

**SHEILA ABREU MOURÃO**

**TOXICIDADE DOS INSETICIDAS METAMIDOFÓS, IMIDACLOPRIDE +  
BETA-CIFLUTRINA E EXTRATO DE NEEM (*Azadirachta indica*) AO  
PREDADOR *Podisus nigrispinus* (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)  
EM PLANTAS DE SOJA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008**

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

T

M929t  
2008

Mourão, Sheila Abreu, 1968-

Toxicidade dos inseticidas metamidofós, imidaclopride beta-ciflutrina e extrato de neem (*Azadirachta indica*) ao predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja / Sheila Abreu Mourão. – Viçosa, MG, 2008.

x, 71f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Percevejo (Inseto) - Desenvolvimento. 2. Percevejo (Inseto) - Reprodução. . 3. Pragas agrícolas - Controle biológico. 4. Ecologia agrícola. 5. Fitoquímicos. 6. *Podisus nigrispinus*. 7. Relação inseto-planta. 8. *Azadirachta indica*. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 632.65754

SHEILA ABREU MOURÃO

TOXICIDADE DOS INSETICIDAS METAMIDOFÓS, IMIDACLOPRIDE + BETA-  
CIFLUTRINA E EXTRATO DE NEEM (*Azadirachta indica*) AO PREDADOR  
*Podisus nigrispinus* (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)  
EM PLANTAS DE SOJA

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Fitotecnia, para  
obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 14 de março de 2008.

---

Prof. Germano Leão Demolin Leite  
(Co-orientador)

---

Pesq. Teresinha Vinha Zanuncio  
(Co-orientadora)

---

Prof. José Eduardo Serrão

---

Prof. Gilberto Bernardo de Freitas

---

Prof. José Cola Zanuncio  
Orientador

A Deus senhor da minha vida, pois tudo que tenho e sou é fruto de sua gratuidade e de seu infinito amor.

Aos meus pais (*in memoriam*) que tudo fizeram para a minha formação pessoal e profissional.

À minha amada filha Maria Fernanda, maior tesouro que a vida me proporcionou.

Aos meus irmãos Alexandre, Artur e ao meu sobrinho Luís Guilherme, pelo incentivo, amizade e companheirismo.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua bondade suprema e seu infinito amor que me iluminou e protegeu essa caminhada.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realização do curso.

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

Ao professor José Cola Zanuncio, pela orientação, apoio, incentivo e pelas valiosas correções durante a realização do trabalho.

Aos co-orientadores, Germano Leão Demolin Leite, Teresinha Vinha Zanuncio e José Milton Milagres Pereira pelos aconselhamentos e forma gentil com que me trataram durante as fases de planejamento e execução desse trabalho.

Aos colegas Onice, Carolina, Evaldo, Fabrício, Fernando, Gibran, José Salazar Jr., Mábio, Marcus, Robson, Rodolfo, Rose, Rosenilson, Sandra, Tobias e Walter pela ajuda durante todo o experimento, pela amizade e pelo agradável convívio.

Aos amigos, que estiveram por perto no dia a dia, e tornaram meus momentos em Viçosa mais agradáveis e felizes. Em especial, agradeço a minha amada filha Maria Fernanda pelas alegrias e companherismo durante essa jornada.

Aos funcionários do Laboratório de Controle Biológico de Insetos e do Insetário da UFV, em especial ao Sr. Moacir, pela amizade.

Aos bolsistas, estagiários e funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela amizade e contribuição à realização desse trabalho.

Aos meus queridos pais, Artur e Angélica (*in memorian*), pelo exemplo de vida e perseverança e ao meu irmãos Artur, Alexandre e cunhada Elenice pela torcida.

Ao meu querido sobrinho Luís Guilherme, pelos momentos felizes que me proporcionou durante todos esses anos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Sheila Abreu Mourão, filha de Artur Luiz Mourão e Angélica Maria Abreu Mourão, nasceu aos 03 de abril de 1968, na cidade de Montes Claros, estado de Minas Gerais.

Em 1994, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, estado de Minas Gerais.

Especializou-se, em 1997, em Nutrição Mineral de Plantas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, “Campus de Piracicaba”, Piracicaba, São Paulo.

Trabalhou de 1994 a 2000 como responsável técnica e consultora em produção de mudas e sementes de café, junto ao Instituto Mineiro Agropecuário em Manhuaçu, Minas Gerais.

Iniciou, em março de 2000, o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa, vindo a concluí-lo em maio de 2002.

Atuou, de 2002 a 2003, como bolsista de apoio técnico da FAPEMIG na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (FAPEMIG-CTZM) em projetos de pesquisa de agricultura orgânica.

Em março de 2004, iniciou o Doutorado em Fitotecnia no Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 14 de março de 2008.

## SUMÁRIO

	página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1- INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2-OBJETIVOS.....	5
3- REFERÊNCIAS.....	7
1º ARTIGO:	
<b>Seletividade dos Inseticidas Metamidofós, Imidaclopride + Beta-Ciflutrina e Extrato de Neem (<i>Azadirachta indica</i>) ao Predador <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) em Plantas de Soja.....</b>	11
RESUMO.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
2º ARTIGO:	
<b>Tabela de Fertilidade de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) Exposto aos Inseticidas Extrato de Neem (<i>Azadirachta indica</i>), Metamidofós ou Imidaclopride + Beta-Ciflutrina em Plantas de Soja.....</b>	33
RESUMO.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAL E MÉTODOS .....	37
RESULTADOS .....	40
DISCUSSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
3º ARTIGO:	
<b>Toxicidade Tópica do Extrato de Neem (<i>Azadirachta indica</i>) às Ninfas de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae).....</b>	51
RESUMO.....	52

INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS.....	56
DISCUSSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	60
4- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69

## RESUMO

MOURÃO, Sheila Abreu, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, março de 2008.  
**Toxicidade dos inseticidas metamidofós, imidaclopride + beta-ciflutrina e extrato de neem (*Azadirachta indica*) ao predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja.** Orientador: José Cola Zanuncio. Co-orientadores: Germano Leão Demolin Leite, José Milton Milagres Pereira, Carlos Sigureyuki Sedyama e Teresinha Vinha Zanuncio.

A exposição a inseticidas sintéticos ou fitoquímicos em cultivos de soja pode afetar predadores como o percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), por contato e fitofagia nas superfícies de plantas tratadas ou por ação tóxica. O objetivo foi verificar a seletividade de inseticidas usados na cultura de soja ao predador *P. nigrispinus*, avaliando-se a mortalidade e o desenvolvimento ninfal, a reprodução e as variáveis da tabela de vida de fertilidade desse predador após exposição de ninfas de segundo estágio em plantas de soja pulverizadas com metamidofós, imidaclopride + beta-ciflutrina ou extrato de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) nas doses recomendadas para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), assim como, a toxicidade aguda e crônica da aplicação tóxica de solução do extrato de neem em ninfas de terceiro estágio de *P. nigrispinus*. A mortalidade no segundo estágio de *P. nigrispinus*, por contato e fitofagia, após exposição foliar aos inseticidas em plantas de soja, foi maior com imidaclopride + beta-ciflutrina e metamidofós que na testemunha, atingindo 70,0% de mortalidade com essa mistura. Metamidofós, nas concentrações de 0,125 e 0,25% p.c. teve níveis de mortalidade de ninfas de segundo estágio de 43,2% e 61,2% respectivamente, enquanto o extrato de neem, nas concentrações de 0,5 e 1,0% p.c., apresentou mortalidade de 21,2%. As taxas líquida de reprodução ( $R_0$ ), infinitesimal ( $r_m$ ) e finita ( $\lambda$ ) de aumento populacional de *P. nigrispinus* foram semelhantes no controle, extrato de neem 0,5% p.c. e metamidofós 0,125% p.c. e menores com extrato de neem 1,0% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. e do metamidofós 0,25% p.c. *P. nigrispinus* apresentou maior período para dobrar sua população em número de indivíduos ( $D$ ) com os inseticidas metamidofós 0,250% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. e extrato de neem 1,0% p.c. A duração de uma geração ( $T$ ) de *P. nigrispinus* foi maior em plantas de soja pulverizadas com o extrato de neem 0,5% p.c. e menor com metamidofós 0,125% p.c. A mortalidade no terceiro estágio, após exposição tóxica de *P. nigrispinus* ao extrato de neem, foi de 0,00; 15,38; 15,38; 19,23; 19,23; 28,46 e 34,61% nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0;

20,0; 25,0; 33,0 e 50,0% p.c. respectivamente, demonstrando baixa toxidez aguda desse extrato. No entanto, a mortalidade desse predador aumentou no quarto e quinto estádios, por ação crônica do extrato de neem. Adultos de *P. nigrispinus*, topicamente expostos ao extrato de neem no terceiro estágio, apresentaram anomalias nas asas e pernas que podem prejudicar a locomoção e reprodução desse predador, principalmente nas concentrações de 33,0 e 50,0% p.c. Os inseticidas imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., metamidofós 0,25% p.c. e extrato de neem 1,0% p.c. demonstraram impacto por contato e fitofagia para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, pela redução da fertilidade e sobrevivência dos adultos e podem reduzir sua população em programas de controle biológico na cultura da soja, enquanto o extrato de neem 0,5% p.c. e metamidofós 0,125% p.c. foram seletivos a esse predador. Entretanto, por ação tópica o extrato de neem até a concentração de 25,0% p.c. foi seletivo às ninfas de *P. nigrispinus*, demonstrando menor toxicidade desse extrato por ação tópica que por ingestão e contato.

## ABSTRACT

MOURÃO, Sheila Abreu, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2008.  
**Toxicity of methamidophos, imidacloprid + beta-cifluthrin and neem extract (*Azadirachta indica*) insecticides to the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) in soybean plants.** Adviser: José Cola Zanuncio.  
Co-advisers: Germano Leão Demolin Leite, José Milton Milagres Pereira, Carlos Sigueyuki Sedyama and Teresinha Vinha Zanuncio.

Exposition to the synthetic or fito-chemical insecticides in soybean crops may affect predators as the stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), through contact and feeding on treated plant surfaces or by topic action. The aim was to verify predator selectivity of insecticides on soybean plants on *P. nigrispinus* and evaluate its mortality and nymphal development, reproduction and fertility life table variables, after exposition of second instar nymphs to methamidophos, imidacloprid + beta-cifluthrin or neem extract (*Azadirachta indica* A. Juss) sprayed on soybean plants, at the doses recommended for *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) control, as well as acute and chronic topic application toxicity of neem extract solution on *P. nigrispinus* third instar nymphs. *P. nigrispinus* second instar mortality through contact and feeding after exposition to insecticides on soybean plants was higher with imidacloprid + beta-cifluthrin and methamidophos than with the control, reaching 70% with this mixture. Methamidophos, at the concentrations of 0.125 and 0.250% c.p. had second instar nymph mortality levels of 43.25% and 61.25% respectively, while neem extract at the concentrations of 0.5 and 1.0% c.p., presented 21.25% toxicity. Net liquid reproduction ( $R_0$ ), infinite ( $r_m$ ) and finite ( $\lambda$ ) rates of *P. nigrispinus* population increase were similar to the control, 0.5% neem extract and 0.125% methamidophos, and lower for 1.0% neem extract, 0.357% imidacloprid + beta-cifluthrin and 0.250% methamidophos. *P. nigrispinus* presented greater population doubling period ( $D$ ) with 0.250% methamidophos, 0.357% imidacloprid + beta-cifluthrin and 1.0% neem extract insecticides. *P. nigrispinus* highest generation time ( $T$ ) with 0.5% neem extract sprayed soybean plants and lowest with 0,125% methamidophos. *P. nigrispinus* third instar nymph mortality rates after topic exposition to neem extract were 0.00, 15.38, 15.38, 19.23, 19.23, 28.46 and 34.61% at the concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, 20.0, 25.0, 33.0 and 50.0% c.p. respectively, showing low acute toxicity. However, mortality of this predator increased in the fourth and fifth instars by chronic action of neem extract. *P. nigrispinus* adults topically exposed to

neem extract at third instar presented wing and leg anomalies that may harm locomotion and reproduction of this predator, mainly with 33.0 and 50.0% c.p. concentrations. The insecticides 0.357% imidacloprid + beta-cifluthrin, 0.250% methamidophos and 1.0% neem extract showed contact and feed impact on *P. nigrispinus* second instar nymphs, by fertility and survival reduction on *P. nigrispinus* adults and therefore, may not be compatible with biological control programs with this predator on soybean plants. However, the neem extract up to 25% concentration was selective to the nymphs of *P. nigrispinus* with topic action, but with higher toxicity by topic action than ingestion and contact.

## INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja (*Glycine max*) é destaque na exportação no Brasil, visto que sua produção destina-se ao mercado externo (Embrapa Soja 2006). O Brasil é o segundo maior produtor e o principal exportador de soja, participando com 24% da produção mundial e 31% do total exportado (Dias 2006).

A cultura da soja está sujeita ao ataque de insetos, praticamente, durante todo o seu ciclo, que podem trazer prejuízos e aumentar seu custo de produção. Logo após a emergência das sementes, insetos como a lagarta rosca *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), percevejos castanhos *Scaptocoris castanea* (Perty) e *Atarsocoris brachiariae* (Becker) (Heteroptera: Cydnidae) e a broca-do-colo *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) podem atacar as plântulas de soja. As lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) e *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) e a broca-das-axilas *Epinotia aporema* (Walsingham) (Lepidoptera: Olethreutidae) podem danificar as plantas durante a fase vegetativa e, em alguns casos, durante a floração (Gallo *et al.* 2002, Embrapa Soja 2006). Com o início da fase reprodutiva, surgem os percevejos *Nezara viridula* (Linnaeus), *Piezodorus guildinii* (Westwood) e *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae), que podem causar danos no período de formação das vagens até o final do desenvolvimento das sementes (Gallo *et al.* 2002, Embrapa Soja 2006).

Os agentes de controle biológico natural presente em agroecossistemas, como parasitóides, predadores e entomopatógenos apresentam potencial de controle das populações dos insetos-praga. Essas pragas, também, podem ser controladas por outros métodos de controle biológico como o inoculativo, o inoculativo sazonal e o inundativo

(Bianchi *et al.* 2006, Tschardtke *et al.* 2007), os quais têm sido enfatizados em programas de manejo de insetos-praga pelos efeitos adversos do controle químico (Sosa-Gomez *et al.* 2001). Entretanto, quando o controle biológico, natural e aplicado, é ineficiente os insetos-praga atingem populações elevadas e necessitam ser controlados para evitar perdas no rendimento da cultura. Nestes casos, inseticidas são usados para reduzir populações de pragas e garantir bons níveis de produtividade.

