

RENATA RAMOS PEREIRA

TOXICIDADE E RESPOSTAS LOCOMOTORAS A INSETICIDAS EM  
*Blaptostethus pallescens* E *Orius tristicolor*, PREDADORES 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  
2013

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

T

P436t  
2013

Pereira, Renata Ramos, 1987-

Toxicidade e respostas locomotoras a inseticidas em  
*Blaptostethus pallescens* e *Orius tristicolor*, predadores de  
*Tuta absoluta* / Renata Ramos Pereira. – Viçosa, MG, 2013.  
vii, 29f. : il. ; 29cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 25-29.

1. Entomologia. 2. Inseto predador. 3. Inseto -  
Comportamento. 4. Pragas agrícolas - Controle biológico.  
5. Tomate - Doenças e pragas. 6. Inseticidas. 7. Toxicologia  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 632.7

RENATA RAMOS PEREIRA

TOXICIDADE E RESPOSTAS LOCOMOTORAS A INSETICIDAS EM  
*Blaptostethus pallescens* E *Orius tristicolor*, PREDADORES 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: 5 de março de 2013

---

Eugênio Eduardo de Oliveira

---

Lessando Moreira Gontijo

---

Maria Elisa de Sena Fernandes

---

Alberto Soares Corrêa  
(Coorientador)

---

Marcelo Coutinho Picanço  
(Orientador)

À meus pais, Eduardo e Edith, meus exemplos;

Aos meus irmãos Aline e Guilherme, meu apoio;

Aos meus sobrinhos Pedro Henrique e Matheus, minha alegria;

Ao Luis Márcio, meu grande amor;

Aos meus amigos, primos e tios;

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder saúde e paciência para trilhar o caminho da sabedoria;

À Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, ao CNPq e a CAPES pela concessão das bolsas e a todo povo brasileiro que contribuiu diretamente e indiretamente pela minha formação, na oportunidade de aprofundamento científico e na conclusão deste trabalho;

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela orientação amigável, enriquecedora e presente ao longo destes anos de convívio;

Ao Alberto Soares Corrêa, coorientador, pela imprescindível ajuda e conselhos na realização deste trabalho;

Aos colegas do laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Aelton, Antônio, Dalton, Elenir, Elizeu, Gerson, Izaílda, João, Joel, Mateus, Mayara, Mirian, Nilson, Reginaldo, Ricardo, Rogério, Tarcísio, Tânia, Thadeu e Tiago pela convivência maravilhosa e enriquecedora, e principalmente ao Paulo pela grande e essencial ajuda nos ensaios realizados na confecção deste trabalho;

Aos amigos Jorgiane, Paulo, Rodrigo e Vânia pelo apoio, conselhos e pela convivência todos os dias.

Aos estagiários, mestres e doutores que passaram pelo Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Adriano, Ariel, Leandro Bacci, Darley, Elisa, Elisângela, Ézio, Emerson, Flávio, Hudson, Jander, Jardel, Júlio, Mateus Campos, Renan e Shaiene, Suzana e Verônica;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, cuja orientação nas disciplinas me possibilitou a abertura de novos conhecimentos e horizontes científicos;

As secretárias da Entomologia Cláudia e Silvana, pela competência e dedicação ao trabalho;

Aos colegas do curso da Agronomia 2006, especialmente as amigas Nathália e Verônica, pela amizade e o agradável convívio durante a graduação.

Às empresas Bayer, Basf, Dow, Dupont, Ihara e Syngenta por fornecerem os produtos utilizados na realização dos bioensaios;

À todos os meus amigos, primos, tios e avós que mesmo longe sempre estiveram presentes;

Aos meus irmãos, Aline e Guilherme e aos meus cunhados, Giuliano e Sarah pelo apoio e amizade.

Aos meus sobrinhos Pedro Henrique e Matheus pelo inigualável amor e alegria que sempre me proporcionam;

Ao Luis Márcio pelo amor, carinho, paciência e força durante todos esses anos de convivência.

Agradeço principalmente aos meus pais Eduardo e Edith que sempre acreditaram que o estudo é a maior herança que poderiam deixar aos seus filhos, algo que pode ser desfrutado por toda a vida. Muito Obrigada!

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

## **BIOGRAFIA**

Renata Ramos Pereira, filha de Eduardo Rezende Pereira e Edith Ferreira Ramos Pereira, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, no dia 13 de abril de 1987.

Em maio de 2006, ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em janeiro de 2011. Durante a graduação, de outubro de 2006 a fevereiro de 2011 foi estagiária no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Setor de Entomologia do DDE/UFV, sob a orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Neste período desenvolveu vários trabalhos na área de Manejo Integrado de Pragas em diversas culturas. Foi bolsista de Iniciação Científica do pela FAPEMIG e CNPq. Foi monitora da disciplina de Entomologia Agrícola por três semestres coordenado pelo Prof. Marcelo Coutinho Picanço. Em março de 2011 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de 2013.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	3
2.1. Insetos .....	3
2.2. Inseticidas .....	4
2.3. Bioensaios de toxicidade .....	5
2.4. Bioensaios com sinergistas:.....	6
2.5. Bioensaios comportamentais.....	7
2.6. Análises estatísticas .....	8
3.1. Bioensaios de toxicidade dos inseticidas.....	9
3.1.1. <i>Tuta absoluta</i> .....	9
3.1.2. <i>Predadores B. pallescens e O. tristicolor</i> .....	11
3.2. Bioensaios com sinergistas.....	13
3.3. Testes comportamentais .....	15
3.3.1. <i>Arena completamente tratada</i> .....	15
4. DISCUSSÃO .....	21
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24

## RESUMO

PEREIRA, Renata Ramos, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Toxicidade e respostas locomotoras a inseticidas em *Blaptostethus pallescens* e *Orius tristicolor*, predadores de *Tuta absoluta***. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Coorientador: Alberto Soares Corrêa.

A traça *Tuta absoluta* é praga-chave do tomateiro na América do Sul e adquiriu importância mundial após sua introdução na Europa e África. O uso de inseticidas é o principal método de controle desta praga e esforços têm sido empregados à procura de compostos com menor toxicidade a organismos não-alvo. Assim, neste trabalho foram conduzidos bioensaios com o objetivo de avaliar a toxicidade e as respostas locomotoras de oito inseticidas em *Blaptostethus pallescens* e *Orius tristicolor* (Hemiptera: Anthocoridae) que são predadores de *T. absoluta*. Os inseticidas indoxacarbe e clorraniliprole foram menos tóxicos para o predador *O. tristicolor* que para a praga *T. absoluta*. Já para *B. pallescens*, indoxacarbe, espinosade, abamectina e clorraniliprole foram os compostos de menor toxicidade ao predador. Metamidofós, fentoato, cartap e clorfenapir foram os inseticidas de maior toxicidade para ambos os predadores em relação a *T. absoluta*. Os bioensaios de toxicidade com os sinergistas indicaram que as enzimas do complexo monooxigenases dependentes do citocromo P450 são aquelas de maior contribuição para a detoxificação dos inseticidas em *B. pallescens* e *O. tristicolor*. Todos os inseticidas provocaram alterações dos padrões comportamentais de caminhamento nos predadores, com destaque para a abamectina e o indoxacarbe que provocaram grande “evitação” em ambos os inimigos naturais, o que pode resultar em uma maior sobrevivência a campo. Nossos resultados indicam que os inseticidas da nova geração, principalmente clorraniliprole, são os mais adequados para a sustentabilidade destes programas para a traça do tomateiro, visto que, apresentam alta toxicidade à praga e baixa toxicidade aos predadores estudados.

## ABSTRACT

PEREIRA, Renata Ramos, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, march, 2013. **Toxicity and locomotor responses to insecticides in *Blaptostethus pallescens* and *Orius tristicolor*, predators of *Tuta absoluta***. Advisor:: Marcelo Coutinho Picanço. Co-advisor: Alberto Soares Corrêa.

