dessa praga a esses produtos é baixa ou praticamente nula. Os inseticidas permetrina, diflubenzurom, o triflumurom e o *B. thuringiensis* apresentaram números maiores de falhas no controle de *T. absoluta* em todas as macrorregiões.

Considerando o clima da região, o sistema de cultivo de tomate, a estação do ano, a ocorrência de pragas e a necessidade do controle químico, pode-se classificar os cultivos quanto ao risco de desenvolvimento de resistência de *T. absoluta* a inseticidas. Na macrorregião do Cerrado o risco de resistência é alto ao longo de todo o ano em qualquer sistema de cultivo por causa das condições climáticas favoráveis a ocorrência da praga; como temperatura média favorável ao desenvolvimento da praga ao longo de quase todo ano e a má distribuição das chuvas, concentradas nos meses de novembro, dezembro e janeiro (Wallner, 1987; Reynolds *et al.*, 1997). Contudo, o risco de cultivos no Sudeste e no Nordeste é moderado no período chuvoso e alto no período seco. Portanto, onde o risco for alto recomenda-se utilizar apenas inseticidas que não apresentaram falhas no controle da *T. absoluta*. Por outro lado, em regiões onde o risco for moderado pode-se utilizar inseticidas que não apresentaram falhas alternados com outros inseticidas. Em ambos os casos devem-se evitar aplicações sucessivas de inseticidas pertencentes ao mesmo grupo químico (Whalon *et al.*, 2008).

Os nossos resultados oferecem informações importantes para o manejo de *T. absoluta* no tomateiro. Contudo, é importante ressaltar o uso adequado dos inseticidas dentro da perspectiva do manejo integrado pragas nos cultivos de tomate, principalmente daqueles cujo risco de resistência é alto. O uso adequado envolve, entre outras coisas, a correta identificação do inseto-praga e o monitoramento de suas populações e de seus inimigos naturais. Adicionalmente, o planejamento de estratégias e táticas de manejo integrado no contexto da região, uso de técnicas alternativas de controle de *T. absoluta*

também são importantes (Pedigo, 1989; Denholm & Rowland, 1992; Picanço & Marquini, 1999).

Assim, práticas como a escolha do local de plantio do tomate, a manipulação do ambiente de cultivo para manutenção e/ou incremento do controle biológico natural, restrição do número de pulverizações, criação de áreas de refúgio, rotação de produtos químicos com sítios de ação diferentes, pulverizações visando às fases mais vulneráveis da praga, manejo cultural e eliminação de restos culturais e/ou de cultivos de tomate abandonados são exemplos de procedimentos básicos que devem ser adotados. A utilização conjunta dessas práticas contribui para um controle mais eficiente das populações de *T. absoluta* e, conseqüentemente, ajuda a prevenir, retardar ou reverter a evolução da resistência deste inseto-praga a inseticidas (Picanço *et al.*, 1996b; Paula, 1997; Denholm *et al.*, 1998). No entanto, o mais difícil desafio no manejo da resistência não é a adequada identificação das táticas, mas garantir a sua adoção pelos produtores e técnicos envolvidos com a produção de alimentos.

## 5. CONCLUSÕES

A população de *Tuta absoluta* de Viçosa-MG é a mais adequada a ser utilizada como padrão de suscetibilidade em estudos de resistência a inseticidas.

Populações do Sudeste e Cerrado apresentam baixo nível de resistência para os inseticidas abamectina, espinosade, deltametrina mais triazofós, indoxacarbe e bifentrina. A população do Nordeste, Camocim de São Felix, apresentou baixo nível de resistência para os inseticidas abamectina, espinosade, indoxacarbe e teflubenzurom. Os inseticidas permetrina, diflubenzurom, o triflumurom e a base de *B. thuringiensis* apresentaram os maiores índices de populações resistentes a inseticidas em todas as regiões.

Os inseticidas abamectina, espinosade, deltametrina mais triazofós não apresentaram falhas no controle de *T. absoluta* na dose recomendada pelos fabricantes.

O inseticida bifentrina apresentou falhas no controle das populações de Uberlândia, Paulínea e Camocim de São Felix na dose recomendada pelo fabricante. O indoxacarbe apresentou falhas no controle das populações de Uberlândia, São João da Barra e Viçosa. O teflubenzurom apresentou falhas no controle das populações de Goianápolis, São João da Barra, Viçosa e Santa Tereza e os inseticidas diflubenzurom, permetrina, triflumurom e a base de *B. thuringiensis* apresentaram falhas em todas as populações de *T. absoluta*.

## 6. LITERATURA CITADA

Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, n.1, p.265-266. 1925.