Os inseticidas apresentam vantagens como rapidez de ação, facilidade de uso, economia e eficiência. Em contrapartida, suas desvantagens incluem largo espectro de ação, atingindo espécies não-alvos, como inimigos naturais e contaminação ambiental (Ostman *et al.* 2003). Tecnicamente, inseticidas de mesma classe ou modo de ação, não devem ser utilizados em gerações sucessivas da mesma praga (Embrapa Soja 2006). Recomenda-se a rotação com inseticidas de grupos químicos e modo de ação diferentes, visando prolongar a vida útil dos inseticidas e retardar a seleção de pragas resistentes (Embrapa Soja 2006).

Percevejos pentatomídeos da subfamília Asopinae são agentes importantes de controle biológico natural e aplicado em agroecossistemas (Cividanes & Barbosa 2001, Medeiros *et al.* 2000). Esses predadores podem se alimentar de grande número de insetos-praga, principalmente das ordens Lepidoptera e Coleoptera (Zanuncio *et al.* 1994) e, também, de plantas, o que pode melhorar seu desenvolvimento e reprodução (Matos Neto *et al.* 2002, Sarfraz *et al.* 2008). No entanto, plantas têm efeitos positivos ou negativos nos predadores e parasitóides, incluindo a ingestão de compostos tóxicos das mesmas (Matos Neto *et al.* 2002, Karimzadeh *et al.* 2004, Sarfraz *et al.* 2008).

A tática mais utilizada para o controle de insetos-praga é a aplicação de inseticidas, que pode causar efeitos deletérios a inimigos naturais (Kumar *et al.* 2005),

como percevejos predadores e organismos não alvos (Toews & Subramanyam 2003). Por isso, produtos eficientes contra pragas e seletivos a inimigos naturais são importantes para se preservar agentes do controle biológico (Gonring *et al.* 1999).

A compatibilidade dos controles químico e biológico é fundamental em programas de manejo integrado de pragas, sendo que existem dois tipos de seletividade de inseticidas: a ecológica (aplicação do inseticida de forma a minimizar a exposição do inimigo natural a este) e a fisiológica (aplicação de inseticidas mais tóxicos à praga que aos inimigos naturais) (Gonring *et al.* 1999). O uso de inseticidas tem sido uma das principais causas da ressurgência de pragas (Sosa-Gomez *et al.* 2001), como o aumento das populações de *A. gemmatalis* em soja e redução de espécies benéficas como percevejos predadores (Matos Neto *et al.* 2002).

O uso das concentrações recomendadas de inseticidas para o controle de pragas possibilita a avaliação do impacto desses produtos no momento de sua aplicação (Gonring *et al.* 2003). Dessa forma, parâmetros como a mortalidade, o desenvolvimento e o crescimento, em presença de pesticidas sintéticos ou de origem natural, podem facilitar a compreensão das interações entre predadores e seu recurso alimentar e a utilização de pesticidas compatíveis com o controle biológico (Evangalista Jr. *et al.* 2004).

A toxicidade de inseticidas sintéticos, comercializadas para a cultura de soja como o organofosforado metamidofós e as misturas de grupos químicos neonicotinóide e piretroídes, à percevejos predadores deve ser estudada. O organofosforado sintético metamidofós é um inseticida e acaricida inibidor da enzima acetilcolinesterase, registrado para a lagarta-da-soja (*A. gemmatallis*) e percevejos sugadores de seiva (*N. viridula*, *P. guildini* e *E. heros*), sendo muito utilizado no Brasil na cultura da soja, pelo seu menor custo (Embrapa Soja 2006). O metamidofós age por contato e ingestão, com

efeito residual na cultura de alface de 10 à 12 dias (Franco *et al.* 2001). O neonicotinóide imidaclopride actua como agonista dos receptores nicotínicos dos insectos e apresentou alta toxicidade a ninfas do predador *P. nigrispinus* em concentrações utilizadas no manejo de pragas na cultura de algodão (Torres & Ruberson 2004). O piretróide beta-ciflutrina possui efeito de choque, contudo, permite em certos casos a recuperação dos insetos (Rigitano & Carvalho 2001). Larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens) e de outros crisopídeos foram tolerantes a alguns piretróides e essa resistência deve-se à alta atividade de esterases e oxidases e à baixa penetração cuticular dos mesmos (Ishaaya & Casida 1981).

O uso de inseticidas sintéticos, como única tática de controle de insetos-praga, não satisfaz aos critérios de manejo integrado, principalmente em cultivos orgânicos, despertando grande interesse por inseticidas naturais (Mourão *et al.* 2004). Extratos de sementes e folhas de neem (*Azadirachta indica*) são estudados e utilizados em cultivos nos EUA, Austrália e países da África (Akhtar 2000) e tem mostrado atividade para controle de insetos e ácaros (Mitcheli *et al.* 2004, Mourão *et al.* 2004, Kumar *et al.* 2005). A ação do extrato de sementes de neem pode ser atribuída ao seu alto teor de azadiractina, pois 90% desse composto, considerado o mais potente dos limonóides ou tetranortriterpenóides com atividade tóxica a artrópodes, está presente nas sementes das árvores de neem (Mordue & Nisbet 2000).

Os mecanismos de ação de óleos emulsionáveis de semente de nim a insetos são, ainda, pouco conhecidos, mas a azadiractina atua na inibição da alimentação, atrasa o desenvolvimento e crescimento de larvas, reduz a fecundidade e fertilidade, altera o comportamento, causa anomalias nas células e na fisiologia e mortalidade de ovos, larvas e adultos de insetos, ácaros, fungos e nematóides (Mordue & Nisbet 2000). Outros limonóides (grupo de tetranortriterpenóides), além da azadiractina, incluindo a

salanina, 14-epoxiazadiradiona, melantriol, nimbidina, nimbina, melianona, gedunina, nimbolina, ninbinem, deacetilsalanina, azadiractol, azadirona, vilosinina e meliacarpina foram isolados do nim (Silva *et al.* 2007). Essas substâncias apresentam efeitos variados como inibição da alimentação, repelência, diminuição da oviposição, interrupção da ecdise, redução da fertilidade e fecundidade e aumento da mortalidade de artropódes (Mordue & Nisbet 2000; Tedeshi *et al.* 2001; Kumar *et al.* 2005).

A ação de *P. nigrispinus* no controle biológico natural pode ser afetada por inseticidas utilizados na cultura da soja. Isto torna necessário se investigar a toxicidade dos inseticidas metamidofós, imidaclopride + beta-ciflutrina e do extrato de neem (*Azadirachta indica*) a esse predador.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivo Geral:**

Avaliar o impacto de inseticidas sintéticos e naturais usados no controle de *A. gemmatilis* no percevejo predador *P. nigrispinus* em plantas de soja.

### **2.2- Objetivos Específicos:**

2.2.1- Avaliar a toxicidade direta, por contato e fitofagia, dos inseticidas metamidofós, imidaclopride + beta-ciflutrina ou extrato de neem, pulverizados sobre plantas de soja, no desenvolvimento ninfal, massa corporal, sobrevivência e características reprodutivas do percevejo predador *P. nigrispinus*.

2.2.2- Quantificar as variáveis da tabela de fertilidade de adultos de *P. nigrispinus*, expostos a partir do segundo estágio em plantas de soja pulverizadas com os inseticidas metamidofós, imidaclopride + beta-ciflutrina ou extrato neem.

2.2.3- Verificar a toxicidade tópica do extrato de neem aplicado, diretamente, sobre ninfas de terceiro estágio de *P. nigrispinus*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhtar, M. 2000.** Nematicidal potential of the neem tree *Azadirachta indica* (A. Juss). Integrated Pest Management Reviews 5: 57-66.
- Bianchi F.J.J.A., C.J.H. Booij & T. Tschardtke. 2006.** Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proceeding of the Royal Society of London 273: 1715-1727.
- Cividanes, F.J. & J.C. Barbosa. 2001.** Efeitos do plantio direto e da consorciação soja-milho sobre inimigos naturais e pragas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36: 235-241.
- Dias, D.S. 2006.** Mercado & perspectivas (soja). Cenário melhora ao longo da safra 2005/06, mas preço em alta só no final da temporada. Agrianual 2006. 433-436p.
- Embrapa Soja. 2006.** Tecnologias de produção de soja - Região central do Brasil 2005. Londrina: Embrapa Soja, 239 p.
- Evangelista Jr. W.S., M.G.C. Gondim Jr., J.B. Torres & E.J. Marques. 2004.** Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39: 677-684.
- Franco, A.A., R.L.O. Rigitano & A.V. de Gouvea. 2001.** Dissipação do inseticida metamidofós em plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). Ciências Agrotécnicas 25: 1307-1313.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.D.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves & J.D. Vendramin. 2002.** Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres. 649 p.
- Gonring, A.H.R., M.C. Picanço & J.C. Zanuncio. 1999.** Seletividade de inseticidas, utilizados no controle de *Grapholita molesta* (Busch) (Lepidoptera: Olethreutidae)

em pêssego, a Vespidae predadores. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 28: 301-306.

**Gonring, A.H.R., M.C. Picanço, G.L.D. Leite, F.A. Suinaga & J.C. Zanuncio. 2003.**

Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. Revista Árvore 27: 263- 268.

**Ishaaya, I. & J.E. Casida. 1981.** Pyrethroid esterases may contribute to natural

pyrethroid tolerance of larvae of the green lacewing. Environmental Entomology 10: 681-683.

**Karimzadeh J., M.B. Bonsall & D.J. Wright. 2004.** Bottom-up and top-down effects

in a tritrophic system: the population dynamics of *Plutella xylostella* (L.)–*Cotesia plutellae* (Kurdjumov) on different host plants. Ecological Entomology 29: 285–293.

**Kumar P., Poehling H.M. & C. Borgemeister. 2005.** Effects of different application

methods of azadirachtin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. Journal of Applied Entomology 129: 489-497.

**Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & I. Cruz. 2002.** Reproductive

characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37: 917-924.

**Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos & J.C. Zanuncio. 2000.** Age-dependent

fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Journal of Applied Entomology 124: 319-324.

**Mitcheli, P.L. Gupta, R., Singh, A.K. & P. Kumar. 2004.** Behavioural and

development effects of neem extracts on *Clavigralla scutellaris* (Hemiptera:

- Heteroptera: Coreidae) and its egg parasitoid, *Gryon fulviventre* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 916-923.
- Mordue, A.J. & A.J. Nisbet. 2000.** Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Annais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 615-632.
- Mourão S.A., Silva J.C.T., Guedes R.N.C., Venzon M., Jham G.N., Oliveira C.L. & J.C. Zanuncio. 2004.** Seletividade de extratos de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Mina) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 33: 613-617.
- Ostman O., B. Ekbom & J. Bengtsson. 2003.** Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. *Ecological Economics* 45:149-158.
- Rigitano, R.L.O. & G.A. Carvalho. 2001.** Toxicologia e seletividade de inseticidas. Lavras, UFLA/FAEPE, 72p.
- Sarfraz M., L.M. Dossall & B.A. Keddie. 2008.** Host plant genotype of the herbivore *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) affects the performance of its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Biological Control* 44: 42–51.
- Silva, J.C.T., G.N. Jham, R.D.L. Oliveira & L. Brown. 2007.** Purification of the seven tetranortriterpenoids in neem (*Azadirachta indica*) seed by counter-current chromatography sequentially followed by isocratic preparative reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography* 1151: 203-210.
- Sosa-Gomez, D.R., I.C. Corso & L. Morales. 2001.** Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). *Neotropical Entomology* 30: 317-320.

- Tedeschi, R., A. Alma & L. Tavella. 2001.** Side-effects of three neem (*Azadirachta indica* A. Juss) products on the predator *Macrolophus caliginosus* Wagner (Het., Miridae). *Journal of Applied Entomology* 125: 397-402.
- Toews, M.D. & B. Subramanyam. 2003.** Contribution of contact toxicity and wheat condition to mortality of stored-product insects exposed to spinosad. *Pest Management Science* 59:538-544.
- Torres, J.B. & J.R. Ruberson. 2004.** Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. *Neotropical Entomology* 33: 99-106.
- Tscharntke, T., R. Bommarco, Y. Clough, T.O. Crist, D. Kleijn, T.A. Rand, J.M. Tylianakis, S. van Nouhuys & S. Vidal. 2007.** Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control* 43: 294-309.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management* 65: 65-73.

## **1° ARTIGO**

**Seletividade dos Inseticidas Metamidofós, Imidaclopride + Beta-ciflutrina e Extrato de Neem (*Azadirachta indica*) ao Predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em Plantas de Soja**

**RESUMO** – *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é um agente de controle biológico de insetos-praga em agroecossistemas de soja. No entanto, esse predador pode ser afetado, de modo direto, por contato e ingestão de compostos tóxicos pulverizados nas plantas. O objetivo foi avaliar a mortalidade de ninfas de *P. nigrispinus* em plantas de soja, após exposição ao extrato de neem, metamidofós ou imidaclopride + beta-ciflutrina, nas concentrações recomendadas para o controle de *Anticarsia gemmatallis* (Hübner) (Lepitopera: Noctuidae), em casa de vegetação. Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram confinadas em ramos de plantas de soja, duas horas após serem pulverizadas com água, extrato de neem 0,5 e 1,0%, metamidofós 0,125 e 0,250% ou imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% e receberam uma pupa por dia de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). Imidaclopride + beta-ciflutrina e metamidofós 0,250% causaram alta mortalidade de ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, com 70% e 61,25% respectivamente, enquanto metamidofós 0,125%, apresentou nível intermediário de 43,25% e o extrato de neem 0,5% e 1,0% apresentaram baixa toxicidade, com 21,25% de mortalidade. Todos os tratamentos apresentaram ação crônica, entretanto o extrato de neem na concentração de 1,0%, teve a maior elevação na percentagem de mortalidade até o quinto estágio. Os inseticidas imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% e metamidofós 0,250% demonstraram impacto por contato e fitofagia para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, pela menor sobrevivência e, portanto, não foram seletivos a esse predador.

**PALAVRAS-CHAVES:** Controle de pragas, soja, controle químico, insetos benéficos, Asopinae.

## INTRODUÇÃO

Predadores do gênero *Podisus* (Heteroptera: Pentatomidae) têm sido relatados em agroecossistemas brasileiros no controle biológico na cultura de soja (Gazzoni & Yorinori 1995). *Podisus nigripinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) uma das espécies mais importantes desse gênero (Medeiros *et al.* 2000), pode se alimentar de grande número de insetos-praga, principalmente Lepidoptera e Coleoptera (Zanuncio *et al.* 1994) e, também, de planta o que pode melhorar seu desenvolvimento e reprodução (Matos Neto *et al.* 2002, Sarfraz *et al.* 2008).