The leafminer *Tuta absoluta* is a key pest of tomatoes in South America and has acquired a global significance after its introduction in Europe and Africa. The use of insecticides is the main method of controlling this pest and efforts have been devoted to the search for compounds with low toxicity to non-target organisms. Thus, this study was conducted with bioassays to evaluate the toxicity and locomotor responses of eight insecticides on *Orius tristicolor* and *Blaptostethus pallescens* (Hemiptera: Anthocoridae) that are predators of *T. absoluta*. The insecticides indoxacarb and chlorantraniliprole were less toxic to the predator *O. tristicolor* than for the pest *T. absoluta*. As for *B. pallescens*, indoxacarb, spinosad, abamectin and chlorantraniliprole compounds were less toxic to the predator. Methamidophos, phentoate, cartap and chlorfenapyr insecticides were more toxic to both predators than *T. absoluta*. The toxicity bioassays with synergists indicate that the complex enzymes cytochrome P450-dependent monooxygenases are those of greatest contribution to the detoxification of insecticides in *B. pallescens* and *O. tristicolor*. All insecticides caused changes in behavioral patterns of pathway in predators, especially abamectin and indoxacarb which caused great "avoidance" in both natural enemies, which can result in a higher survival in the field. Our results indicate that the new generation of insecticides, especially chlorantraniliprole, are best suited to the sustainability of these programs for the tomato leafminer since, it has a high toxicity to the pest and a low toxicity to the predators studied.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de inseticidas é o principal método de controle de pragas em ambientes agrícolas e a menor toxicidade a artrópodes não-alvo, principalmente predadores e parasitóides, é um componente importante para programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Mansfield *et al.*, 2006; Stark *et al.*, 2007; Matthews, 2008; Gradish *et al.*, 2011). Uma das formas de se reduzir a toxicidade a organismos não-alvo é através da utilização de inseticidas seletivos, que permitem a integração do uso de produtos químicos e métodos biológicos para suprimir populações de pragas em sistemas agrícolas (Bacci *et al.*, 2009). A disponibilidade de inseticidas eficientes no controle da *Tuta absoluta* e seletivos aos inimigos naturais é importante para o desenvolvimento dos sistemas de MIP em tomateiro. Com isso, esforços têm sido empregados para estudar o impacto dos efeitos letais e subletais dos inseticidas nos inimigos naturais com intuito de desenvolver e aplicar compostos mais seletivos em favor dos agentes de controle biológico (Galvan *et al.*, 2005; Desneux *et al.*, 2007; Bacci *et al.*, 2009).

Ripper *et al.* (1951) classificaram a seletividade de inseticidas em favor dos inimigos naturais em dois grupos: ecológica e fisiológica. A seletividade ecológica baseia-se nas tecnologias de aplicação dos inseticidas de modo a reduzir a exposição dos organismos não-alvo aos compostos aplicados. Já a seletividade fisiológica consiste na aplicação de produtos menos tóxicos aos inimigos naturais do que às pragas, isto ocorre devido ao fato de alguns grupos de insetos, incluindo os inimigos naturais, possuírem mecanismos que podem minimizar os efeitos tóxicos dos inseticidas. As enzimas do metabolismo secundário, como esterases, glutathione S-transferase e monooxigenases

dependentes do citocromo P450, são exemplos de eficientes mecanismos de detoxificação de inseticidas no inseto (Brattsten *et al.*, 1986). Tais enzimas, aliadas a padrões comportamentais de “evitação” frente à exposição destes compostos tóxicos, podem reduzir a ação dos inseticidas e levar a maior seletividade aos inimigos naturais (Desneux *et al.*, 2007; Cordeiro *et al.*, 2010).

Os percevejos da família Anthocoridae são importantes predadores de vários artrópodes fitófagos como ácaros, afídeos, mosca-branca e lepidópteros, o que os torna importantes agentes de controle biológico em ambientes agrícolas (Lattin, 1999; Desneux & O’Neil, 2008). Espécies do gênero *Orius* são constantemente estudadas e empregadas de maneira eficiente em programas de controle biológico aplicado em áreas hortícolas nos USA, Europa e Ásia (Van Lenteren, 2000). Outras espécies carecem de maiores informações como *Blaptostethus pallescens* (Poppius) que, comparado às espécies do gênero *Orius*, possuem maior tamanho e são capazes de predação de ovos e lagartas de instares mais avançados de vários fitófagos de importância agrícola como temos observado em laboratório. Esta espécie é de origem tropical, mas já foi relatada predando ácaros em casas de vegetação no Egito (Lattin, 1999). Especificamente, *Orius tristicolor* (White) e *B. pallescens* são dois exemplos de Anthocoridae encontrados em cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) no Brasil e são predadores de diversas pragas do tomateiro, incluindo a traça do tomateiro.

A traça do tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) é nativa da América do Sul, de origem da região abrangida pelo Equador, cordilheira do Andes, norte do Chile e litoral do Oceano Pacífico (Giordano & Silva, 1999). Esta espécie multivoltina é uma das mais devastadoras pragas de

tomate na América do Sul (Picanço *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2011) e ganhou grande destaque no cenário mundial a partir de 2006 quando se disseminou na Europa e Oriente Médio causando grandes prejuízos aos cultivos de tomate destas regiões (Desneux *et al.*, 2010). A infestação de *T. absoluta* no tomateiro ocorre pela oviposição das fêmeas preferencialmente sobre as folhas e, suas larvas após a eclosão, reduzem a produtividade por consumir o mesófilo foliar e danificar caule, flores e frutos (Picanço *et al.*, 2007). A aplicação de inseticidas ainda é o método mais eficiente de controle desta praga (Arnó & Gabarra, 2011; Silva *et al.*, 2011; Tomé *et al.*, 2012; Galdino *et al.*, 2011) e esforços têm sido constantemente empregados na busca de compostos com menor toxicidade a inimigos naturais para programas de Manejo Integrado da *T. absoluta* (Mollá *et al.*, 2011; Moreno *et al.*, 2012; Biondi *et al.*, 2012). Ciente destes fatos, os objetivos deste trabalho foram: determinar a toxicidade de oito inseticidas à *T. absoluta* e aos percevejos predadores *B. pallenscens* e *O. tristicolor* e identificar as respostas locomotoras destes predadores aos inseticidas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Insetos

As populações de laboratório foram estabelecidas a partir de indivíduos de traça do tomateiro e de inimigos naturais (*B. pallenscens* e *O. tristicolor*) coletados em plantios comerciais de tomateiro em Viçosa (20°48'45"S, 42°56'15"O, altitude 600m e clima tropical de altitude), Minas Gerais, Brasil.

Para a criação da *T. absoluta* os indivíduos foram divididos em quatro gaiolas (45 x 45 x 45 cm) de acordo com a fase do ciclo de vida (ovo, larva,

pupa e adulto). Para a alimentação das larvas e substrato para oviposição foram utilizadas folhas de tomate da cultivar Santa Clara, cultivadas em casa de vegetação, isentas de inseticidas. Para a alimentação dos adultos foi oferecido algodão embebido com solução de água e mel (9:1) (Galdino *et al.*, 2011).

Na criação dos inimigos naturais, as ninfas foram acondicionadas em placas de Petri (9 cm de diâmetro x 2 cm de altura) contendo pedaços de papel toalha (2 cm<sup>2</sup>) para servirem de abrigo, ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) para alimentação e algodão embebido em água para hidratação. Os adultos foram mantidos em potes de vidro (1L) também com pedaços de papel, ovos de *A. kuehniella*, algodão umedecido e inflorescências de *Bidens pilosa* L. (Asteraceae: Compositae) como substrato para oviposição. Todas as criações e bioensaios foram mantidos em sala climatizada à temperatura de 27 ± 2 °C, umidade relativa de 75 ± 5% e fotofase de 14 horas.

## **2.2. Inseticidas :**

Oito inseticidas em formulações comerciais foram utilizados no presente estudo: abamectina (18 g i.a./L; concentrado emulsionável; Syngenta, São Paulo, Brasil), cartap (500 g i.a./Kg; pó molhável; Ihabrás, Sorocaba, SP, Brasil), clorantraniliprole (200 g i.a./L; suspensão concentrada; DuPont Brasil, Paulínea, SP, Brasil), clorfenapir (240 g i.a./L; suspensão concentrada; BASF S.A., São Paulo, Brasil), espinosade (480 g i.a./L; suspensão concentrada; Dow AgroSciences, Franco da Rocha, SP, Brasil), fentoato (500 g i.a./L; suspensão concentrada; Ihabrás, Sorocaba, SP, Brasil), indoxacarbe (300 g i.a./L; grânulos dispersíveis em água; Du Pont, Barueri, Brasil) e metamidofós (600 g

i.a./L; suspensão concentrada; Bayer S/A, São Paulo, Brasil). Estes inseticidas foram selecionados por serem registrados pelo Ministério da Agricultura e Agropecuária para controle de *T. absoluta* na cultura do tomate no Brasil (MAPA, 2013) e por serem os mais utilizados atualmente no controle deste inseto praga.

### **2.3. Bioensaios de toxicidade**

As unidades experimentais dos bioensaios de toxicidade para *T. absoluta* foram constituídas de folíolos de tomate, cultivar Santa Clara, imersos por cinco segundos em diferentes concentrações de cada inseticida (diluído em água). Nos tratamentos realizados com os inseticidas abamectina e indoxacarbe foi utilizado o adjuvante Joint Oil e, para os demais inseticidas, 0,2 µL/ml de espalhante adesivo N-dodecilbenzeno sulfonato de sódio 320 CE, como agente molhante surfactante (Andrei, 1999). O controle foi realizado com a imersão dos folíolos apenas em água. Após a secagem, os folíolos foram acondicionados em placas de Petri (9 cm de diâmetro x 2 cm de altura) e 10 larvas de 3º instar foram colocadas em cada placa por um período de 48 horas para posterior avaliação da mortalidade (Galdino *et al.*, 2011). Os bioensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com cinco ou seis tratamentos (concentrações) e com quatro repetições para cada inseticida.