Ahmad, M.; Sayyed, A. H.; Saleem, M. A.; Ahmad, M. Evidence for field evolved resistance to newer insecticides in *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae) from Pakistan. **Crops Protection**, v.27, n.10, p.1367-1372. 2008.

Andrei, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Organização Andrei. 1999. 676 p.

Bacci, L. **Fatores determinandes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro**. (Doutorado em Fitotecnia). DFT, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. 133 p.

Barrientos, Z. R.; Apablaza, H. J.; Norero, S. A.; Estay, P. P. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ciência e Investigacion Agrária**, v.25, n.3, p.133-137. 1998.

Borgoni, C. P.; Silva, R. A.; Carvalho, G. S. Consumo de mesofilo foliar por *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) por três cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.7-11. 2003.

Coelho, M. C. F. & França, F. H. Biologia, quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.2, p.129-135. 1987.

Denholm, I.; Birnie, L. C.; Kennedy, P. J.; Shaw, K. E.; Perry, J. N.; Powell, W. **The complementary roles of laboratory and field testing in ecotoxicological risk assessment**. Farnham, UK: British Crop Protection Council, v.2, p. 583-590. 1998 (Pests and Diseases Volume).

Denholm, I. & Rowland, M. W. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v.37, p.91-112. 1992.

Filgueira, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de ortaliças**. Viçosa: UFV. 2000. 412 p.

Finney, D. J. **Probit analysis**. London: Cambridge University. 1971.

Fisk, T. & Wright, D. J. Response of *Spodoptera exempta* (Walk) larvae to simulated field spray applications of acylurea insect growth-regulators with observations on cuticular uptake of acylureas. **Pesticide Science**, v.35, n.4, p.321-330. 1992.

FNP. **Agrianuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & AgroInformativos. 2006. 333 p.

França, F. H. & Castelo Branco, M. Ocorrência de traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) em solanáceas silvestres no Brasil Central. **Horticultura Brasileira**, v.10, n.1, p.6-10. 1992.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Baptista, G. C.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Alves, S. B.; Zucchi, R. A.; Vendramin, J. D.; Marchi, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba FEALQ. 2002. 920 p.

Giordano, L. B. & Silva, C. Híbridação em tomate. In: Borém, A. (Ed.). **Híbridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, p.463-480.1999.

Gonring, A. H. R. **Sistema de tomada de decisão para o Manejo Integrado de *Tuta absoluta* (Meyrick) na cultura do tomate**. (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. 173 p.

Guedes, R. N. C.; Picanço, M. C.; Matioli, A. L.; Rocha, D. M. Efeito de inseticidas e sistemas de condução do tomateiro no controle de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** v.23, n.2, p.321-325. 1994.

Haji, F. N. P.; Oliveira, C. A. V.; Amorim Neto, M. S.; Batista, J. G. S. Flutuação populacional da traça do tomateiro no submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.1, p.7-14. 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) 2009.

Ichida, M. Toxicity of commercially available synthetic pyrethroids to silkworm larvae, *Bombyx mori* (Lepidoptera, Bombycidae). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, v.36, n.2, p.135-137. 1992.

Imenes, S. D. L.; Fernandes, M. A. U.; Campos, T. B.; Takematsu, A. P. Aspecto biológicos e comportamentais da traça do tomateiro *Scropipalpus absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.57, n.1/2, p.63-68. 1990.

Kerns, D. L. & Gaylor, M. J. Insecticide resistance in field populations of the cotton aphid (Homoptera, Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.1, p.1-8. 1992.

Knight, A. L. & Norton, G. W. Economics of agricultural pesticide resistance in arthropods: theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v.34, p.293-313. 1989.

Kurozawa, C.; A., P. M.; Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. Doenças do tomateiro. In: Kimati, H. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**, v.2, p.690-720.1997.

Leite, G. L. D.; Picanço, M. C.; Azevedo, A. A.; Zurita, Y.; Marquini, F. Oviposición y mortalidad de *Tuta absoluta* en *Lycopersicon hirsutum*. **Manejo Integrado de Pragas**, v.22, n.1, p.26-34. 1998.

Liu, T. X.; A.N., S. J.; Chen, W.; Liang, G. M.; Brister, C. Toxicity, persistence, and efficacy of indoxacarb on cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) on cabbage. **Journal of Economic Entomology**, v.95, n.2, p.360-367. 2002.

Morais, G. J. & Normanha Filho, J. A. Surto de *Scropipalpula absoluta* (Meyrick) em tomateiro no Trópico Semi-Árido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.3, p.503-504. 1982.