A troca facultativa entre planta e presa por insetos é denominada zoofitofagia (Coll & Guershon 2002). Entretanto a alimentação em plantas pode afetar inimigos naturais (Matos Neto *et al.* 2002, Gonring *et al.* 2003), quando entram em contato com resíduos de pesticidas e ao se alimentar das folhas ou estruturas das plantas (Matos Neto *et al.* 2002, Karimzadeh *et al.* 2004, Sarfraz *et al.* 2008).

O efeito de compostos inseticidas sobre populações de inimigos naturais deve ser avaliado para se evitar a redução do potencial de controle dos mesmos (Bostanian *et al.* 2001, Provost *et al.* 2002). A compatibilização dos controles químico e biológico é fundamental em programas de manejo integrado de pragas, com inseticidas eficientes contra pragas e seletivos a inimigos naturais (Torres *et al.* 2002). A seletividade de inseticidas pode ser: ecológica (metodologia de aplicação do inseticida para minimizar a exposição do inimigo natural) e a fisiológica (aplicação de inseticidas mais tóxicos à praga que aos inimigos naturais) (Matos Neto *et al.* 2002).

O uso das concentrações recomendadas de inseticidas para o controle de pragas possibilita a avaliação do impacto desses produtos no momento de sua aplicação (Gonring *et al.* 2003). A mortalidade, o desenvolvimento e o crescimento de inimigos naturais, em presença de inseticidas sintéticos ou de origem natural, podem facilitar a compreensão das

interações entre predadores e seu recurso alimentar e a utilização de pesticidas compatíveis com o controle biológico (Evangelista Jr. *et al.* 2002).

É importante considerar a ação do controle biológico e buscar a conservação de inimigos naturais. A presença de inseticidas sintéticos ou fitoquímicos pulverizados nas plantas de soja e sobre insetos em cultivos de soja podem afetar o terceiro nível trófico (Tedeschi *et al.* 2001, Evangelista Jr. *et al.* 2002, Gonring *et al.* 2003, Kumar *et al.* 2005). Os predadores podem ser afetados, diretamente, por contato e fitofagia, ao entrarem em contato com superfícies de plantas tratadas com inseticidas (Gonring *et al.* 2003).

O objetivo foi avaliar os efeitos tóxicos do extrato de neem, metamidofós e imidaclopride + beta-ciflutrina pulverizados em plantas de soja à ninfas do predador *P. nigrispinus*, em casa de vegetação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi conduzida, de março a julho de 2006 em casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, com temperaturas máximas de  $28 \pm 6,5$  °C e mínimas de  $14 \pm 7,0$  °C e fotoperíodo natural. As sementes de soja (UFV-16) foram obtidas do Departamento de Fitotecnia da UFV e cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de, aproximadamente, seis litros sobre bancadas de um metro de largura por 3,5 metros de comprimento. O substrato utilizado nos vasos foi preparado com dois terços de terra de barranco de textura média e um terço de esterco bovino peneirados e as plantas de soja utilizadas entre os estágios vegetativos V3 ou V4 até o reprodutivo R6 (Embrapa Soja 2006).

## **1- Obtenção dos insetos**

Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram obtidas de criação em plantas de soja durante quatro gerações, na casa-de-vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e acondicionadas em grupos de 20 ninfas por sacola de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de planta de soja (Zanuncio *et al.* 2004). Essas ninfas foram alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) até a quinta geração, para adequá-las às condições ambientais. Quarenta fêmeas e quarenta machos, com pesos entre 100,5 e 77,0 mg e 55,6 e 43,7 mg respectivamente, foram selecionados de adultos de quinta geração e acasalados no quarto dia após a emergência (Zanuncio *et al.* 1992). Casais de *P. nigrispinus* foram individualizados em sacos de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de plantas de soja, em casa de vegetação. Como alimento, receberam duas pupas de *T. molitor* no interior das sacolas de organza, a cada 48 horas (Zanuncio *et al.* 1994). Os ovos eram coletados, diariamente, e acondicionados em placas de Petri (9 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão aderida à tampa e umedecido com água destilada, em sala climatizada do laboratório de Controle Biológico da UFV, à temperatura de  $24,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 4\%$  e fotoperíodo de 12 horas. As ninfas foram mantidas nessa sala até o segundo estágio, quando foram levadas para casa-de-vegetação e separados em grupos de 20 indivíduos por saco de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de plantas de soja.

## **2- Procedimento dos testes e formulações**

Os experimentos foram conduzidos segundo métodos padrões de avaliação dos efeitos secundários de pesticidas em organismos benéficos propostos por “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants

IOBC/WPRS Working Group ‘Pesticides and Beneficial Organisms’ (Hassan *et al.* 1994, Sterk *et al.*, 1999).

Os inseticidas foram enquadrados em classes toxicológicas, de acordo com a redução da capacidade benéfica do predador em relação ao tratamento testemunha, conforme escala proposta da “IOBC”, em que a classe um compreende os inseticidas inócuos (<25% de redução), a dois, os pouco nocivos (25 a 45% de redução), a três, os moderadamente nocivos (45% a 70% de redução) e a quatro, os nocivos (>70% de redução) (Hassan *et al.* 1994). Os produtos testados, a percentagem de ingredientes ativos e as doses máximas e mínimas foram àquelas recomendadas para o controle da lagarta desfolhadora *A. gemmatalis* em agroecossistemas de soja (Tabela 1).

### **3- Testes dose-resposta**

#### **3.1- Toxicidade aguda**

A toxicidade aguda foi avaliada por exposição foliar de ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* em ramos de plantas de soja pulverizadas com inseticidas. Vinte ninfas de segundo estágio desse predador foram acondicionadas por saco de organza (20 x 30 cm), envolvendo um ramo de planta de soja duas horas após a pulverização dos inseticidas e alimentadas com pupas de *T. molitor*.

As plantas de soja foram pulverizadas com os inseticidas, com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub> com bicos Twinject 8002, pressão de 3bar e volume de calda de 200 l/ha (Bauer & Raetano 2004). Os tratamentos foram: T1- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de soja (pulverizado com água= A), T2- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de soja (pulverizado com extrato de neem 0,5% p.c.), T3- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja 6 (pulverizado com extrato de neem 1,0% p.c.), T4- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja (pulverizado com metamidofós

0,125% p.c.), T5- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja (pulverizado com metamidofós 0,25% p.c.), T6- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja (pulverizado com imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c.), com quatro repetições, tendo cada uma vinte ninfas de segundo estágio desse predador por saco de organza, totalizando 80 ninfas por tratamento em delineamento, inteiramente, casualizado.

### **3.2- Toxicidade crônica**

A toxicidade crônica dos inseticidas foi avaliada de acordo com a mortalidade nos terceiro, quarto e quinto estádios e na duração e peso em cada estágio de ninfas de *P. nigrispinus* sobreviventes e dos parâmetros reprodutivos de casais formados nos respectivos tratamentos. Os casais desse predador foram formados de acordo com o tratamento, três dias após a emergência dos adultos, e mantidos em sacolas de organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de plantas de soja e alimentados com duas pupas de *T. molitor* substituídas a cada 48 horas. O número de casais formados por tratamento foi: treze para T1, T2 e T3, dez e nove no T4 e T5, respectivamente. O tratamento T6 foi descartado devido à alta mortalidade ninfal e a razão sexual, pois, apenas três machos foram obtidos. Os ovos por postura das fêmeas de *P. nigrispinus* foram retiradas das sacolas de organza com chumaços de algodão e colocadas em placas de Petri (9 x 1,5 cm) no laboratório nas mesmas condições das ninfas que os originaram. Ovos e ninfas dos casais desse predador foram descartados depois de quantificados.

### **4- Parâmetros avaliados e análises estatísticas**

A mortalidade, a duração e o peso nos segundo, terceiro, quarto e quinto estádios de *P. nigrispinus* foram avaliados diariamente, sendo o peso de cada estágio determinada com balança analítica de precisão, logo após a ecdise. A razão sexual, longevidade de fêmeas, períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, números de ovos,

ninfas e posturas por fêmea e ovos por fêmea e viabilidade dos ovos de *P. nigrispinus* foram avaliados. Esses parâmetros foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5% de significância com o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas versão 9.0 (SAEG/UFV 2005).

## RESULTADOS

A mortalidade de *P. nigrispinus*, no segundo estágio em plantas de soja pulverizadas com os inseticidas nas concentrações testadas, foi maior com o metamidofós e imidaclopride + beta-ciflutrina que na testemunha (Tabela 2). Esses compostos apresentaram baixa seletividade para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, especialmente a mistura imidaclopride + beta-ciflutrina com 70,00% de mortalidade, seguido pelo metamidofós na concentração de 0,250% p.c., com 61,25%. A mortalidade de ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* com metamidofós na concentração de 0,125% p.c., teve nível intermediário (43,25%). O extrato de neem foi seletivo para *P. nigrispinus* com 21,25% de mortalidade, em ambas as concentrações, 0,5% e 1,0% p.c..

Os inseticidas testados também demonstraram toxicidade crônica ao predador. A mortalidade de *P. nigrispinus* atingiu 38,75; 45,00; 51,25; 75,00 e 83,75% no quinto estágio desse predador (Tabela 2) nos tratamentos com extrato de neem 0,5% e 1,0% p.c.; metamidofós 0,125% e 0,250% p.c. e imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., respectivamente, sendo que o extrato de neem, principalmente, na concentração de 1,0% p.c. mostrou maior mortalidade do segundo até ao quinto estágio (Tabela1).

A duração da fase ninfal de indivíduos de *P. nigrispinus* que sobreviveram aos inseticidas não foi afetada (Tabela 3). O peso de *P. nigrispinus* com imidaclopride + beta-ciflutrina foi menor que na testemunha em todos os estágios e para machos e fêmeas

desse predador (Tabela 4). A razão sexual de *P. nigrispinus* foi de 0,42 com extrato de neem 1,0% p.c. e 0,77 com imidaclopride + beta-ciflutrina (Tabela 4).

Os inseticidas não afetaram a longevidade de fêmeas, número de posturas, ovos e ninfas, períodos de pré e pós-oviposição e oviposição de *P. nigrispinus*. A viabilidade de ovos foi maior com óleo de neem a 0,5% p.c. e menor com metamidofós a 0,250% p.c. (Tabela 5), após exposição foliar de ninfas de segundo estágio desse predador.

## DISCUSSÃO

A alta mortalidade de *P. nigrispinus*, durante o segundo estágio, devido à exposição à mistura dos inseticidas dos grupos neonicotinóide (imidaclopride) e ao piretróide (beta-ciflutrina), pode ser atribuída ao contato e/ou ingestão do predador com resíduos dos inseticidas, ao se alimentar das folhas ou estruturas das plantas (Matos Neto *et al.* 2002, Karimzadeh *et al.* 2004, Sarfraz *et al.* 2008) e demonstra toxicidade aguda dessa mistura, correspondendo aos inseticidas de baixa seletividade da classe quatro de acordo classificação da “IOBC” (Hassan *et al.* 1994). O inseticida neonicotinóide imidaclopride também, apresentou alta toxicidade a ninfas do predador *P. nigrispinus* em concentrações utilizadas no manejo de pragas na cultura de algodão (Torres & Ruberson 2004). Ninfas de terceiro estágio de *P. nigrispinus* (Suinaga *et al.* 1996, Picanço *et al.* 1997) e de *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) (Gonring *et al.* 2003) tiveram menor sobrevivência após exposição por contato tarsal e ingestão dos piretróides deltametrina e permetrina.

A mortalidade média de ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, expostas ao inseticida organofosforado metamidofós nas concentrações de 0,250% e 0,125% p.c. após a exposição foliar, compreendeu aos inseticidas moderadamente e pouco nocivos da classe três e dois, respectivamente, de acordo classificação da “IOBC” (Hassan *et al.*

1994). A mortalidade de *P. nigrispinus*, após contato e ingestão com o inseticida organofosforado malation foi maior para as ninfas, sendo mais seletivo para fêmeas desse predador (Suinaga *et al.* 1996). Essa maior tolerância das fêmeas ao inseticida pode ser atribuída à maior quantidade de gordura em relação aos machos (Legaspi *et al.* 1996, Picanço *et al.* 1997), pois o corpo gorduroso funciona seqüestrando o ingrediente ativo, tornando-o inerte no organismo (Winteringham 1969).

A baixa mortalidade de ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* expostas ao extrato de neem a 0,5 e 1,0% p.c., corresponde aos inseticidas seletivos da classe um de acordo classificação da “IOBC”. Apesar de todos os tratamentos apresentarem ação crônica, o extrato de neem na concentração de 1% p.c., teve a maior elevação na percentagem de mortalidade até o quinto estágio e atingiu a classe três (Hassan *et al.* 1994). A azadiractina, principal composto tóxico do extrato de neem, é considerada pouco nociva para predadores adultos, mas ninfas e larvas desses insetos são mais sensíveis em laboratório (Mordue & Nisbet 2000). Inseticidas à base de extrato de neem, tiveram altas toxicidades letais e subletais sobre o predador *Macrolophus caliginosus* (Wagner) (Heteroptera: Miridae) (Tedeschi *et al.* 2001) em testes de doses-resposta. A azadiractina pode interferir no desenvolvimento, principalmente de larvas e ninfas de insetos, como verificado durante os estágios imaturos de *M. caliginosus* (Tedeschi *et al.* 2001) e *Eriopsis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) (Venzon *et al.* 2007).

A duração da fase ninfal de indivíduos de *P. nigrispinus*, que sobreviveram à exposição de inseticidas no segundo estágio, não foi afetada. *P. maculiventris* após a exposição a deltametrina e thiamethoxam, apresentou maior duração do terceiro estágio (Tilman & Mullinix 2004) e ninfas desse predador tiveram maior duração do quinto estágio quando expostas ao triflubezuron (Mohaghegh *et al.* 2000). No entanto, ninfas de

*P. maculiventris* foram mais susceptíveis a lambda-cyhalothrin por contato tarsal que por ingestão (Vandekerkhove & De Clercq 2004).

O menor peso de ninfas sobreviventes de *P. nigrispinus*, após exposição no segundo estágio ao inseticida imidaclopride + beta-ciflutrina, e de machos e fêmeas desse predador nesse tratamento, mostra efeito deletério nas populações desse predador ao longo do tempo. *P. nigrispinus*, também, apresentou menor massa corpórea quando submetido ao thiamethoxam (Torres & Ruberson 2004). O peso de adultos não é, normalmente, avaliado embora seja importante, especialmente para fêmeas desse predador, pela relação positiva na taxa reprodutiva dos Asopinae (Lemos *et al.* 2005, Oliveira *et al.* 2005, Espindula *et al.* 2006).