Para os predadores a mesma metodologia de exposição ao inseticida foi utilizada nos bioensaios de toxicidade, no entanto, foram aplicados dois tratamentos, o controle e a dose do inseticida correspondente à  $CL_{80}$  (concentração letal a 80% dos indivíduos de uma população) com seis repetições. Em cada placa foram colocados 10 adultos recém emergidos do

predador, ovos de *A. kuehniella* e algodão umedecido com água destilada para alimentação.

#### **2.4. Bioensaios com sinergistas:**

Foram utilizados apenas os inseticidas que apresentaram seletividade no bioensaio anterior por terem causado maior mortalidade (80%) a *T. absoluta* do que ao predador (menos de 80%). Para o predador *O. tristicolor* foram utilizados os inseticidas clorantraniliprole e indoxacarbe e, para o predador *B. pallenscens* os inseticidas abamectina, clorantraniliprole, indoxacarbe e espinosade. Os bioensaios foram realizados com os sinergistas trifenil fosfato (99%), dietil maleato (97%) e butóxido de piperonila (90%) à 0,1% diluídos em acetona. As concentrações dos inseticidas foram as CL<sub>80</sub> para a *T. absoluta*. Os inseticidas foram aplicados nas mesmas condições dos bioensaios anteriores. Após a secagem dos tratamentos com os inseticidas os folíolos foram levados à torre de Potter para a pulverização dos sinergistas. A pulverização foi realizada a uma pressão 15 lb/pol<sup>2</sup>, com concentração de 1,5 ± 0,5 mg de calda/cm<sup>2</sup>, seguindo recomendações da “Organização Internacional para o Controle Biológico e Integrado de Plantas e Animais Nocivos” (IOBC) (Hassan *et al.*, 1987; Veire *et al.*, 1996). Em seguida foram adicionados 10 percevejos adultos por repetição, ovos de *A. kuehniella* e algodão umedecido com água destilada para alimentação. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento. Os tratamentos foram: inseticida, inseticida + trifenil fosfato, inseticida + dietil maleato e inseticida + butóxido de piperonila.

## 2.5. Bioensaios comportamentais

Dois ensaios comportamentais de caminhamento foram realizados em arenas totalmente e parcialmente (metade) tratadas com resíduo seco dos inseticidas como descrito por Guedes *et al.* (2009). As arenas foram confeccionadas em placas de Petri (9 cm de diâmetro e 2 cm de altura), cujo fundo foi recoberto por discos de papel-filtro e as paredes revestidas com teflon para evitar o escape dos insetos. Os discos de papel-filtro foram tratados com 1 mL da solução correspondente à  $CL_{80}$  de cada inseticida para *T. absoluta*. O controle foi tratado apenas com 1 mL do solvente (água). Os discos foram tratados e deixados em capela de exaustão para secagem por um período de 20 a 30 minutos.

O primeiro ensaio comportamental foi constituído de duas arenas, a primeira totalmente impregnada com resíduo seco de cada inseticida e a outra apenas com água (controle). As características avaliadas foram a distância percorrida, o tempo em movimento e a velocidade média de caminhamento. No segundo ensaio uma única arena foi confeccionada com metade da área tratada e metade não tratada. O disco utilizado no controle foi inserido no fundo da placa de Petri e a metade do disco tratado com a solução do inseticida foi colada com cola branca sem cheiro (base de resina sintética e água) por cima do disco controle. A característica comportamental avaliada foi a proporção do tempo total de permanência do indivíduo em cada metade da arena.

Em ambos os bioensaios foram utilizados percevejos adultos recém-emergidos, não sexados e inicialmente alojados no centro da arena. Posteriormente as arenas foram levadas ao sistema de rastreamento constituído por uma câmera de vídeo acoplada a um computador (ViewPoint

Life Sciences Inc., Montreal – Canadá) para avaliação dos parâmetros comportamentais por um período de 10 minutos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições por tratamento, onde cada repetição foi constituída por um único percevejo. A cada repetição a placa de Petri e os papéis-filtro foram substituídos.

## **2.6. Análises estatísticas**

Os dados da mortalidade de *T. absoluta* foram submetidos à análise de Probit (Finney, 1971), por intermédio do procedimento PROC PROBIT do programa System of Statistical Analyses - SAS (SAS Institute, 2002), gerando as curvas de concentração-mortalidade para estimativa das concentrações CL<sub>50</sub> e CL<sub>80</sub>. Já os dados de mortalidade dos inimigos naturais para os inseticidas na presença e ausência dos sinergistas foram submetidos a uma análise de variância univariada e ao teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e teste t Student ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Os dados de mortalidade foram corrigidos em relação à mortalidade do controle usando-se a formula de Abbott (1925). Para o teste comportamental com a arena completamente tratada foi realizada uma análise de variância multivariada (espécie x inseticida) (PROC GLM com MANOVA Statement; SAS Institute, 2002). Eventualmente os parâmetros selecionados foram submetidos a uma análise de variância univariada e posteriormente ao teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) (Sistema de Análise Estatística e Genética – SAEG, 2000). Já os dados referentes à arena parcialmente tratada (metade tratada e metade controle) foram submetidos ao teste t Student pareado. Para todos os dados foram verificados a

homogeneidade de variância e normalidade dos erros (PROC UNIVARIATE; PROC GPLOT; SAS Institute, 2002) e transformações não foram necessárias.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Bioensaios de toxicidade dos inseticidas**

##### **3.1.1. *Tuta absoluta***

As curvas de toxicidade para os inseticidas testados demonstraram que o inseticida clorantraniliprole foi o mais tóxico à traça do tomateiro com a  $CL_{50}$  de  $0,17 \mu\text{g i.a. mL}^{-1}$ , seguido pelos inseticidas abamectina, espinosade e clorfenapir, que apresentaram a toxicidade relativa de 1,28; 9,47 e 12,97, respectivamente (Tabela 1). Já os inseticidas fentoato e metamidofós foram os menos tóxicos com toxicidade relativa de 699,66 e 2491,05 respectivamente (Tabela 1). Apesar das diferenças na inclinação das curvas entre os inseticidas testados, os resultados da  $CL_{80}$  não resultaram em grandes alterações da toxicidade entre os inseticidas testados (Tabela 1).

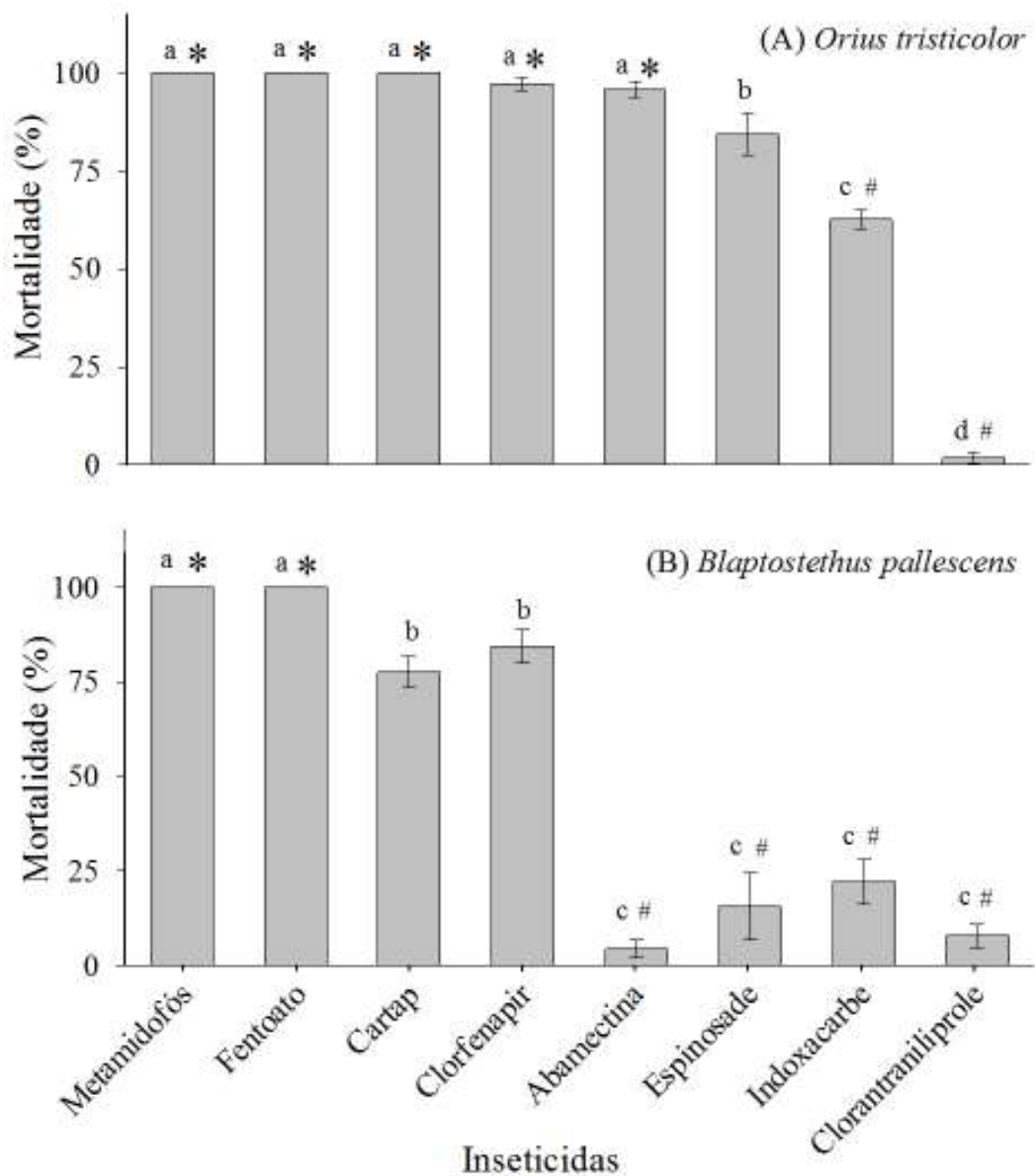
**Tabela 1.** Concentração-mortalidade e toxicidade relativa de oito inseticidas para lagartas de 3° ínstar de traça do tomateiro (*Tuta absoluta*).