Omoto, C. & Guedes, R. N. C. **Resistência de pragas a pesticidas: princípios e práticas**. Mogi Mirim: IRAC-BR. 1998. 24 p.

Paula, S. V. **Incidência de pragas e reflexos na produção do tomateiro em função da adoção de nível de controle e de faixas circundantes**. (Mestrado em Entomologia). UFV, Viçosa, 1997. 90 p.

Pedigo, L. P. **Entomology and pest management**. New York: Macmillan. 1989. 646 p.

Picanço, M. C.; Faleiro.; Pallini Filho, A.; Matioli, A. L. Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira**, v.15, n.2, p.88-91. 1997.

Picanço, M. C. & Guedes, R. N. C. Manejo integrado de pragas no Brasil: situação atual, problemas e perspectivas. **Ação Ambiental**, v.2, n.4, p.23-27. 1999.



Picanço, M. C.; Gusmão, M. R.; Galvan, T. L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças, pragas e ervas daninhas**. Viçosa: UFV, p.275-324. 2000.

Picanço, M. C.; Leite, G. L. D.; Guedes, R. N. C.; Silva, E. A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, v.17, n.5, p.447-452. 1998.

Picanço, M. C.; Leite, G. L. D.; Madeira, N. R.; Silva, D. J. H.; Myamoto, A. N. Efeito do tutoramento do tomateiro e seu policultivo com milho no ataque de *Scrobipalpuloides absoluta* e *Helicoverpa zea* no tomateiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.2, p.175-180. 1996a.

Picanço, M. C. & Marquini, F. Manejo integrado de pragas de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v.20, n.200-201, p.126-133. 1999.

Picanço, M. C.; Silva, E. A.; Lobo, A. P.; Leite, G. L. D. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.3, p.495-499. 1996b.

Prastissoli, D.; Parra, J. R. P.; Fernandes, O. A.; Oliveira, R. C.; Zago, H. B.; Perreira, F. F. Oviposition pattern of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), on tomato under different population densities of adults in greenhouse. **Agro-Ciencia**, v.19, n.1, p.11-15. 2003.

Reynolds, S. E. The cuticle, growth regulators and moultingin insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. **Pesticide Science**, v.20, p.131-146. 1987.

Reynolds, D. R.; Riley, J. R.; Armes, N. J.; Cooter, R. J; Tucker, M. R.; Colvin, J. Techniques for quantifying insect migration.. In: D.R. Dent; M.P. Walton (Eds). **Methods in Ecological & Agricultural Entomology**. Wallingford; CAB International, pp.111.-145. 1997.

Roush, R. T. & Daly, J. C. The role of population genetics in resistance research and management. In: Roush, R. T. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p.97-152

Roush, R. T. & McKenzie, J. A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. **Annual Review of Entomology** v.32, p.361-380. 1987.

Roush, R. T. & Tabashnik, B. E. **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall. 1990. 352 p.

Sayed, A. H.; Moores, G.; Crickmore, N.; Wright, D. J. Cross-resistance between a *Bacillus thuringiensis* Cry toxin and non-Bt insecticides in the diamondback moth. **Pest Management Science**, v.64, n.8, p.813-819. 2008.

Silva, M. T. B.; Costa, E. C.; Boss, A. Control of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with insect growth regulators. **Ciência Rural**, v.33, n.4. 2003.

Siqueira, H. A. A.; Guedes, R. N. C.; Picanço, M. C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepdoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v.2, n.2, p.147-153. 2000.

Souza, J. C. & Reis, P. R. Principais pragas de tomate para mesa: Biologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v.24, n.219, p.79-92. 2003.

Subramanyan, B. E. & Hagstrum, D. W. Resistance measurement and management. In: Subramanyan, B. E. & Hagstrum, D. W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker Inc, 1996. p.135-193

Tabashnik, B. E. Managing resistance with multiple pesticide tactics - Theory, evidence, and recommendations. **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.5, p.1263-1269. 1989.

Wallner, W.E. Factors affecting insect population dynamics: differences between outbreak and non-outbreak species. **Annual Review Entomology**. v.32, p. 317-340. 1987.

Wang, D.; Gong, P. Y.; Li, M.; Qiu, X. H.; Wang, K. Y. Sublethal effects of spinosad on survival, growth and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, v.65, n.2, p.223-227. 2009.

Whalon, M. E.; Mota-Sanchez, D.; Hollingworth, R. M. **Global pesticide resistance in arthropods**. London: CABI, Oxfordshire. 2008. 208 p.

Who, W. H. O.-. **Resistance of vectors of disease to pesticides. Fifth report of the WHO Expert Committee on vector biology and control**. Geneva: Technical Report Series. 1980. 655p.