A menor razão sexual de *P. nigrispinus* com extrato de neem 1,0% p.c. (0,42) e a maior com imidaclopride + beta-ciflutrina (0,77) sugere menor sobrevivência de ninfas que originariam fêmeas com extrato de neem e o inverso para imidaclopride + beta-ciflutrina, demonstrando efeito subletal diferentes para esses produtos. A razão sexual de *P. nigrispinus* na testemunha e nos demais tratamentos, exceto do imidaclopride + beta-ciflutrina, foram semelhantes à de *Podisus connexivus* (Bergroth) (Heteroptera: Pentatomidae) (0,49) (Zanuncio *et al.* 1991). No entanto, a razão sexual do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) não foi afetada após exposição no campo ao inseticida piretróide deltametrina (Zanuncio *et al.* 2005).

Os parâmetros reprodutivos de *P. nigrispinus*, sobreviventes à ação dos inseticidas no segundo estágio, mostraram baixo impacto desses compostos, pois a longevidade de fêmeas, número de posturas, ovos e ninfas, períodos de pré e pós-oviposição e oviposição foram semelhantes entre tratamentos, o que sugere detoxificação desse inseto. A maioria dos estudos sobre efeitos de inseticidas tem mostrado alterações na fecundidade de insetos e de ácaros, mas doses subletais de vários pesticidas podem aumentar ou diminuir a

fecundidade, dependendo da dose e do produto químico (Zanuncio *et al.* 2005). A fertilidade e a longevidade de fêmeas de *Clavigralla scutellaris* (Westwood) (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) (Mitcheli *et al.* 2005), *M. caliginosus* (Tedeschi *et al.* 2001) e *Earias vittella* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) (Gajmer *et al.* 2002) não foram afetados pela exposição ninfal a extratos de neem. No entanto, o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), exposto as doses subletais do piretróide fenvalerato, teve menor taxa reprodutiva (Jackson & Wilkins 1985), mas a fecundidade de *Scirtothrips citri* (Moulton) (Thysanoptera: Tripidae) aumentou após serem submetidos a doses intermediárias de quatro inseticidas (Morse & Zareh 1991).

Os produtos imidaclopride + beta-ciflutrina e metamidofós, na concentração de 0,250% p.c., apresentaram baixa seletividade para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, evidenciando impacto negativo na sobrevivência de ninfas desse predador. O extrato de neem, nas concentrações de 0,5% e 1,0% p.c., foi pouco nocivo para ninfas de *P. nigrispinus* e sua utilização pode causar menor impacto em programas de manejo integrado de pragas.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauer, F.C. & C.G. Raetano. 2004.** Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. *Planta Daninha* 22: 275-284.
- Bostanian, J.N., N. Larocque, G. Chouinard & D. Coderre. 2001.** Baseline toxicity of several pesticides to *Hyaliodes vitripennis* (Say) (Hemiptera: Miridae). *Pest Management Science* 57: 1007-1010.
- Coll, M. & M. Guershon. 2002.** Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology* 47: 267-297.
- Embrapa Soja. 2006.** Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005. Londrina: Embrapa Soja, 239 p.
- Espindula M.C., H.N. Oliveira, M. Campanharo, L.P. Pastori & G.C. Magevski. 2006.** Influência da massa corporal sobre características reprodutivas e longevidade de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Idesia* 24: 19-25.
- Evangelista Jr. W.S., C.S.A. Silva-Torres & J.B. Torres. 2002.** Toxicidade de lufenurom para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology* 31: 319-325.
- Gajmer, T., Singh R., Saini R.K. & S.B. Kalidhar. 2002.** Effect of methanolic extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and babain (*Melia azedarach* L.) seeds on oviposition and egg hatching of *Earias vittella* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Applied Entomology* 126: 238-243.
- Gazzoni, D.L. & J.T. Yorinori. 1995.** Manual de identificação de pragas e doenças de soja. Brasília: EMBRAPA – SPI. 128p. (Manual de identificação de pragas e doenças 1).

- Gonring, A.H.R., M.C. Picanço, G.L.D. Leite, F.A. Suinaga & J.C. Zanuncio. 2003.** Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. Revista Árvore 27: 263-268.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-pelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-petersen, B. Sauphanor, A. Stäubli, G. Sterk, A. Vainio, M.G. Viggiani & H. Vogt. 1994.** Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "Pesticides and Beneficial Organisms". Entomophaga. 39: 107-119.
- Jackson, A.E.M. & R.M. Wilkins. 1985.** The effect of sub-lethal dosages of the synthetic pyrethroid fenvalerate on the reproductive rate of the aphid *Myzus persicae*. Pesticide Science 16: 364-368.
- Karimzadeh J., M.B. Bonsall & D.J. Wright. 2004.** Bottom-up and top-down effects in a tritrophic system: the population dynamics of *Plutella xylostella* (L.)–*Cotesia plutellae* (Kurdjumov) on different host plants. Ecological Entomology 29: 285–293.
- Kumar, P., H.M. Poehling & C. Borgemeister. 2005.** Effects of different application methods of azadirachtin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. Journal of Applied Entomology 129: 489-497.
- Legaspi, J.C., R.J. O'Neil & D.B.C. Legaspi Jr. 1996.** Trade-offs in body weights, egg loads, and fat reserves of field-collected *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Environmental Entomology 25: 155-164.
- Lemos, W.P., R.S. Medeiros, J.C. Zanuncio & J.E. Serrão. 2005.** Effect of sublethal concentrations of permethrin on ovary activation in the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). Brazilian Journal of Biology 65: 287-290.

- Mordue, A.J. & A.J. Nisbet. 2000.** Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Annais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 615-632.
- Morse, J.G. & N. Zareh. 1991.** Pesticide-induced hormoligosis of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) fecundity. *Journal of Economic Entomology* 84: 1169-1174.
- Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & I. Cruz. 2002.** Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 917-924.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos & J.C. Zanuncio. 2000.** Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology* 124: 319-324.
- Mitcheli, P.L., R. Gupta, A.K. Singh & P. Kumar. 2005.** Behavioural and development effects of neem extracts on *Clavigralla scutellaris* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) and its egg parasitoid, *Gryon fulviventre* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 916-923.
- Mohaghegh, J., P. DeClercq & L. Tirry. 2000.** Toxicity of selected insecticides to the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biocontrol Science and Technology* 10: 33-40.
- Oliveira, I., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão, T.V. Zanuncio, T.B.M. Pinon & M.C.Q. Fialho. 2005.** Effect of female weight on reproductive potential of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48: 295-301.
- Picanço, M., L.J. Ribeiro, G.L.D. Leite & J.C. Zanuncio. 1997.** Seletividade de inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 369-372.

- Provost, C., D. Coderre, E. Lucas, G. Choinard & N.J. Bostanian. 2002.** Impact d'une dose sublétaie de lambda-cyhalothrine sur les prédateurs intraguilles d'acariens phytophages em verges de pommiers. *Phytoprotection* 84: 105-113.
- SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genéticas (Versão 9.0). 2005.** Universidade Federal de Viçosa-UFV. Viçosa, MG.
- Sarfraz M., L.M. Dosdall & B.A. Keddie. 2008.** Host plant genotype of the herbivore *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) affects the performance of its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Biological Control* 44: 42–51.
- Sterk, G., S.A. Hassan, M. Baillod, F. Bakker, F. Bigler, S. Blümel, H. Bogenschütz, E. Boller, B. Bromand, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremanspelseneer, C. Duso, A. Garrido, A. Grove, U. Heimbach, H. Hokkanen, J. Jacas, G. Lewis, L. Moreth, L. Polgar, L. Roversti, L. Samsøepetersen, B. Auphanor, L. Schaub, A. Stäubli, J.J. Tuset, A. Vainio, M. Van De Veire, G. Viggiani, E. Viñuela & H. Vogt. 1999.** Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *Biological Control* 44: 99-117.
- Suinaga, F.A., M.C. Picanço, J.C. Zanuncio & C.S. Bastos. 1996.** Seletividade fisiológica de inseticidas a *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagarta desfolhadoras de eucalipto. *Revista Árvore* 20: 407-414.
- Tedeschi, R., A. Alma & L. Tavella. 2001.** Side-effects of three neem (*Azadirachta indica* A. Juss) products on the predator *Macrolophus caliginosus* Wagner (Het., Miridae). *Journal of Applied Entomology* 125: 397-402.

- Tillman, P.G. & B.G. Mullinix. 2004.** Comparison of susceptibility of the pest *Euschistus servus* and predator *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) to selected insecticides. *Journal of Economic Entomology* 97: 800-806.
- Torres, J.B., C.S.A Silva-Torres, M.R. Silva & J.F. Ferreira. 2002.** Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. *Journal of Applied Entomology* 126: 326-32.
- Torres, J.B. & J.R. Ruberson. 2004.** Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. *Neotropical Entomology* 33: 99-106.
- Vandekerkhove, B. & P. De Clercq. 2004.** Effects of an encapsulated formulation of lambda-cyhalothrin on *Nezara viridula* and its predator *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Florida Entomologist* 87: 112-118.
- Venzon, M., M.C. Rosado, A. Pallini, A. Fialho & C.J. Pereira. 2007.** Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis connexa*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 627-631.
- Winteringham, F.P.W.B. 1969.** Mechanisms of selective insecticide action. *Annals of the New York Academy of Sciences* 4: 409-420.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, G.P. Santos, R.C. Sartrio & F.S. Araujo. 1991.** Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 20: 243-249.
- Zanuncio, J.C., J. Didonet, G.P. Santos & T.V. Zanuncio. 1992.** Determinação da idade ideal para acasalamento de fêmeas de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) visando uma criação massal. *Revista Árvore* 16: 362-367.

- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management* 65: 65-73.
- Zanuncio, J.C., M.C. Lacerda, J.S. Zanuncio Junior, T.V. Zanuncio, A.M.C. Silva & M.C. Espindula. 2004.** Fertility table rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. *Annals of Applied Biology* 144: 357-361.
- Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão, R.S. Medeiros, T.B.M. Pinon & C.A.Z. Sedyama. 2005.** Fertility and life expectancy of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to sublethal doses of permethrin. *Biological Research* 38: 31-39.

Tabela 1 - Produtos comerciais, composição química e classe toxicológica e dosagens recomendadas para controle da lagarta desfolhadora da soja, *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)

Nome Comercial	Composição Química e Classe Toxicologica	Doses (L/ha) Produto Comercial	Dose em g (i.a/ha)	Pragas Recomendada para a Cultura de Soja
Tamarom BR* (Concentrado Solúvel)	O,S-dimethyl-hosphoramidothioate (metamidofós) 600g/L (60,0% m/v) Organofosforado Inseticida e acaricida sistêmico do grupo organofosforado.	250 - 500	150-300	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
Classe II				
Connect* (Suspensão Concentrada)	1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine (imidacloprid) 100 g / L (10,0% m/v) (RS)- $\alpha$ -cyano-4-fluoro-3-phenoxybenzyl (1RS,3RS,1RS,3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate (beta-ciflutrina) 12,5 g/L (1,25% m/v) Inseticida sistêmico dos grupos neonicotinóide (imidacloprid) e piretróides (beta-ciflutrina).	750	84,38	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
Classe II				
Bioneem Vegetal ** (Concentrado emulsionável)	Óleo emulsionável de sementes de neem, obtidos da prensagem à frio sem adição de solventes, terceira substancias ou agrotóxicos. Produto Orgânico, certificado Ecocert, como praguicida natural com propriedades repelentes (azadiractina AZA e outros limonoídes).	1000 -2000	Sem informação	<i>Anticarsia gemmatalis</i>
Sem classificação toxicológica				

\* Informações extraídas do site oficial da Bayer CropSciences: [www.bayercropscience.com.br/](http://www.bayercropscience.com.br/)

\*\* Informações extraídas do site oficial da Bioneem: [www.bioneem.com.br/](http://www.bioneem.com.br/)

Tabela 2 - Mortalidade por estágio (média ± erro padrão) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) por exposição foliar (contato e fitofagia) no segundo estágio com extrato de neem (N 0,5% e N 0,1% p.c.), metamidofós (M 0,125% e M 0,250% p.c.), imidaclopride + beta-ciflutrina (I+B 0,357% p.c.) e na testemunha com água em plantas de soja, em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais

Tratamentos	2º Estádio (%)	3º Estádio (%)	4º Estádio (%)	5º Estádio (%)
Água	18,75 (8,26) a	22,50 (7,77) a	22,50 (5,20) a	25,00 (5,20) a
N 0,5%	21,25 (7,18) a	28,75 (5,54) a	38,75 (18,07) b	38,75 (10,40) b
N 1,0%	21,25 (6,88) a	28,75 (5,15) a	45,00 (13,69) b	45,00 (5,77) b
M 0,125%	43,25 (7,46) b	51,25 (8,50) b	51,25 (7,26) b	51,25 (5,77) b
M 0,250%	61,25 (13,12) bc	65,00 (10,00) bc	70,00 (5,00) c	75,00 (5,00) c
I+B 0,357%	70,00 (9,78) c	71,67 (13,64) c	81,25 (6,25) c	83,75 (12,02) c

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, por tratamento, não difere entre si, pelo teste de Tukey 5%,\* não significativo pela ANOVA (P> 0,05).

Tabela 3 - Duração (dias) (média ± erro padrão) por estágio de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), após exposição foliar (contato e fitofagia) no segundo estágio com extrato de neem (N 0,5% e N 0,1% p.c./ha), metamidofós (M 0,125% e 0,250% p.c./ha), imidaclopride + beta-ciflutrina (I + B 0,357% p.c./ha) e na testemunha com água em plantas de soja, em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais

Tratamentos	2º Estádio	3º Estádio	4º Estádio	5º Estádio
Água	5,05 (0,14) *	4,18 (0,15) *	4,88 (0,11) *	7,77 (0,13) *
N 0,5%	5,25 (0,15)	3,64 (0,14)	4,52 (0,18)	8,04 (0,40)
N 1,0%	5,78 (0,13)	3,59 (0,15)	4,32 (0,22)	8,23 (0,21)
M 0,125%	5,95 (0,16)	4,04 (0,27)	3,97 (0,17)	7,89 (0,20)
M 0,250%	5,37 (0,17)	5,07 (0,34)	3,97 (0,35)	8,60 (0,76)
I+B 0,357%	5,56 (0,29)	5,22 (0,41)	5,05 (0,72)	8,89 (0,54)

\* não significativo pela ANOVA (P> 0,05).