Inseticidas	N <sup>1</sup>	Inclinação (±EPM <sup>2</sup> )	CL <sub>50</sub> (IF 95%) µg i.a/mL	Toxicidade Relativa (IC 95%)	CL <sub>80</sub> (IF 95%) µg i.a/mL	X <sup>2</sup>	p
Clorantraniliprole	200	1,00 (0,13)	0,17 (0,09 – 0,29)	1,00 (0,47 – 2,15)	1,18 (0,65 – 2,66)	5,70	0,13
Abamectina	460	1,25 (0,21)	0,22 (0,10 – 0,33)	1,28 (0,60 – 2,74)	1,03 (0,78 – 1,41)	7,22	0,12
Espinosade	200	2,95 (0,62)	1,61 (0,55 – 2,57)	9,47 (5,05 – 17,77)	3,11 (1,93 – 8,25)	6,25	0,07
Clorfenapir	200	1,96 (0,30)	2,20 (1,58 – 2,91)	12,97 (7,02 – 23,97)	5,92 (4,37 – 9,23)	2,67	0,45
Indoxacarbe	150	4,71 (0,90)	21,38 (16,84 – 24,52)	125,85 (71,46 – 221,64)	32,27 (28,63 – 37,48)	0,15	0,93
Cartap	200	2,01 (0,40)	53,31 (40,65 – 80,04)	313,73 (168,64 – 583,67)	139,73 (89,86 – 352,51)	3,59	0,31
Fentoato	200	2,59 (0,48)	118,88 (90,08 – 143,42)	699,66 (391,42 – 1250,65)	251,38 (205,00 – 353,10)	3,97	0,27
Metamidofós	200	4,34 (0,66)	423,55 (374,04 – 474,93)	2491,05 (1433,86 – 4327,33)	661,21 (575,96 – 821,15)	0,25	0,97

<sup>1</sup>N = Número de insetos por bioensaio; <sup>2</sup>EPM = Erro padrão da média; CL = concentração letal; IF 95% = intervalo fiducial a 95% de probabilidade; IC 95% = intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

### 3.1.2. Predadores *B. pallescens* e *O. tristicolor*

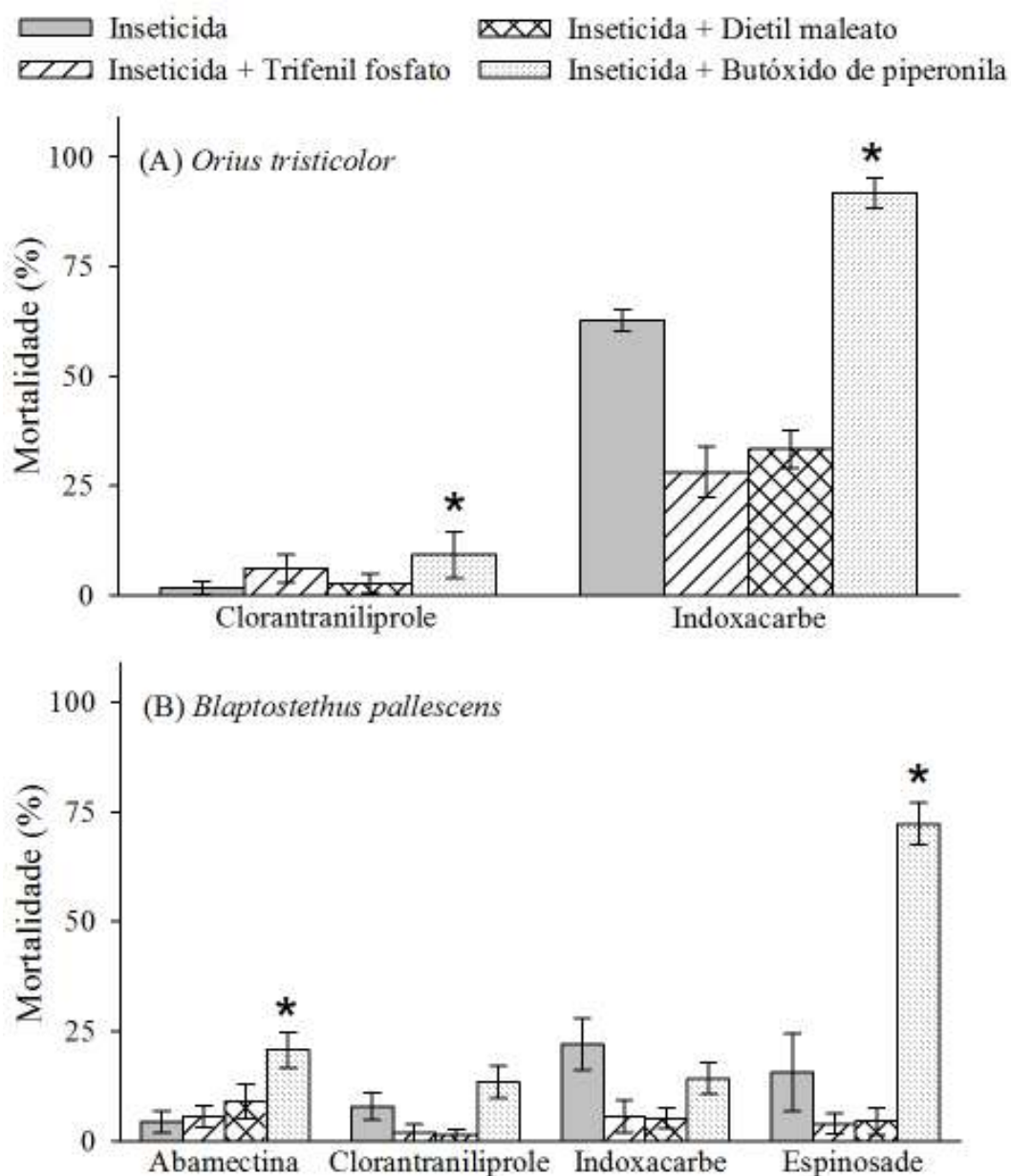
Houve diferença significativa entre a toxicidade dos inseticidas para *O. tristicolor* ( $F_{(7;40)} = 127,66$ ;  $p < 0,001$ ) e *B. pallescens* ( $F_{(7;40)} = 92,14$ ;  $p < 0,001$ ). Os inseticidas metamidofós, fentoato, cartap, clorfenapir e abamectina causaram 100% de mortalidade ao predador *O. tristicolor* (Figura 1A). O Espinosade causou mortalidade semelhante ao predador *O. tristicolor* e à *T. absoluta*. Já os inseticidas indoxacarbe e clorantraniliprole provocaram mortalidade de 60% e 1%, respectivamente, ao predador *O. tristicolor* (Figura 1A). Para o predador *B. pallescens* os inseticidas metamidofós e fentoato foram os mais tóxicos, seguidos pelos inseticidas cartap e clorfenapir que proporcionaram mortalidade semelhante à *T. absoluta* (80%) (Figura 1B). Os inseticidas indoxacarbe, espinosade, abamectina e clorantraniliprole causaram baixa mortalidade (< 23%) ao predador *B. pallescens* (Figura 1B).



**Figura 1.** Mortalidade ( $\pm$  erro padrão) dos predadores (A) *Orius tristicolor* e (B) *Blaptostethus pallescens* causada pela CL<sub>80</sub> de oito inseticidas para a *Tuta absoluta*. Os histogramas seguidos pela mesma letra possuem médias que não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ . \*Inseticida mais tóxico ao predador que a *T. absoluta*. #Inseticida com potencial seletividade em favor do predador.