Tabela 4 - Peso (mg) por estádios e de machos e de fêmeas sobreviventes (média ± erro padrão) e razão sexual (RS= (F/M+F)) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), após exposição foliar (contato e fitofagia) no segundo estágio, com extrato de neem (N 0,5% e N 0,1% p.c./ha), metamidofós (M 0,125% e 0,250% p.c./ha) e imidaclopride + beta-ciflutrina (I + B 0,357% p.c./ha) em plantas de soja, em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais

Tratamentos	3° Estádio	4° Estádio	5° Estádio	Machos	Fêmeas	RS
Água	4,31 (0,31) a	12,20 (0,76) bc	27,16 (0,98) ab	43,73 (0,92) ab	60,30 (1,72) a	0,48
N 0,5%	5,93 (0,31) a	12,36 (0,57) bc	25,77 (1,05) ab	44,34 (1,33) ab	57,32 (2,08) a	0,52
N 1,0%	4,81(0,22) a	10,94 (0,64) c	23,55 (0,98) b	44,49 (0,90) ab	59,41(1,64) a	0,42
M 0,125%	5,41 (0,36) a	15,20 (0,87) ab	29,74 (1,92) a	45,17 (1,85) ab	63,21(1,22) a	0,52
M 0,250%	4,39 (0,38) a	18,04 (1,81) a	26,28 (1,66) ab	45,48 (3,11) a	61,44 (3,73) a	0,50
I + B 0,357%	2,14 (0,12) b	9,48 (0,66) c	22,81(1,25) b	40,50 (0,25) b	50,81 (3,17) b	0,77

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \* não significativo pela ANOVA (P> 0,05).

Tabela 5 - Média e erro padrão dos parâmetros reprodutivos e longevidade de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), no controle (A) por exposição foliar (contato e fitofagia) no segundo estágio com extrato de neem (N 0,5% e N 0,1% p.c./ha), metamidofós (M 0,125% e 0,250% p.c./ha), imidaclopride + beta-ciflutrina (I + B 0,357% p.c./ha) e na testemunha com água em plantas de soja, em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais

Parâmetros Reprodutivos	Água	N 0,5%	N 1,0%	M 0,125%	M 0,250%	Coefficiente de Variação
Pré-oviposição (dias)	8,54 (0,97) *	8,86 (1,02)	7,69 (0,43)	6,90 (0,48)	7,60 (1,63)	35,754
Período de oviposição (dias)	46,62 (7,75) *	43,85 (4,88)	48,85 (6,47)	43,10 (5,73)	34,60 (9,83)	50,138
Número de posturas	12,54 (1,86) *	16,00 (1,78)	18,46 (2,59)	15,90 (2,15)	14,20 (3,59)	48,393
Número de ovos/fêmea	301,38 (38,61) *	356,00 (44,45)	458,31 (57,86)	394,10 (56,76)	351,60 (94,64)	48,039
Número de ovos/postura	25,30 (0,97) *	21,03 (1,41)	25,17 (1,31)	24,40 (1,36)	25,39 (1,91)	19,919
Número de ninfas/fêmea	208,77 (37,63) *	251,23 (36,05)	370,85 (46,93)	289,00 (45,45)	284,60 (71,93)	49,925
Pós-oviposição (dias)	2,69 (8,54) *	7,62 (1,66)	5,92 (0,98)	7,90 (2,26)	2,80 (1,06)	89,073
Viabilidade dos ovos (%)	76,09 (8,60) ab	81,86 (2,65) a	81,32 (1,73) ab	73,76 (2,12) ab	64,14 (8,6) b	19,422
Longevidade das fêmeas (dias)	57,85 (8,18) *	60,31 (4,81)	62,46 (4,81)	57,90 (6,11)	45,00 (10,17)	37,910

(Médias seguidas de mesma letra, por linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade n= 13, 13, 13, 10 e 9 respectivamente nos tratamentos A, N 0,5%, N 1,0%, M 0,125% e M 0,250%) \* não significativo pela ANOVA (P> 0,05).

## **2° ARTIGO**

**Tabela de Fertilidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) Exposto aos Inseticidas Extrato de Neem (*Azadirachta indica*), Metamidofós ou Imidaclopride + Beta-Ciflutrina em Plantas de Soja**

**RESUMO:** As tabelas de fertilidade representam uma maneira de expressar, sob forma numérica, as principais características de fecundidade e as variáveis da tabela de fertilidade. O objetivo foi estudar possíveis impactos no potencial reprodutivo e no crescimento populacional do predador *Podisus nigripinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja tratadas com o extrato de neem (*Azadirachta indica*), metamidofós ou imidaclopride + beta-ciflutrina, por exposição (contato e fitofagia) em plantas de soja pulverizadas com esses inseticidas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, de março a julho de 2006 em Viçosa, Minas Gerais, a temperaturas máximas de  $28 \pm 6,5$  °C e mínimas de  $14 \pm 7,0$  °C. Os tratamentos foram: testemunha A= água; N 0,5% e N 1,0%,= extrato de neem 1L e 2L p.c.; M 0,125% e M 0,25% = metamidofós 250 mL e 500 mL p.c. e I + B 0,357%= imidaclopride + beta-ciflutrina 0,750 mL p.c. Ninfas de segundo estágio de *P. nigripinus* foram confinadas em plantas de soja, duas horas após a pulverização dos inseticidas, recebendo uma pupa de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) por dia. As taxas líquidas de reprodução ( $R_0$ ), infinitesimais ( $r_m$ ) e finita ( $\lambda$ ) de aumento populacional foram semelhantes no controle com água, N 0,5% e M 0,125% e menores com N 1,0%, I + B 0,357% e M 0,25%. O período para dobrar a população de *P. nigripinus* em número de indivíduos ( $D$ ) foi maior nos tratamentos I + B 0,357%, M 0,25% e N 1,0%. A duração de uma geração ( $T$ ) foi maior no tratamento com N 0,5% e menor naquele com M 0,25%. Os inseticidas I + B 0,357%, M 0,25% e N 1,0% tiveram maior impacto por contato e fitofagia em ninfas de segundo estágio de *P. nigripinus*, com menor fertilidade e sobrevivência de adultos desse predador.

**PALAVRAS-CHAVES:** Asopinae, soja, controle biológico, tabela de vida, seletividade.

## INTRODUÇÃO

Inseticidas podem causar impacto ambiental na cultura da soja por afetar organismos não alvo, importantes para o controle biológico de insetos (Toews & Subramanyam 2003). O uso de produtos eficientes contra pragas e seletivos a inimigos naturais são importantes para se preservar os agentes do controle biológico (Sosa-Gomes *et al.* 2001). Inseticidas não seletivos têm sido uma das principais causas da ressurgência de pragas, incluindo o aumento das populações de *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Notuidae) em cultivos de soja, devido à redução de espécies benéficas, como percevejos predadores, que possuem importante papel na regulação das populações de lagartas desfolhadoras (Ostaman *et al.* 2003).

A maioria das táticas de controle de insetos-praga consiste na pulverização foliar de inseticidas (Kumar *et al.* 2005), o que pode atingir e reduzir populações de espécies não alvo como percevejos predadores (Torres *et al.* 2002). *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é um predador generalista (Zanuncio *et al.* 1994) e importante no controle biológico de pragas de soja (Matos Neto *et al.* 2002). O conhecimento do seu desempenho em diferentes condições fornece, de forma mais precisa, informações sobre seus parâmetros de desenvolvimento e reprodução (Lemos *et al.* 2001; Medeiros *et al.* 2003a,b; Oliveira *et al.* 2002; Oliveira *et al.* 2004).

Percevejos predadores podem apresentar hábito alimentar por zoofitofagia a fitozoofagia, dependendo da importância da presa e da planta, respectivamente, no desenvolvimento e reprodução (Coll & Guershon 2002). *P. nigrispinus* situa-se no grupo dos zoofitófagos, sendo dependente da alimentação de presas para completar seu desenvolvimento. A fitofagia proporciona melhorias em suas características biológicas, com menor duração do desenvolvimento ninfal e aumento na longevidade de fêmeas (Evangelista Jr. *et al.* 2004). No entanto, a alimentação em plantas pode afetar, o

desenvolvimento e a reprodução de insetos, por contato e ingestão de compostos tóxicos pulverizados nas mesmas (Matos Neto *et al.* 2002; Gonring *et al.* 2003).

As tabelas de fertilidade permite conhecer parâmetros biológicos da espécie, como taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ), capacidade intrínseca de aumento da população em número ( $r_m$ ), taxa finita de aumento populacional ( $\lambda$ ), duração média de uma geração ( $T$ ) e tempo necessário para o inseto dobrar sua população em número de indivíduos ( $D$ ) (Maia *et al.* 2000). Esses parâmetros são importantes para a construção de modelos matemáticos que representam um componente básico para se entender a dinâmica populacional de insetos (Medeiros *et al.* 2000).

As tabelas de fertilidade são importantes para avaliar o efeito de condições adversas como pesticidas (Zanuncio *et al.* 2005), biopesticidas e outros produtos tóxicos sobre organismos não alvo em diferentes condições (Zanuncio *et al.* 2004; De Nardo *et al.* 2001). Isto é importante para se analisar e entender os impactos de um fator externo sobre o crescimento, sobrevivência, reprodução e taxa de aumento de uma população, as quais tem sido utilizada para insetos visando melhorar as técnicas de criação, liberação e calcular os custos de criação de predadores (Wittmeyer & Coudron 2001).

Efeitos subletais, como aumento do período de desenvolvimento, redução do número de ovos por fêmea e padrão de sobrevivência, não são considerados na maioria dos testes de toxicidade, mas podem ser avaliados com tabelas de fertilidade (De Nardo *et al.* 2001). Essas tabelas retratam impactos em características do potencial de desenvolvimento e reprodução e permitem inferir sobre os tratamentos utilizados (Vivan *et al.* 2002).

O objetivo dessa pesquisa foi quantificar a fecundidade e as variáveis da tabela de fertilidade de *P. nigrispinus* em plantas de soja tratadas com o extrato de neem

(*Azadirachta indica*) ou os inseticidas metamidofós ou imidaclopride + beta-ciflutrina em casa de vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida, de março a julho de 2006 em casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais com temperaturas máximas de  $28 \pm 6,5$  °C e mínimas de  $14 \pm 7,0$  °C e fotoperíodo natural. As sementes de soja (UFV-16) foram obtidas do Departamento de Fitotecnia da UFV e cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de, aproximadamente, seis litros colocados sobre bancadas de um metro de largura por 3,5 metros de comprimento. O substrato utilizado nos vasos foi preparado com dois terços de terra de barranco de textura média e um terço de esterco bovino peneirados e as plantas de soja utilizadas entre os estágios vegetativos V3 ou V4 até o reprodutivo R6 (Embrapa Soja 2006).

Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram obtidas de criação em plantas de soja durante quatro gerações em casa-de-vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e acondicionadas em grupos de 20 ninfas por sacola de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de planta de soja (Zanuncio *et al.* 2004). Essas ninfas foram alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) até a quinta geração, para adequá-las às condições ambientais. Quarenta fêmeas e quarenta machos, com pesos de 77,0 a 100,5 mg e 43,7 a 55,6 mg respectivamente, foram selecionados de adultos obtidos na quinta geração e acasalados no quarto dia após a emergência (Zanuncio *et al.* 1992). Casais de *P. nigrispinus* foram individualizados em sacos de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de plantas de soja, em casa de vegetação. Como alimento receberam duas pupas de *T. molitor*, no interior das sacolas de organza,

a cada 48 horas (Zanuncio *et al.* 1994). Os ovos desse predador foram coletados, diariamente, e acondicionados em placas de Petri (9 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão aderida à tampa e umedecido com água destilada, em sala climatizada do laboratório de Controle Biológico da UFV à temperatura de  $24,6 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 4\%$  e fotoperíodo de 12 horas. As ninfas foram mantidas nessa sala até o segundo estágio, quando foram levadas para casa-de-vegetação e separados em grupos de 20 indivíduos por saco de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de plantas de soja duas horas após a pulverização dos inseticidas e alimentadas com pupas de *T. molitor*. O fornecimento da presa *T. molitor* permitiu avaliar o efeito direto, por contato e fitofagia, dos inseticidas pulverizados em plantas de soja à *P. nigrispinus*, por esta presa não consumir folhas de soja.

As plantas de soja foram pulverizadas com os inseticidas, com pulverizador costal pressurizado a  $\text{CO}_2$  com bicos Twinject 8002, pressão de 3bar e volume de calda de 200 l/ha (Bauer & Raetano 2004). Os tratamentos foram: T1- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de soja (pulverizado com água= A), T2- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de soja (pulverizado com extrato de neem 0,5% p.c.), T3- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja 6 (pulverizado com extrato de neem 1,0% p.c.), T4- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja (pulverizado com metamidofós 0,125% p.c.), T5- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja (pulverizado com metamidofós 0,25% p.c.), T6- *P. nigrispinus* + pupas de *T. molitor* + ramo de de soja (pulverizado com imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c.), com quatro repetições, sendo vinte ninfas de segundo estágio por saco de organza, totalizando 80 ninfas por tratamento em delineamento, inteiramente, casualizado.

A sobrevivência ninfal e a razão sexual de *P. nigrispinus* foram avaliadas. Machos e fêmeas, dos tratamentos, foram separados logo após a emergência e acasalados após

três dias, com um casal por sacola de organza (20 x 30 cm) envolvendo um ramo de soja e alimentados com duas pupas de *T. molitor*, trocadas a cada 48 horas. O número de casais formados foi: treze, treze, treze, dez, nove e três nos tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente, em delineamento inteiramente casualizado, sendo o número de casais limitado pela sobrevivência de adultos e razão sexual apresentada nos tratamentos. A sobrevivência e a fecundidade das fêmeas de *P. nigripinus* foram avaliadas diariamente, quando as posturas foram coletadas e acondicionadas em placas de Petri com um chumaço de algodão umedecido com água até a eclosão das ninfas para avaliação da viabilidade dos ovos. Os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, os números de ovos e de ninfas por fêmea e por postura, e a longevidade de fêmeas e machos desse predador, também, foram avaliados e esses dados utilizados para a construção da tabela de vida de fertilidade.

A taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) foi calculada com a fórmula:  $R_0 = \sum_{x=0}^y l_x \cdot m_x$ ; a duração média da geração ( $T$ ) com a fórmula:  $T = \frac{\sum_{x=0}^y x \cdot l_x \cdot m_x}{R_0}$ ; razão infinitesimal de aumento populacional ( $r_m$ ) com:  $r_m = \ln(R_0)/T$ ; razão finita de aumento populacional ( $\lambda$ ) com:  $\lambda = \text{anti log}(r_m \times 0,4545)$  e o tempo necessário para *P. nigripinus* dobrar sua população em número de indivíduos ( $D$ ) com:  $D = \ln(2)/r_m$  (Maia *et al.* 2000) estimados pela técnica Jackknife e comparados pelo teste “t” pareado “pairwise” em 5% de probabilidade, com a rotina LIFETABLE.SAS (Maia *et al.* 2000). Os dados de sobrevivência ( $l_x$ ) e a fertilidade específica ( $m_x$ ) de fêmeas de *P. nigripinus* foram agrupados em semanas para melhor visualização dos mesmos.

## RESULTADOS

A taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) de *P. nigrispinus* foi de 63,58; 79,61; 47,17; 50,71; 17,91 e 30,91 descendentes por fêmea no controle e nos tratamentos com o extrato de neem 0,5% e 1,0% p.c. e os inseticidas metamidofós 0,125% e 0,250% p.c. e imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., respectivamente (Tabela 1).

A razão infinitesimal de aumento populacional ( $r_m$ ) de *P. nigrispinus* foi menor com os inseticidas metamidofós 0,250% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. e extrato de neem 1,0% p.c. que no controle (Tabela 1). O período para *P. nigrispinus* dobrar sua população em número de indivíduos ( $D$ ) foi maior com os inseticidas metamidofós 0,25% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. ou extrato de neem 1,0% p.c. que no controle (Tabela 1).

A razão finita de aumento populacional ( $\lambda$ ) de *P. nigrispinus* foi menor com metamidofós 0,250% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. ou extrato de neem 1,0% p.c. que no controle, extrato de neem 0,5% p.c. e metamidofós 0,125% p.c. (Tabela 1). A duração de uma geração ( $T$ ) de *P. nigrispinus* foi maior em plantas de soja pulverizadas com o extrato de neem 0,5% p.c. e menor no tratamento metamidofós 0,125% p.c. (Tabela 1).

A fertilidade específica das fêmeas ( $m_x$ ) de *P. nigrispinus* no controle, extrato de neem 0,5% p.c. e metamidofós 0,125% p.c. mostrou pico de produção de descendentes no início do período reprodutivo desse predador entre os 14 e 21 dias da fase adulta (semana 2 e 3), com um segundo pico, no final do período reprodutivo aos 91 dias da fase adulta (semana treze) no controle (Figura 1). A fertilidade específica de *P. nigrispinus* foi maior entre 28 e 35 dias da fase adulta (semanas 4 e 5) nos tratamentos metamidofós 0,25% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c./ha e extrato de neem 1,0% p.c./ha (Figura1).

As curvas de sobrevivência ( $lx$ ) de *P. nigrispinus* foram semelhantes entre tratamentos, com classes de idade de 14, 13, 11, 12, 11 e sete semanas no controle, extrato de neem 1,0% e 0,5% p.c., metamidofós 0,125% e 0,25% p.c. e imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., respectivamente (Figura 1).

## DISCUSSÃO

A taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) de *P. nigrispinus* foi maior com extrato de neem 0,5%, mas, com efeito, deletério nos tratamentos com o extrato de neem 1,0% p.c., metamidofós 0,125% e 0,250% p.c. e imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., após exposição com esses inseticidas no segundo estágio. O  $R_o$  do óleo de neem 0,5% demonstra maior aumento do crescimento populacional de *P. nigrispinus*, sendo considerado o melhor parâmetro para se comparar o crescimento populacional de uma espécie, por expressar sua verdadeira capacidade de aumento ao considerar a duração média de geração e a razão sexual da progênie (número de fêmeas/fêmea/dia) (Price 1997). O maior valor de  $R_o$  com extrato de neem 0,5% pode caracterizar hormese, que é a melhoria da performance de um organismo submetido a doses subletais de uma substância nociva (Calabrese & Baldwin 1997, 2003). O predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), com maior valor de  $R_o$  de acordo com a dieta (Assis Junior *et al.* 1998) mostrou hormese, ou seja, estímulo de sua performance quando submetido a doses subletais de permetrina (Zanuncio *et al.* 2005).

Os valores semelhantes das taxas infinitesimais de aumento populacional ( $r_m$ ) de *P. nigrispinus* no controle, extrato de neem 0,5% e 1,0% e metamidofós 0,125% sugere efeito negativo dos demais tratamentos. Entretanto, o  $r_m$  de *P. nigrispinus* foi menor em plantas de algodoeiro da variedade CNPA precoce 1, com teor médio do composto inseticida gossipol ( $r_m = 0,119$ ) (Oliveira *et al.* 2002) e ( $r_m = 0,1331$ ) em condições

ambientais com temperaturas mais elevadas (Evangelista Jr. *et al.* 2004). Os  $r_m = 0,09$  no controle, extrato de neem 0,5 e 1,0% e metamidofós 0,125% indica o possível sucesso de *P. nigrispinus* por representar sua habilidade de aumento populacional de forma logarítmica em um ambiente (Rodrigues *et al.* 2003). Esse parâmetro é mais preciso para medir o efeito tóxico de substâncias e estimar a concentração letal (Stark & Banks 2003), por relacionar a  $R_o$  com a duração de uma geração ( $D$ ) (Ferreira 2003).

As maiores taxas finitas de aumento ( $\lambda$ ) de *P. nigrispinus* na testemunha (1,09) e com extrato de neem 0,5% (1,09) ou metamidofós 0,125% (1,09) mostram que esse predador agrega mais de uma fêmea por fêmea, de uma geração para outra e evidencia ausência de impacto dessas doses dos inseticidas na reprodução desse predador. No campo, os inimigos naturais estão sujeitos a fatores ecológicos que podem alterar sua capacidade reprodutiva (Rodrigues *et al.* 2003), sendo importante pelo fato de maior taxa finita de aumento ( $\lambda$ ) se correlacionar com o número de fêmeas adicionados à população por unidade de tempo (Vivan *et al.* 2002, Ferreira 2003).

O menor tempo médio de uma geração ( $T$ ) de *P. nigrispinus* com metamidofós 0,125% e menor tempo necessário para esse predador duplicar a população ( $D$ ) no controle, extrato de neem 0,5% ou com metamidofós 0,125% são importantes para o bom desempenho desse predador no controle biológico, e para a obtenção do maior número de indivíduos em menor espaço de tempo. Os maiores valores de  $D$  para *P. nigrispinus* com metamidofós 0,125%, quando avaliados conjuntamente com os valores mais baixos da taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ), indica que pode apresentar uma prole pequena, com menores chances de originarem fêmeas (Ferreira 2003). Menores valores de  $D$  são importantes para inimigos naturais por se obter maior número de gerações por tempo, o que compensaria menores  $R_o$  e  $r_m$  (Zanuncio *et al.* 2005). Esses valores

mostram o número de gerações no intervalo de um ano e quanto menor o tempo de geração, maior será o número de gerações (Vivan *et al.* 2002).

*Podisus nigrispinus* apresentou pico de fertilidade específica ( $m_x$ ) no início do período reprodutivo de suas fêmeas nos tratamentos controle, extrato de neem 0,5% e metamidofós 0,125%, como relatado para esse predador alimentado com *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), com pico reprodutivo no início da fase adulta das fêmeas e declínio rápido aos 61 dias de vida das mesmas (Vivan *et al.* 2002).

O extrato de neem 0,5% e o inseticida metamidofós 0,125% foram compatíveis com *P. nigrispinus*, indicando que podem ser utilizados em programas de controle biológico na cultura da soja. Entretanto, os inseticidas I + B 0,357%, metamidofós 0,25% e extrato de neem 1,0% apresentaram maior impacto por contato e fitofagia para o segundo estágio de *P. nigrispinus*, com menor fertilidade associada à menor sobrevivência dos adultos de *P. nigrispinus*.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis Junior, S.L., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & R.N.C. Guedes. 1998.** Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. *Journal of Tropical Ecology* 40: 85-88.
- Bauer, F.C. & C.G. Raetano. 2004.** Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. *Planta Daninha* 22: 275-284.
- Calabrese, E.J. & L.A. Baldwin. 1997.** A quantitatively-based methodology for the evaluation of chemical hormesis. *Human and Ecological Risk Assessment* 3: 545-554.
- Calabrese, E.J. & L.A. Baldwin. 2003.** Hormesis: The dose-response revolution. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology* 43: 175–197.
- Coll, M. & M. Guershon. 2002.** Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology* 47: 267-297.
- De Nardo, E.A.B., A.H.N. Maia & M.A. Watanabe. 2001.** Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using 63 the fertility life table parameters. *Environmental Entomology* 30: 1164-1173.
- Embrapa Soja. 2006.** Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005. Londrina: Embrapa Soja, 239 p.
- Evangelista Jr. W.S., M.G.C. Gondim-Junior, J.B. Torres & E.J. Marques. 2004.** Fitofagia de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro e plantas daninhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 413-420.

- Ferreira, A.M.R.M. 2003.** Desenvolvimento e reprodução do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo. Tese de Doutorado – UFV, 80p.
- Gonring, A.H.R., M.C. Picanço, G.L.D. Leite, F.A. Suinaga & J.C. Zanuncio. 2003.** Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. Revista *Árvore* 27: 263- 268.
- Kumar, P., H.M. Poehling & C. Borgemeister. 2005.** Effects of different application methods of azadiracthin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. *Journal of Applied Entomology* 129:489-497.
- Lemos, W.P., R.S. Medeiros, F.S. Ramalho & J.C. Zanuncio. 2001.** Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *International Journal of Pest Management* 47: 89-93.
- Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz & C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93: 511-518.
- Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & I. Cruz. 2002.** Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 917-924.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos & J.C. Zanuncio. 2000.** Age dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology* 124: 319-324.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, J.C. Zanuncio. 2000 & J.E. Serrão. 2003a.** Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed

with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. Journal of Applied Entomology 127: 209-213.

**Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, J.E. Serrão. & J.C. Zanuncio. 2003b.** Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the Noctuidae larva *Alabama argillacea*. Biocontrol 48: 695-704.

**Oliveira, J.E.M., J.B. Torres, A.F. Carrano-Moreira & F.S. Ramlho. 2002.** Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37: 7-14.

**Oliveira, H.N., D. Pratisoli, E.P. Pedruzzi & M.C. Espindula. 2004.** Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39:947-951.

**Oliveira, I., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão, T.V. Zanuncio, T.B.M. Pinon & M.C.Q. Fialho. 2005.** Effect of female weight on reproductive potential of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae). Brazilian Archives of Biology and Technology 48: 295-301.

**Ostman O., B. Ekbom & J. Bengtsson. 2003.** Yield increase attributable to aphid predation by ground-living polyphagous natural enemies in spring barley in Sweden. Ecological Economics 45:149-158.

**Price, P.W. 1997.** Population dynamics: Conceptual aspects. In: Insect Ecology. 3<sup>rd</sup>.ed. John Wiley, New York, 874p.

**Rodrigues, S.M.M., V.H.P. Bueno & M.V. Sampaio. 2003.** Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). Revista Brasileira de Entomologia 47: 637-642.

- SAS INSTITUTE. 1991.** SAS/GRAPH software: usage, version 6, 1st ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Sosa-Gomez, D.R., I.C. Corso & L. Morales. 2001.** Insecticide resistance to endosulfan, monocrotophos and metamidophos in the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). *Neotropical Entomology* 30: 317-320.
- Stark, J.D. & J.E. Banks. 2003.** Population-level effects of pesticides and other 66 toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology* 48:505-19.
- Toews, M.D. & B. Subramanyam. 2003.** Contribution of contact toxicity and wheat condition to mortality of stored-product insects exposed to spinosadt. *Pest Management Science* 59:538-544.
- Torres, J.B., C.S.A Silva-Torres, M.R. Silva & J.F. Ferreira. 2002.** Compatibilidade de inseticidas e acaricidas com o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology* 31: 311-317.
- Vivan, L.M., J.B. Torres, R. Barros & A.F.S.L. Veiga. 2002.** Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y de la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernadero. *Revista de Biología Tropical* 50: 145-153.
- Wittmeyer, J.L. & T.A. Coudron. 2001.** Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. *Journal of Economic Entomology* 94: 1344-1352.
- [www.bioneem.com.br/](http://www.bioneem.com.br/) Informações extraídas do site oficial da Bioneem: [www.bioneem.com.br/](http://www.bioneem.com.br/) 25 de fevereiro de 2008.
- Zanuncio, J.C., J. Didonet, G.P. Santos & T.V. Zanuncio. 1992.** Determinação da idade ideal para acasalamento de fêmeas de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891

(Hemiptera: Pentatomidae) visando uma criação massal. Revista Árvore 16: 362-367.

**Zanuncio, J.C., J.B. Alves; T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. Forest Ecology and Management 65: 65- 73.

**Zanuncio, J.C., M.C. Lacerda, J.S. Zanuncio Junior, T.V. Zanuncio, A.M.C. Silva & M.C. Espindula. 2004.** Fertility table rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. Annals of Applied Biology 144: 357-361.

**Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão, R.S. Medeiros, T.B.M. Pinon & C.A.Z. Sedyama. 2005.** Fertility and life expectancy of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to sublethal doses of permethrin. Biological Research 38: 31-39.

Tabela 1 - Parâmetros da tabela de fertilidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nos tratamentos controle (água), extrato de neem (N 0,5% e N 1,0% p.c./ha), metamidofós (M 0,125% e M 0,250% p.c./ha) e imidaclopride + beta-ciflutrina (I + B 0,357% p.c./ha) por exposição foliar (contato e fitofagia) no segundo estágio em plantas de soja em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais

Tratamentos	$R_o^*$	$T$	$D$	$r_m$	$\lambda$
T1 - Controle	63,58 ± 8,34 ab	46,21 ± 2,37 ab	7,67 ± 0,27 c	0,09 ± 0,003 a	1,09 ± 0,003 a
T2 - N 0,5 %	79,61 ± 10,18 a	49,04 ± 1,65 a	7,74 ± 0,18 c	0,09 ± 0,002 a	1,09 ± 0,002 a
T3 - N 1,0 %	47,17 ± 6,38 c	47,58 ± 1,32 ab	8,54 ± 0,28 b	0,08 ± 0,003 b	1,08 ± 0,003 b
T4 - M 0,125%	50,71 ± 7,20 bc	44,24 ± 1,71 b	7,77 ± 0,18 c	0,09 ± 0,002 a	1,09 ± 0,002 a
T5- M 0, 250%	17,91 ± 4,71 d	47,64 ± 3,78 ab	11,23 ± 0,49 a	0,06 ± 0,003 c	1,06 ± 0,003 c
T6- I + B 0, 357%	30,91 ± 13,46 cd	50,14 ± 3,18 ab	9,73 ± 0,96 b	0,07 ± 0,007 bc	1,07 ± 0,007 bc

\*Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem entre si pelo teste “t” (P= 0,05).

$R_o$ = taxa líquida de reprodução;  $T$ = duração de uma geração;  $D$ = tempo para dobrar a população;  $r_m$ = taxa infinitesimal de crescimento populacional e  $\lambda$ = taxa finita de aumento populacional.