### 3.2. Bioensaios com sinergistas

O sinergista butóxido de piperonila aumentou a mortalidade causada pelo clorantraniliprole ( $t_{(10)} = 2,60$ ;  $p = 0,02$ ) e indoxacarbe ( $t_{(10)} = 5,27$ ;  $p < 0,01$ ) ao predador *O. tristicolor*. Já os sinergistas trifenil fosfato e dietil maleato não provocaram aumento da mortalidade de *O. tristicolor* por clorantraniliprole e indoxacarbe ( $p > 0,05$ ) (Figura 2A). O uso do sinergista butóxido de piperonila também aumentou a mortalidade provocada por abamectina ( $t_{(10)} = 3,25$ ;  $p < 0,01$ ) e espinosade ( $t_{(10)} = 4,64$ ;  $p < 0,01$ ) ao predador *B. pallescens*. Entretanto este sinergista não aumentou as mortalidades causadas por clorantraniliprole e indoxacarbe ( $p > 0,05$ ) ao *B. pallescens*. Trifenil fosfato e dietil maleato não causaram efeito sinérgico em conjunto com os inseticidas testados em *B. pallescens* ( $p > 0,05$ ) (Figura 2B).

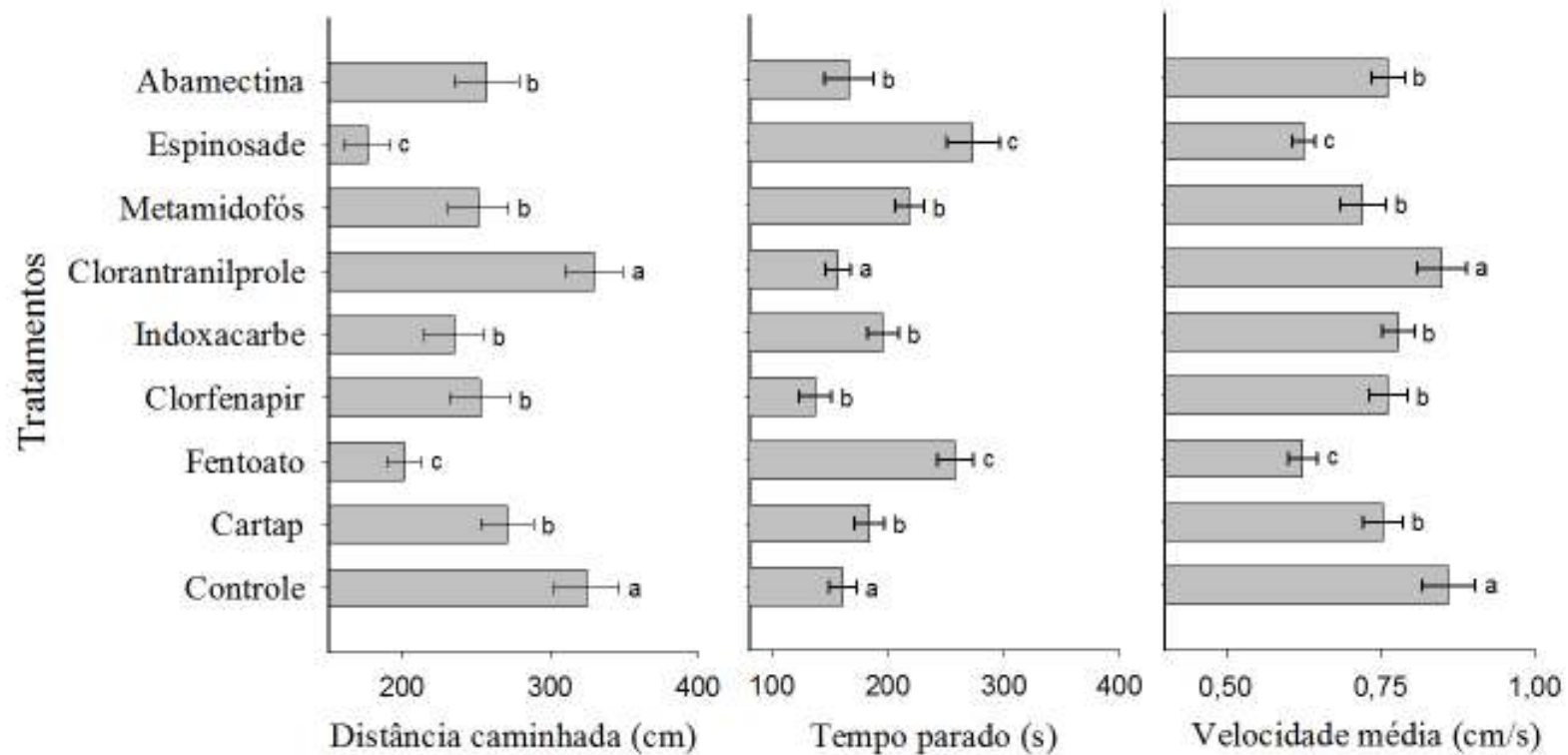


**Figura 2.** Efeito do uso de sinergistas na toxicidade dos inseticidas seletivos em favor dos predadores (A) *Orius tristicolor* e (B) *Blaptostethus pallescens*. As concentrações usadas dos inseticidas foram as CL<sub>80</sub> para *T. absoluta*. \*Mortalidade maior do que aquela causada pelo uso do inseticida sem o sinergista, pelo teste t a  $p < 0,05$ .

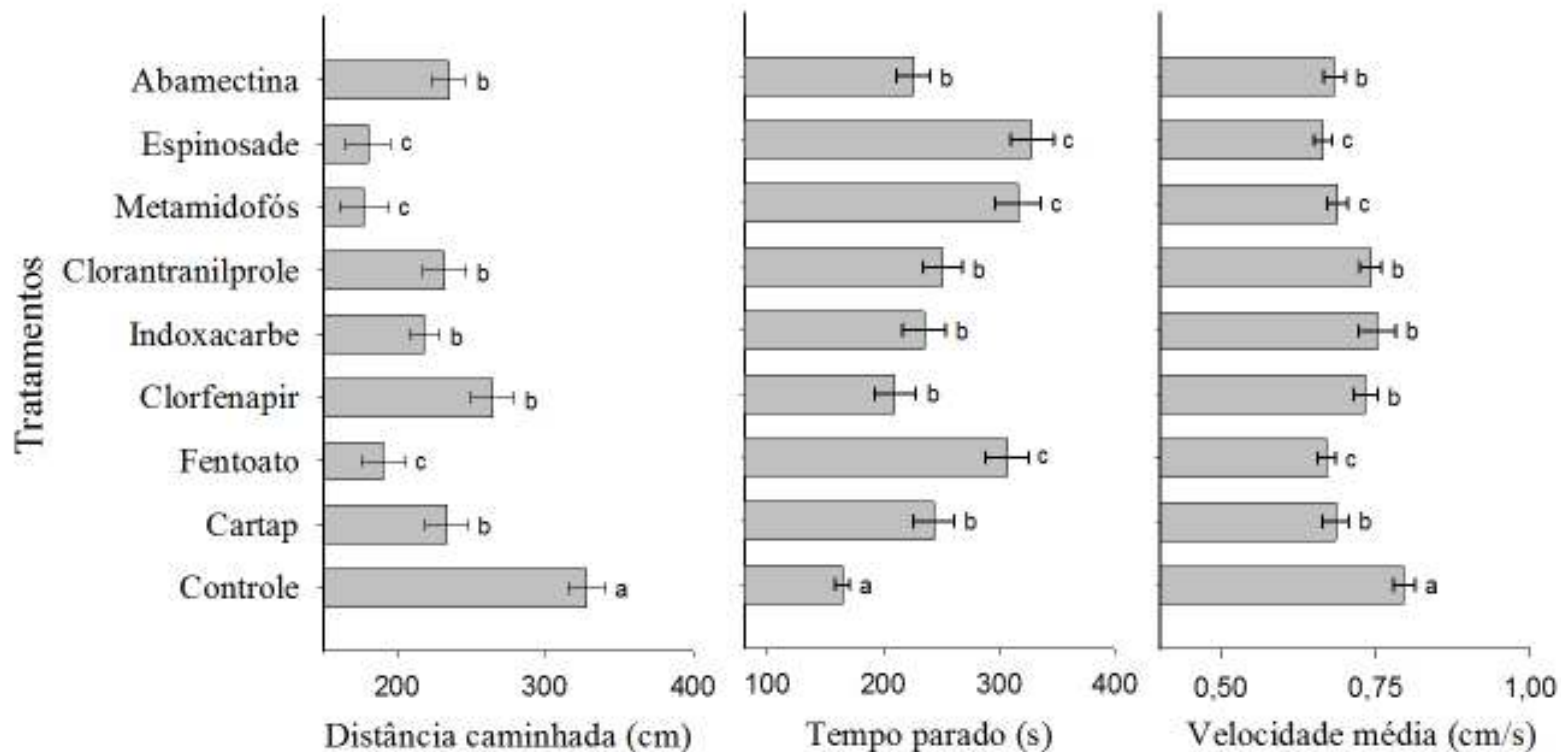
### 3.3. Testes comportamentais

#### 3.3.1. Arena completamente tratada

As características comportamentais das duas espécies de predadores diferiram significativamente para as espécies ( $df_{\text{num/den}} = 3/324$ , Wilks' lambda = 0,84;  $F = 20,90$ ;  $p < 0,001$ ), os inseticidas ( $df_{\text{num/den}} = 24/940,3$ ; Wilks' lambda = 0,54;  $F = 9,33$ ;  $p < 0,001$ ) e para a interação espécie x inseticidas ( $df_{\text{num/den}} = 24/940,3$ ; Wilks' lambda = 0,76;  $F = 3,97$ ;  $p < 0,001$ ) quando submetidas à análise de variância multivariada. As análises de variância univariada dos parâmetros comportamentais variaram para a distância caminhada ( $F_{(17;326)} = 8,51$ ;  $p < 0,0001$ ), o tempo parado ( $F_{(17;326)} = 12,50$ ;  $p < 0,0001$ ) e a velocidade média ( $F_{(17;326)} = 10,33$ ;  $p < 0,0001$ ). O teste de agrupamento apontou que o tratamento controle (apenas água) para ambas as espécies de predadores e clorantraniliprole, especificamente para *O. tristicolor*, apresentaram as maiores atividades de locomoção ( $p < 0,05$ ) (Figuras 3 e 4). Já os tratamentos com os inseticidas espinosade, metamidofós e fentoato, de maneira geral, foram aqueles onde os predadores apresentaram menor atividade de locomoção (Figuras 3 e 4).



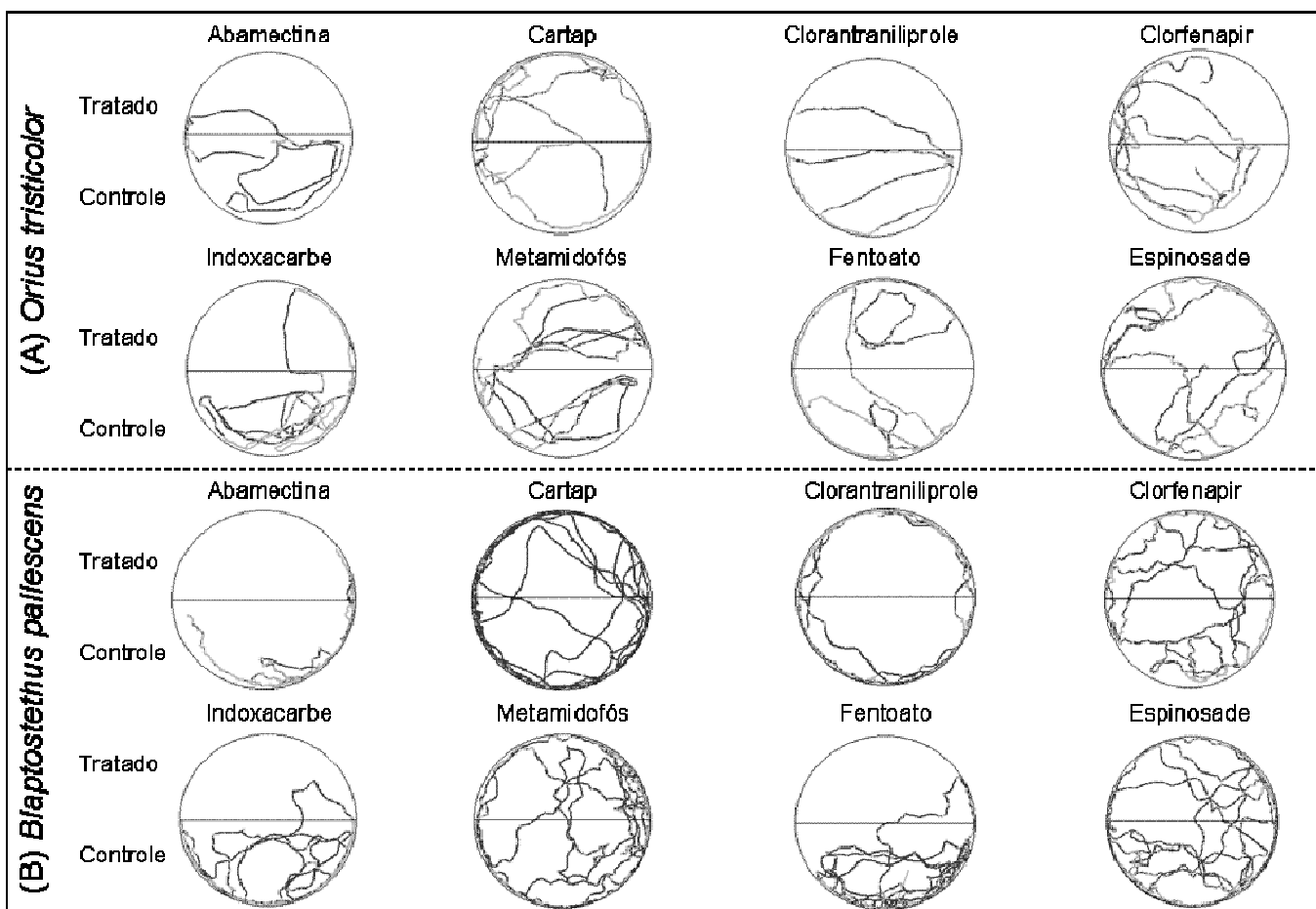
**Figura 3.** Distância caminhada ( $\pm$  erro padrão) durante 10 minutos de exposição de indivíduos adultos de *Orius tristicolor* em arenas completamente tratadas com o resíduo seco do inseticida. Barras com a mesma letra não se diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a  $p < 0,05$ .



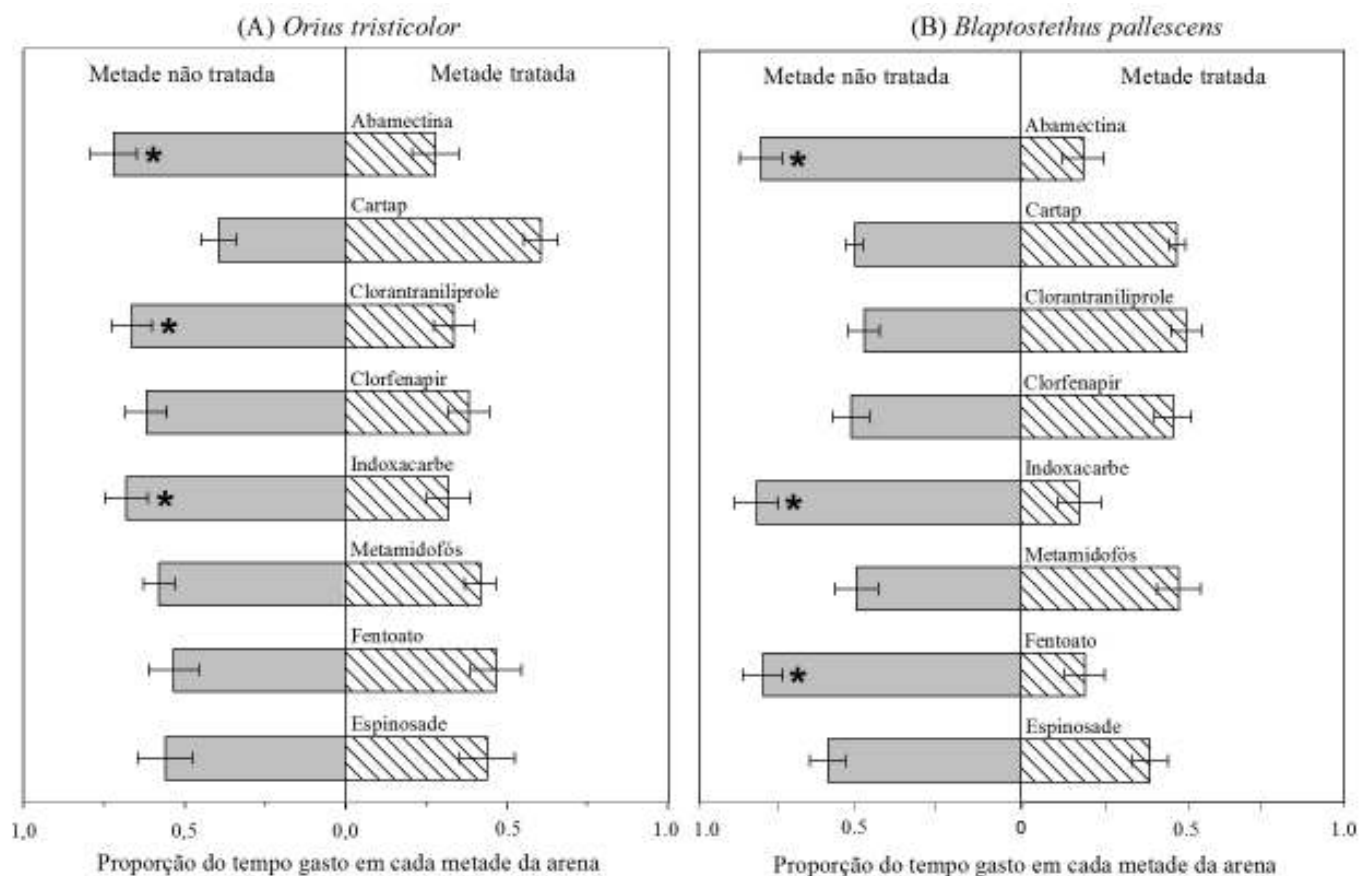
**Figura 4.** Distância caminhada ( $\pm$  erro padrão) durante 10 minutos de exposição de indivíduos adultos de *Blaptostethus palleescens* em arenas completamente tratadas com o resíduo seco do inseticida. Barras com a mesma letra não se diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

### **3.3.2. Arena parcialmente tratada**

Os padrões característicos dos comportamentos dos predadores em arenas parcialmente tratadas com os inseticidas são mostrados na Figura 5. O predador *O. tristicolor* permaneceu por menos tempo na metade da arena tratada com abamectina, clorantroprole e indoxacarbe do que nas metades das arenas não tratadas ( $t_{(19)} > 2,60$ ;  $p < 0,017$ ) (Figura 6A). Já o predador *B. pallescens* permaneceu por mais tempo na metade da arena não tratada do que na metade tratada com abamectina, indoxacarbe e fentoato ( $t_{(19)} > 4,74$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 6B).