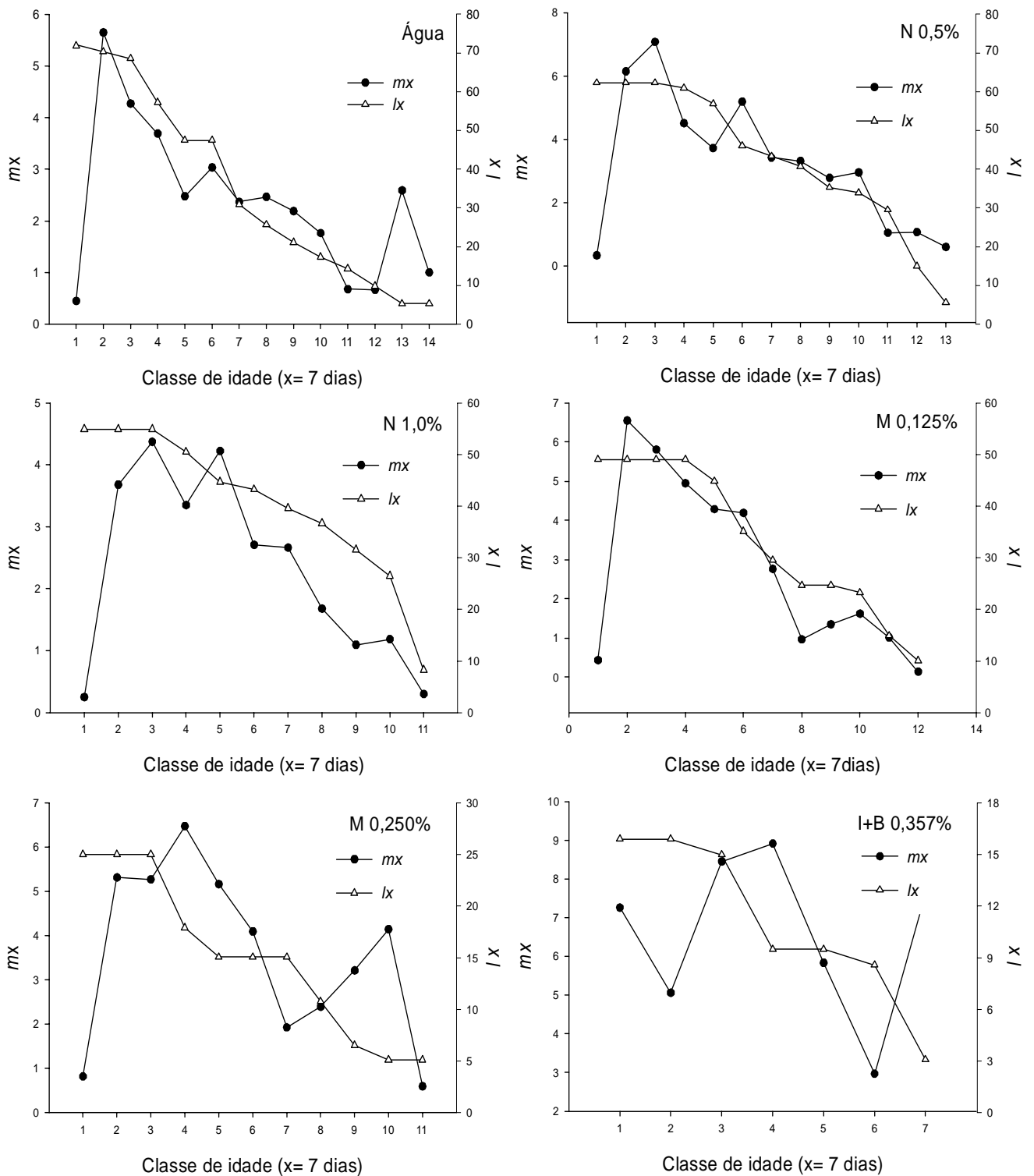


Figura 1 - Sobrevivência ( $l_x$ ) e fertilidade específica ( $m_x$ ) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nos tratamentos controle (água), extrato de neem (N 0,5% e N 1,0% p.c.), metamidofós (M 0,125% e M 0,250% p.c.) e imidaclopride + beta-ciflutrina (I + B 0,357% p.c.) por exposição foliar (contato e fitofagia) no segundo estágio em plantas de soja em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais.

### **3° ARTIGO**

**Toxicidade Tópica do Extrato de Neem (*Azadirachta indica*) às Ninfas  
de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)**

**RESUMO** – O uso de extratos de sementes de neem em agroecossistemas pode causar mortalidade e/ou afetar características biológicas de organismos não-alvo, como predadores generalistas. O objetivo desse trabalho foi avaliar, em laboratório, a toxicidade da aplicação tópica de 1 µL de solução de extrato de neem, nas concentrações de 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0% e na testemunha sem aplicação do extrato, em ninfas de terceiro estágio do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). A mortalidade aguda, após a exposição tópica no terceiro estágio ninfal desse predador ao extrato de neem, foi de 0,0; 15,38; 15,38; 19,23; 19,23; 38,46 e 34,61%, respectivamente, nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0%, demonstrando baixa toxidez aguda a ninfas de *P. nigrispinus*. A mortalidade desse predador aumentou nos quarto e quinto estádios, atingindo 8,60; 23,07; 26,92; 34,61; 38,46; 46,15 e 53,84% no final da fase ninfal, nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0% respectivamente, de extrato de neem, demonstrando ação crônica desse óleo. *P. nigrispinus* apresentou anomalias nas asas e pernas, pela ação tópica do extrato de neem, o que pode afetar sua locomoção e reprodução, principalmente nas concentrações 33,0 e 50,0%. O extrato de neem foi seletivo após a aplicação tópica em ninfas do predador *P. nigrispinus*, especialmente nas concentrações até 25,0%, o que pode contribuir para a conservação desse inimigo natural em agroecossistemas.

**PALAVRAS-CHAVES:** Deformações, inseticida botânico, percevejo predador, seletividade.

## INTRODUÇÃO

O uso intensivo de inseticidas sintéticos não satisfaz, em geral, os critérios de manejo integrado de pragas, o que tem levado ao maior interesse por inseticidas naturais. A nicotina, rotenona, piretrina natural e componentes do neem (*Azadirachta indica*), são os inseticidas botânicos mais estudados (Mordue & Nisbet 2000; Martinez & van Enden 2001). Os extratos de neem estão sendo estudados em programas de manejo integrado de pragas em várias culturas, por apresentarem compostos com toxicidade a insetos e ácaros pragas (Prates *et al.* 2003, Mitcheli *et al.* 2004, Mourão *et al.* 2004, Kumar *et al.* 2005, Venzon *et al.* 2007).

Extratos de neem contêm compostos químicos com propriedades inseticidas de rápida e completa degradação no ambiente (Silva *et al.* 2007), baixo risco para indução à resistência de pragas e toxicológico para humanos (Raizada *et al.* 2001). Seu principal composto ativo é a azadirachtina que é tóxica para, aproximadamente, 500 espécies de insetos agindo, principalmente, como regulador de crescimento e inibidor de alimentação de imaturos (Mordue & Nisbet 2000). Além disso, pode causar esterilidade e redução de fecundidade e longevidade de machos e fêmeas de insetos (Mordue & Nisbet 2000, Martinez & van Enden 2001).

A azadirachtina apresenta maior toxicidade por ingestão que por contato, o que a torna mais seletiva à inimigos naturais, especialmente os que não se alimentam das plantas (Lowery & Isman 1995, Akol *et al.* 2002). Além disso, 90% da azadirachtina é eliminada do corpo do inseto fitófago até sete horas após a ingestão (Rembold 1995), o que reduz a possibilidade de obtenção desse composto por inimigos naturais, ao se alimentarem de presas.

A maioria das estratégias de controle de pragas, com extratos de neem, consiste na aplicação foliar desses produtos (Kumar *et al.* 2005), o que pode atingir e reduzir populações de espécies não-alvos como percevejos predadores, especialmente, pela alta

dispersão dos mesmos nos agroecossistemas (Sant'ana *et al.* 1997, Torres *et al.* 2002a). Isto mostra a necessidade de estudos para elucidar a ação dos extratos de neem em inimigos naturais e fornecer subsídios para recomendações desses produtos em programas de manejo integrado de pragas.

Percevejos predadores são importantes no controle biológico natural e aplicado, por alimentarem-se de grande número de insetos pragas, principalmente, das ordens Lepidoptera e Coleoptera (Zanuncio *et al.* 1994, Cividanes & Barbosa 2001). As espécies mais importantes desse grupo no Brasil são do gênero *Podisus* (Zanuncio *et al.* 1994), destacando-se *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) como uma das principais espécies desse grupo em plantas de soja, mandioca, trigo, café, algodão, pinus e eucalipto (Cividanes & Barbosa 2001).

O objetivo desse estudo foi avaliar a toxicidade da aplicação tópica de diferentes concentrações do extrato de neem (Bioneem Vegetal) na sobrevivência e desenvolvimento ninfal de *P. nigrispinus*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi realizado em sala climatizada com temperatura de  $25,0 \pm 4^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 4\%$  e fotofase de 12 horas. Os ovos de *P. nigrispinus* foram obtidos da criação massal do laboratório de Controle Biológico, do Insetário da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais.

Os ovos de *P. nigrispinus* foram colocados em placas de Petri (9 x 1,5 cm) contendo em seu interior um chumaço de algodão umedecido com água aderido a parte superior interna das tampas para manter a umidade e fornecer água às ninfas desse predador. Após a passagem para o segundo estágio, as ninfas desse predador foram

alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), sendo substituídas a cada 48 horas.

Ninfas de terceiro estágio de *P. nigrispinus* foram separadas em duplas e usadas para montagem do experimento. Essas ninfas receberam aplicação tópica de extrato de neem dissolvido em glicerina líquida neutra, com 1 µl de solução do produto Bioneem Vegetal, um dia após a muda sobre o escutelo de cada inseto.

O Bioneem Vegetal é um produto orgânico brasileiro, composto por óleo emulsionável obtidos da prensagem de sementes de neem a frio sem adição de solventes ou agrotóxicos e certificado como inseticida natural com propriedades repelentes pela Ecocert (BIONEEM 2008).

As concentrações foram de 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0% do Bioneem Vegetal dissolvido em glicerina líquida neutra, além de dois tratamentos-controle com ou sem a aplicação de 1µL de glicerina.

O delineamento experimental foi, inteiramente, casualizado com 26 repetições, tendo cada uma duas ninfas, totalizando 52 ninfas por tratamento. O desenvolvimento das ninfas e de adultos de *P. nigrispinus* foi acompanhado diariamente. Curvas de dose-resposta estimadas foram traçadas para representar a ação tópica do óleo emulsionável de neem e usadas para estimar a seletividade às ninfas de *P. nigrispinus*.

A mortalidade ninfal, duração do quarto e quinto estágio e a massa corpórea dos adultos foram determinadas com balança analítica de precisão por tratamento e, também, o número de adultos deformados de *P. nigrispinus*, logo após a emergência. Os resultados da mortalidade ninfal foram analisados com ajuste do modelo de regressão logística com o programa estatístico SAS (SAS Institute 1995). As variáveis relacionadas ao desenvolvimento ninfal de *P. nigrispinus* foram submetidos à análise de variância e

ao teste de Dunnett com o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas versão 9.0 (SAEG/UFV 2005).

## RESULTADOS

A mortalidade no terceiro estágio de *P. nigrispinus*, após a exposição ao extrato de neem, foi diretamente proporcional às concentrações de neem com valores de 15,38; 15,38; 19,23; 19,23; 28,46 e 34,61% (CV= 65,884;  $F_{7,200} = 3,246$ ;  $p = 0,00278$ ) nas concentrações de 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0%, respectivamente, e zero no tratamentos-controle, com ou sem aplicação de 1 $\mu$ L de glicerina líquida neutra (Figura 1A), demonstrando reduzida toxicidade aguda do óleo de neem. Entretanto, essa mortalidade aumentou no quarto (Figura 1B) e quinto estádios para 23,07; 26,92; 34,61; 38,46; 46,15 e 53,84% (CV= 57,344;  $F_{7,200} = 2,936$ ;  $p = 0,00467$ ) nas respectivas concentrações do extrato de neem e 8,60% no tratamento controle (Figura 1C), por ação crônica desse extrato às ninfas de *P. nigrispinus*.

A duração dos estádios de *P. nigrispinus* foi semelhante nas doses testadas do extrato de neem e na testemunha, exceto nas doses de 50 e 33% que apresentaram maior duração dos quarto e quinto estádios, respectivamente (Tabela 1).

O extrato de neem não afetou o peso de machos e fêmeas de *P. nigrispinus* (Tabela 2). Entretanto, esse predador apresentou anomalias (Figuras 2 e 3) nas asas e pernas as quais foram mais freqüentes e graves nos tratamentos com 33 e 50% do extrato (Figuras 2, 3a e 3b) o que provavelmente, pode afetar a locomoção e reprodução desse predador.

## DISCUSSÃO

A reduzida toxicidade aguda, principalmente, nas concentrações até 25,0% do extrato de neem, demonstrou tolerância de *P. nigrispinus* pela sobrevivência de ninfas de terceiro estágio, provavelmente devido ao seu estágio de desenvolvimento e às condições nutricionais (Blau *et al.* 1978). A mortalidade de insetos-praga foi observada em doses entre 0,1 e 10,0% de extrato de neem (Tedeschi *et al.* 2001, Calvo & Molina 2003, Durmusoglu *et al.* 2003, Masood *et al.* 2006, Singha *et al.* 2007, Venzon *et al.* 2007). O Bioneem Vegetal, em concentrações inferiores a 25,0%, pode ser considerado seletivo para *P. nigrispinus*. Baixas toxicidades agudas de extratos de neem foram observadas no desenvolvimento larval de *Dicyphus tamaninii* (Wagner) (Castañe *et al.* 1996), *Orius laevigatus* (Fieber) (van de Veire *et al.* 1996) e *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Mansour *et al.* 1997).

O aumento da mortalidade de *P. nigrispinus*, nos quarto e quinto estádios, com o Bioneem Vegetal evidencia ação crônica sobre esse predador. Oitenta por cento das lagartas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) não atingiram o estágio pupal após aplicação de 0,5 ppm de azadirachtina e apresentaram 100% de mortalidade com 1,0 ppm desse composto (Martinez & van Enden 2001). A mortalidade crônica de *S. littoralis* foi associada, principalmente, à inibição alimentar do inseto após contato com o extrato de neem (Martinez & van Enden 2001). O predador *Macrolophus caliginosus* (Wagner) (Heteroptera: Miridae) teve toxicidade crônica semelhante, nos estágios ninfais, em testes de doses-resposta com diferentes extratos de neem comercializados na Alemanha (Tedeschi *et al.* 2001). O extrato de sementes de neem, nas concentrações de 0,05 e 0,1 g/litro de azadiractina, reduziram o crescimento populacional de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e apresentou efeitos

letais e subletais ao predador *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) em laboratório (Venzon *et al.* 2007).