**Figura 5.** Arena representando o caminhamento, por 10 minutos, de indivíduos de populações de (A) *Orius tristicolor* e (B) *Blaptostethus pallescens* em arenas parcialmente tratadas com o resíduo seco dos inseticidas.



**Figura 6.** Proporção do tempo gasto ( $\pm$  erro padrão) por indivíduo de (A) *Orius tristicolor* e (B) *Blaptostethus pallelescens* em cada metade da arena. \*Os tempos de permanência nas metades da arena com e sem inseticida diferem, entre si, pelo teste t pareado a  $p < 0,05$ .

#### 4. DISCUSSÃO

Neste trabalho buscou-se avaliar a eficiência de resíduos de oito inseticidas neurotóxicos no controle de *T. absoluta*, e posteriormente avaliar a toxicidade destes compostos aos predadores *O. tristicolor* e *B. pallenscens*. Os inseticidas utilizados a mais tempo no controle de *T. absoluta* como os organofosforados (metamidofós e fentoato) e o derivado da nereistoxina (cartap) foram os menos tóxicos à *T. absoluta* do que os inseticidas de uso mais recente no Brasil, como clorantraniliprole, abamectina, espinosade e clorfenapir, que apresentaram grande toxicidade a praga.

Os inseticidas apresentaram um padrão de toxicidade semelhante às duas espécies de predadores, com exceção para abamectina e espinosade que foram mais tóxicos a *O. tristicolor* e menos tóxicos a *B. pallenscens*. Os inseticidas metamidofós, fentoato, cartap e clorfenapir apresentaram grande letalidade para ambos os predadores. Isto é advindo do amplo espectro de ação dos inseticidas organossintéticos que, de maneira geral, possuem pouca seletividade em favor de organismos não-alvo (Desneux *et al.*, 2007; Bacci *et al.*, 2009; Cordeiro *et al.*, 2010; Biondi *et al.*, 2012). Isto indica que estas formulações devem ser preteridas em programas de MIP quando comparadas a inseticidas como o indoxacarbe e principalmente clorantraniliprole que em nossos estudos foram menos tóxicos aos predadores *O. tristicolor* e *B. pallenscens* em relação a praga-alvo.

A seletividade do clorantraniliprole (Dinter *et al.*, 2008; Preetha *et al.*, 2009; Campos *et al.*, 2011) e indoxacarbe (Galvan *et al.*, 2005) em favor de inimigos naturais tem sido constantemente reportada. A seletividade ao clorantraniliprole pode estar relacionada à maior taxa de metabolização do

composto pelo inimigo natural do que pela praga, ou às alterações no alvo de ação dos inseticidas em relação ao inimigo natural (Yu, 1987). O clorraniliprole tem apresentado alta seletividade para predadores e parasitóides como: ácaros predadores (Dinter *et al.*, 2008), vespas parasitóides (Preetha *et al.*, 2009) e percevejos predadores (Lahm *et al.*, 2009). Já o indoxacarbe é um pró-inseticida, bloqueador de canais de sódio, que é ativado após a ingestão pelo inseto e com consequente ação de enzimas como esterases e amidases (Wing *et al.*, 2000). Esta característica pode conferir seletividade em favor de inimigos naturais visto que é necessária a ingestão de uma dose letal do inseticida presente na folha (Tillman & Mullinix, 2004). Além disso, as moléculas absorvidas ainda podem ser metabolizadas por enzimas detoxificativas antes da ativação das propriedades inseticidas do composto. Nossos resultados reforçam a contribuição de complexos enzimáticos na seletividade de predadores ao indoxacarbe, visto que houve um aumento significativo da mortalidade do predador *O. tristicolor* quando o inseticida foi sinergizado com butóxido de piperonila, responsável pela inibição do complexo monooxigenases dependentes do citocromo P450.

Os bioinseticidas abamectina e espinosade tiveram efeito distinto para as duas espécies de predadores, ambos foram seletivos em favor de *B. pallescens* e tóxicos a *O. tristicolor*. A seletividade destes inseticidas a *B. pallescens* também parece estar ligada a atividade do complexo enzimático monooxigenases dependentes do citocromo P450, pois em ambos os casos a toxicidade destes inseticidas aumentou quando aplicado em conjunto com o sinergista butóxido de piperonila. Resultado semelhante foi encontrado para resistência a abamectina em populações de *T. absoluta* (Siqueira *et al.*, 2001) e

resistência a espinosade em *Musca domestica* (Markussen and Kristensen, 2011) e *Helicoverpa armigera* (Wang *et al.*, 2009) que apresentaram maior atividade de enzimas do complexo citocromo P450.

Os efeitos subletais advindos de compostos neurotóxicos não são surpreendentes, pois as interações nervosas responsáveis por desencadear as respostas comportamentais podem ser afetadas por quantidades subletais de inseticidas (Haynes, 1988; Desneux *et al.*, 2007; Braga *et al.*, 2011). Com exceção do inseticida clorantraniliprole para o predador *O. tristicolor*, os compostos inseticidas provocaram diminuição da atividade locomotora de ambos os predadores nos testes comportamentais com arena completamente tratada com resíduo seco. Este comportamento pode ser uma resposta adaptativa que permite uma redução da exposição direta dos predadores ao resíduo tóxico (Haynes, 1988; Campos *et al.*, 2011). Outros estudos sobre efeitos subletais de inseticidas em inimigos naturais identificaram com sucesso alterações de atividades locomotoras e não-locomotoras como forrageamento e reprodução em várias espécies o que pode resultar na diminuição da eficiência no controle biológico em áreas tratadas com inseticidas (Cordeiro *et al.*, 2010; Biondi *et al.*, 2012; He *et al.*, 2012).

O comportamento de evitar os inseticidas é uma característica desejável dos inimigos naturais em programas de MIP, pois reduzem a exposição e aumentam a sobrevivência em condições de campo (Cordeiro *et al.*, 2010; Campos *et al.*, 2011). O predador *O. tristicolor* apresentou comportamento de irritabilidade aos inseticidas abamectina, clorantraniliprole e indoxacarbe ficando mais tempo em áreas não tratadas. Isto implica em uma menor exposição dos indivíduos ao inseticida o que, aliado a menor toxicidade de

clorantraniliprole e indoxacarbe demonstrados nos bioensaios anteriores, pode resultar em uma alta sobrevivência deste predador no campo. Já *B. pallescens* apresentou padrões comportamentais de irritação ao fentoato, abamectina e indoxacarbe. Abamectina e indoxacarbe também foram menos tóxicos ao predador *B. pallescens* do que à sua presa, *T. absoluta*, fato não ocorrido com o fentoato. No entanto, a alta “evitação” pode ser um fator importante no aumento da sobrevivência de predadores em áreas tratadas com compostos de alta toxicidade a eles (Cordeiro *et al.*, 2010).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compostos da nova geração de inseticidas, principalmente o clorantraniliprole, são mais tóxicos a traça do tomateiro e menos tóxicos aos predadores do que os inseticidas organossintéticos. Este padrão também é encontrado nos bioensaios de comportamento onde os predadores apresentam mudanças comportamentais quando expostos aos resíduos de compostos organossintéticos mais antigos. Desta forma, os resultados deste trabalho reforçam a necessidade da substituição dos inseticidas organossintéticos mais antigos por compostos mais seletivos como os de origem biológica, abamectina e espinosade, ou ainda por compostos de alta especificidade como o clorantraniliprole, devido a menor toxicidade a organismos não-alvo o que consequentemente nos dá a possibilidade de maior sustentabilidade dos programas de MIP da traça do tomateiro.

## 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.
- Andrei, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Organização Andrei. 1999. 676 p.
- Arnó, J.; Gabarra, R. Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). **Journal of Pest Science**, v.84, n.4, p.513-520. 2011.
- Bacci, L.; Picanco, M.C.; Rosado, J.F.; Silva, G.A.; Crespo, A.L.B.; Pereira, E.J.G.; Martins, J.C. Conservation of natural enemies in brassica crops: comparative selectivity of insecticides in the management of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae). **Applied Entomology and Zoology**, v.44, n.1, p.103-113. 2009.
- Biondi, A.; Desneux, N.; Siscaro, G.; Zappalà, L. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. **Chemosphere**, v.87, n.7, p.803-812. 2012.
- Braga, L.S.; Corrêa, A.S.; Pereira, E.J.G.; Guedes, R.N.C. Face or flee? Fenitrothion resistance and behavioral response in populations of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. **Journal of Stored Products Research**, v.47, n.3, p.161-167. 2011.
- Brattsten, L.B.; Holyoke Jr, C.W.; Leeper, J.R.; Raffa, K.F. Insecticide resistance: challenge to pest management and basic research. **Science**, v.231, n.4743, p.1255-60. 1986.
- Campos, M.R.; Picanço, M.C.; Martins, J.C.; Tomaz, A.C.; Guedes, R.N.C. Insecticide selectivity and behavioral response of the earwig *Doru luteipes*. **Crop Protection**, v.30, n.12, p.1535-1540. 2011.
- Cordeiro, E.M.G.; Corrêa, A.S.; Venzon, M.; Guedes, R.N.C. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. **Chemosphere**, v.81, n.10, p.1352-1357. 2010.
- Desneux, N.; Decourtye, A.; Delpuech, J.M. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. **Annual Review of Entomology**, v.52, n.1, p.81-106. 2007.
- Desneux, N.; O'neil, R.J. Potential of an alternative prey to disrupt predation of the generalist predator, *Orius insidiosus*, on the pest aphid, *Aphis*

*glycines*, via short-term indirect interactions. **Bulletin of Entomological Research**, v.98, n.6, p.631-639. 2008.

Desneux, N.; Wajnberg, E.; Wyckhuys, K.A.G.; Burgio, G.; Arpaia, S.; Narváez-Vasquez, C.A.; González-Cabrera, J.; Ruescas, D.C.; Tabone, E.; Frandon, J.; Pizzol, J.; Poncet, C.; Cabello, T.; Urbaneja, A. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science**, v.83, p.197-215. 2010.

Dinter, A.; Brugger, K.; Bassi, A.; Frost, N.M.; Woodward, M.D. Cloranthraniliprole (DPX-E2Y45, DuPont™ Rynaxypyr®, Coragen® and Altacor® insecticide)- a novel anthranilic diamide insecticide - demonstrating low toxicity and low risk for beneficial insects and predatory mites. **Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/WPRS Bulletin**, v.35, p.128-135. 2008.

Finney, D.J. Probit Analysis. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.60, n.9, p.1432. 1971.

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

Galvan, T.L.; Koch, R.L.; Hutchison, W.D. Toxicity of commonly used insecticides in sweet corn and soybean to multicolored asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Economic Entomology**, v.98, n.3, p.780-789. 2005.

Giordano, L.B.; Silva, C. Hibridação em tomate. In: Borém, A. (Ed.). **Hibridação Artificial de Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. p.463-480.

Gradish, A.E.; Scott-Dupree, C.D.; Shipp, L.; Harris, C.R.; Ferguson, G. Effect of reduced risk pesticides on greenhouse vegetable arthropod biological control agents. **Pest Management Science**, v.67, n.1, p.82-86. 2011.

Guedes, N.M.P.; Guedes, R.N.C.; Ferreira, G.H.; Silva, L.B. Flight take-off and walking behavior of insecticide-susceptible and – resistant strains of *Sitophilus zeamais* exposed to deltamethrin. **Bulletin of Entomological Research**, v.99, n.4, p.393-400. 2009.

Hassan, S.A.; Albert, R.; Bigler, F.; Blaisinger, P.; Bogenschutz, H.; Boller, E.; Brun, J.; Chiverton, P.; Edwards, P.; Englert, W.D.; Huang, P.; Inglesfield, C.; Naton, E.; Ooman, P.A.; Overmeer, W.P.J.; Rieckmann, W.; Samoe-Petersen, L.; Staubli, A.; Tuset, J.J.; Viggiani, G.; Vanwetswinkel, G. Results of the third joint pesticide testing program by the IOBC/WPRS-working group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Journal of Applied Entomology**, v.103, p. 92-107. 1987.

- Haynes, K.F. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior **Annual Review of Entomology**, v.33, p.149-168. 1988.
- He, Y.; Zhao, J.; Zheng, Y.; Desneux, N.; Wu, K. Lethal effect of imidacloprid on the coccinellid predator *Serangium japonicum* and sublethal effects on predator voracity and on functional response to the whitefly *Bemisia tabaci*. **Ecotoxicology**, v.21, n.5, p.1291-1300. 2012.
- Lahm, G.P.; Cordova, D.; Barry, J.D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.17, n.12, p.4127-4133. 2009.
- Lattin, J.D. Bioeconomics of the Anthocoridae. **Annual Review of Entomology**, v.44, n.1, p.207-231. 1999.
- Mansfield, S.; Dillon, M.L.; Whitehouse, M.E.A. Are arthropod communities in cotton really disrupted? An assessment of insecticide regimes and evaluation of the beneficial disruption index. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.113, n.1-4, p.326-335. 2006.
- MAPA. AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2008. Apresenta informações sobre produtos fitossanitários usados na agricultura. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/agrofit>. Acesso em janeiro de 2013.
- Markussen, M.D.K.; Kristensen, M. Spinosad resistance in female *Musca domestica* L. from a field-derived population. **Pest Management Science**, v.68, n.1, p.75-82. 2012.
- Matthews, G.A. Attitudes and behaviours regarding use of crop protection products - A survey of more than 8500 smallholders in 26 countries. **Crop Protection**, v.27, n.3-5, p.834-846. 2008.
- Mollá, O.; González-Cabrera, J.; Urbaneja, A. The combined use of *Bacillus thuringiensis* and *Nesidiocoris tenuis* against the tomato borer *Tuta absoluta*. **BioControl**, v.56, n.6, p.883-891. 2011.
- Moreno, S.C.; Carvalho, G.A.; Picanço, M.C.; Morais, E.G.F.; Pereira, R.M. Bioactivity of compounds from *Acmella oleracea* against *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and selectivity to two non-target species. **Pest Management Science**, v.68, n.3, p.386-393. 2012.
- Picanço, M.C.; Bacci, L.; Crespo, A.L.B.; Miranda, M.M.M.; Martins, J.C. Effect of integrated pest management practices on tomato *Lycopersicon esculentum* production and preservation of natural enemies of pests. **Agricultural Forest Entomology**, v.9, p.201-212. 2007.
- Preetha, G.; Stanley, J.; Suresh, S.; Kuttalam, S.; Samiyappan, R. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: Assessing their safety in the rice ecosystem. **Phytoparasitica**, v.37, n.3, p.209-215. 2009.

- Ripper, W.E.; Greenslade, R.M.; Hartley, G.S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, v.44, n.4, p.448-459. 1951.
- SAEG. Sistema para análises estatísticas e genéticas, versão 8.0, Viçosa MG, Fundação Arthur Bernardes, 2000.
- SAS Institute, 2002. SAS User's Manual, Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Silva, G.A.; Picanço, M.C.; Bacci, L.; Crespo, A.L.B.; Rosado, J.F.; Guedes, R.N.C. Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. **Pest Management Science**, v.67, n.8, p.913-920. 2011.
- Siqueira, H.A.A.; Guedes, R.N.C.; Fragoso, D.B.; Magalhaes, L.C. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management**, v.47, n.4, p.247-251. 2001.
- Stark, J.D.; Vargas, R.; Banks, J.E. Incorporating Ecologically Relevant Measures of Pesticide Effect for Estimating the Compatibility of Pesticides and Biocontrol Agents. **Journal of Economic Entomology**, v.100, n.4, p.1027-1032. 2007.
- Tillman, P.G.; Mullinix, B.G. Grain Sorghum as a Trap Crop for Corn Earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Cotton. **Environmental Entomology**, v.33, n.5, p.1371-1380. 2004.
- Tomé, H.V.V.; Cordeiro, E.M.G.; Rosado, J.F.; Guedes, R.N.C. Egg exposure to pyriproxyfen in the tomato leaf miner *Tuta absoluta*: ovicidal activity or behavioural-modulated hatching mortality? **Annals of Applied Biology**, v.160, n.1, p.35-42. 2012.
- Van Lenteren, J.C. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? **Crop Protection**, v.19, n.6, p.375-384. 2000.
- Veire, M.; Smagghe, G.; Degheele, D. Laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Het: Anthocoridae). **Entomophaga**, v.41, n.2, p.235-243. 1996.
- Wang, D.; Qiu, X.; Ren, X.; Niu, F.; Wang, K. Resistance selection and biochemical characterization of spinosad resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.95, n.2, p.90-94. 2009.
- Wing, K.D.; Sacher, M.; Kagaya, Y.; Tsurubuchi, Y.; Mulderig, L.; Connair, M.; Schnee, M. Bioactivation and mode of action of the oxidiazine indoxacarb in insects. **Crop Protection**, v.19, n.8/10, p.537-545. 2000.

Yu, S.J. Biochemical defense capacity in the spined soldier bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.28, n.2, p.216-223. 1987.