A maior duração do quarto estágio de indivíduos sobreviventes de *P. nigrispinus* ao extrato de neem, na dose de 50,0%, e no quinto na de 33,0% mostra susceptibilidade desse predador a esse produto. *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) apresentou maior duração do terceiro estágio após exposição à deltametrina por contato tarsal (Tillman & Mullinix 2004) e maior duração do quinto estágio após contato com o teflubenzuron (Mohaghegh *et al.* 2000). No entanto, ninfas desse predador foram mais susceptíveis ao lambda-cialotrina por contato tarsal que por ingestão (Vandekerkhove & De Clercq 2004). O aumento da duração da fase ninfal de *P. nigrispinus*, nas doses de 33,0 e 50,0% do extrato de neem, pode afetar o desempenho reprodutivo desse predador, com fêmeas provenientes de indivíduos com fase mais curta depositando maior número de ovos (Medeiros *et al.* 2003). Além disso, as deformidades apresentadas nessas doses podem, também, prejudicar sua reprodução.

O fato do peso de machos e fêmeas de *P. nigrispinus* não ter sido afetado pela aplicação tópica do extrato de neem no terceiro estágio desse predador sugere recuperação dos indivíduos sobreviventes. No entanto, machos e fêmeas originadas de ninfas de *P. nigrispinus* submetidas ao inseticida thiamethoxam no terceiro estágio apresentaram pesos inferiores à testemunha (Torres *et al.* 2002b). Isto é importante, pois o peso de fêmeas de Asopinae apresentam relação positiva com sua taxa reprodutiva (Oliveira *et al.* 2005).

A ocorrência de anomalias nas asas de adultos de *P. nigrispinus*, após aplicação do extrato de neem em estágios imaturos desse predador é semelhante ao observado para insetos da família Coccinellidae (Schmutterer 1990, Peveling & Ely 2006),

*Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) (Vogt *et al.* 1998), *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) (Spollen & Isman 1996) e *Macrolopus caliginosus* (Wagner)(Neuroptera: Chrysopidae) (Tedeschi *et al.* 2001). Ninfas do percevejo fitofago *Nezara viridula* (Linnaeus) (Heteroptera: Pentatomidae), expostas por contato e fitófagia na superfície de plantas pulverizadas com produtos comerciais de extrato de neem, apresentaram menor alimentação e deformidades nas antenas, ocelos, tarsos, glândulas odoríferas, escutelo e genitália (Abudulai *et al.* 2003, Durmusoglu *et al.* 2003, Riba *et al.* 2003) e nas parte bucais, além de inibição de alimentação e mortalidade em vários estádios (Singha *et al.* 2007).

Inseticidas fitoquímicos devem ser eficientes para pragas e não afetarem predadores. Por isto, as anomalias, de asas e pernas de *P. nigrispinus* devido à aplicação tópica do extrato de neem, com maior frequência e mais graves com 33,0 e 50,0% do extrato, pode reduzir a locomoção e reprodução desse predador. O extrato de neem foi seletivo a *P. nigrispinus*, após a aplicação tópica em suas ninfas, especialmente nas concentrações de até 25,0%, o que pode contribuir para a conservação desse inimigo natural.

### **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abudulai M., B.M. Shepard & P.L. Mitchell. 2003.** Antifeedant and toxic effects of a neem (*Azadirachta indica* A. Juss) based formulation Neemix against *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science* 38: 398–408.
- Akol, A.M., S. Sithanatham, P.G.N. Njagi, A. Varela & J.M. Mueke. 2002.** Relative safety of sprays of two neem insecticides to *Diadegma mollipla* (Holmgren), a parasitoid of the diamondback moth: effects on adult longevity and foraging behavior. *Crop Protection* 21:853-859.
- bioneem.com.br. Itinga - MG. 2008.** [acesso: 25 de fevereiro de 2008]. Disponível em: [www.bioneem.com.br](http://www.bioneem.com.br).
- Blau, P.A., P. Feeny & L. Contardo. 1978.** Allylglucosinolate and herbivorous caterpillars: A contrast in toxicity and tolerance. *Science* 200: 1296-1298.
- Calvo, D. & J.M. Molina. 2003.** Effects of a commercial neem (*Azadirachta indica*) extract on *Streblote panda* larvae. *Phytoparasitica* 31: 365-370.
- Castañe, C., O.J. Arinã & J. Arnoa. 1996.** Toxicity of some insecticides and acaricides to the predatory bug *Dicyphus tamaninii* (Heteroptera: Miridae). *Entomophaga* 41: 211-216.
- Cividanes, F.J. & J.C. Barbosa. 2001.** Efeitos do plantio direto e da consorciação soja-milho sobre inimigos naturais e pragas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36: 235-241.
- Durmusoglu E., Karsavuran Y., I. Ozgen & A. Guncan. 2003.** Effects of two different neem products on different stages of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae). *Journal of Pesticide Science* 76: 151–154.

- Kumar, P., H.M. Poehling & C. Borgemeister. 2005.** Effects of different application methods of azadirachtin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. *Journal of Applied Entomology* 129: 489-497.
- Lowery, D.T & M.B. Isman. 1995.** Toxicity of neem to natural enemies of aphids. *Phytoparasitica* 23: 297-306.
- Mansour, F.A., Ascher, K.R.S. & F. Abo-Moch. 1997.** Effects of Neemgard on phytophagous and predacious mites and on spiders. *Phytoparasitica* 25: 333-336.
- Martinez, S.S. & van Endem H.F. 2001.** Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* caused by azadirachtin. *Neotropical Entomology* 30: 113-125.
- Masood K.K., ur-Rashid M., Syed A. S. Hussain & T. Islam. 2006.** Comparative effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) oil, neem seed water extract and baythroid tm against whitefly, jassids and thrips on cotton. *Pakistan Entomologist* 28: 31-37.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, J.E. Serrão. & J.C. Zanuncio. 2003.** Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the Noctuidae larva *Alabama argillacea*. *Biocontrol* 48: 695-704.
- Mitcheli, P.L., R. Gupta, A.K. Singh & P. Kumar. 2004.** Behavioural and development effects of neem extracts on *Clavigralla scutellaris* (Hemiptera: Heteroptera: Coreidae) and its egg parasitoid, *Gryon fulviventre* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Economic Entomology* 97: 916-923.
- Mohaghegh, J., P. De Clercq & L. Tirry. 2000.** Toxicity of selected insecticides to the spinner soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biocontrol Science and Technology* 10: 33-40.

- Mordue, A.J.L. & A.J. Nisbet. 2000.** Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29: 615-632.
- Mourão, S.A., J.C.T. Silva, R.N.C. Guedes, M. Venzon, G.N. Jham, C.L. Oliveira & J.C. Zanuncio. 2004.** Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Mina) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology* 33: 613-617.
- Peveling, R. & S.O. Ely. 2006.** Side-effects of botanical inseticidas derived from Meliaceae on coccinellid predators of the date palm sacale. *Crop Protection* 25: 1253-1258.
- Prates, H.T., P.A. Viana & J.M. Waquil. 2003.** Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 437-439.
- Raizada, R.B., M.K. Srivastava, R.A Kaushal & R.P. Singh. 2001.** Azadirachtin, a neem biopesticide: subchronic toxicity assessment in rats. *Food and Chemical Toxicology* 39: 477-483.
- Rembold, H. 1995.** Effect on viruses and organisms. Growth and metamorphosis, p.177-195. In H. Schmutterer (ed.), *The neem tree*, Weinheim, VHC, 696p.
- Riba M., J. Marti & A. Sans. 2003.** Influence of azadirachtin on development and reproduction of *Nezara viridula* L. (Het., Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology* 127: 37-41.
- SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genéticas (Versão 9.0). 2005.** Universidade Federal de Viçosa-UFV. Viçosa, MG.
- SAS Institute INC. SAS/Statm sas User’s Guide for Windows Environment, 6.11. 1995.** ed Cary: SAS Institute.

- Sant'ana, J., R. Bruni, A.A. Abdul-Baki & J.R. Aldrich. 1997.** Pheromone-induced movement of nymphs of the predator *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control* 10: 123-128.
- Schmutterer, H. 1990.** Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 35: 271-297.
- Silva, J.C.T., G.N. Jham, R.D.L. Oliveira & L. Brown. 2007.** Purification of the seven tetranortriterpenoids in neem (*Azadirachta indica*) seed by counter-current chromatography sequentially followed by isocratic preparative reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Science Direct* 1151: 203-210.
- Singha, A.V. Thareja & A.K. Singla. 2007.** Application of neem seed kernel extrats result in mouthpart deformites and subsequent mortality in *Nezara viricula* (L.) (Hem: Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology* 131: 197-201.
- Spollen, K.M. & M.B. Isman. 1996.** Acute and sublethal effects of a neem insecticide on the commercial biological control agent *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *Ecotoxicology* 89: 1379-1386.
- Tedeschi, R., A. Alma & L. Tavella. 2001.** Side-effects of three neem (*Azadirachta indica* A. Juss) products on the predator *Macrolophus caliginosus* Wagner (Het., Miridae). *Journal of Applied Entomology* 125: 397-402.
- Tillman, P.G. & B.G. Mullinix. 2004.** Comparison of susceptibility of pest *Euschistus servus* and *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) to selected insecticides. *Journal of Economic Entomology* 97: 800-806.
- Torres, J.B., W.S. Evangelista Jr., R. Barras & R.N.C. Guedes. 2002a.** Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs preying on tomato

- leafminer: effect of predator release time, density and satiation level. *Journal of Applied Entomology* 126: 326-332.
- Torres, J.B., C.S.A. Silva-Torres, M.R. Silva & J.F. Ferreira. 2002b.** Compatibilidade de inseticidas e acaricidas com o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology* 31: 311-317.
- Vandekerkhove, B. & P. De Clercq. 2004.** Effects of an encapsulated formulation of lambda-cyhalothrin on *Nezara viridula* and the predator *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Florida Entomologist* 87: 112-118.
- Van de Veire, M., G. Smagghe & D. Degheele. 1996.** Laboratory test method to evaluate the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Entomophaga* 41: 235-243.
- Venzon, M., M.C. Rosado, A. Pallini, A. Fialho & C.J. Pereira. 2007.** Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis connexa*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 627-631.
- Vogt, H., M. Gonzáles, A. Adán, G. Smagghe & E. Viñauela. 1998.** Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas juvenes del predador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Boletín Sanidad Vegetal-Plagas* 24: 67-78.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management* 65: 65-73.

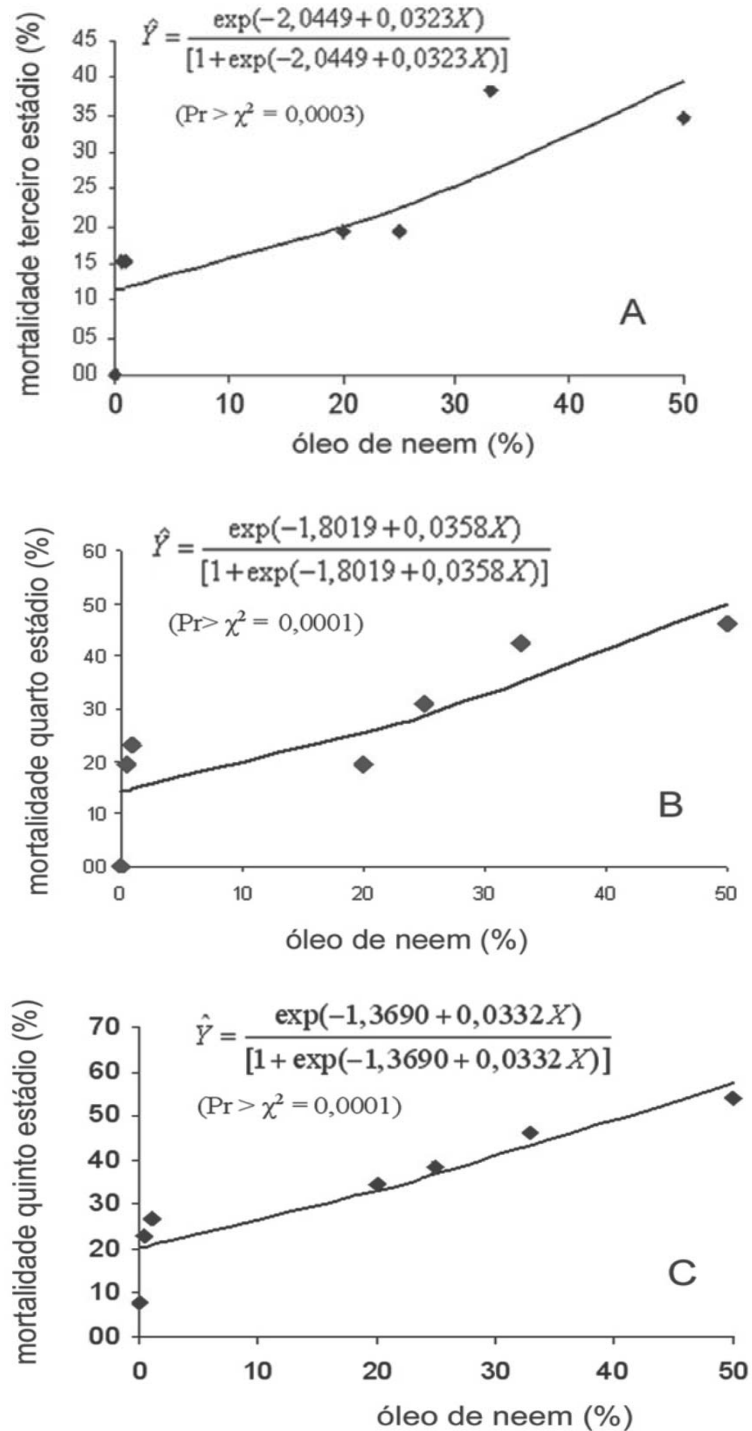


Figura 1 - Mortalidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) no terceiro (A) (CV= 65,884;  $F_{7,200} = 3,246$ ;  $p = 0,00278$ ), quarto (B) (CV= 55,336;  $F_{7,200} = 3,246$ ;  $p = 0,00589$ ) e quinto estádios (C) (CV= 57,344;  $F_{7,200} = 2,936$ ;  $p = 0,00467$ ) após aplicação tópica do extrato de neem no terceiro estágio,  $25 \pm 4^\circ\text{C}$  temperatura,  $70 \pm 5\%$  U.R. e 12 horas de fotofase.

Tabela 1 - Duração (média  $\pm$  erro padrão) (dias) dos quarto (CV= 30,489;  $F_{7,137}= 1,461$ ;  $p= 0,00467$ ) e quinto (CV= 23,154;  $F_{7,137}= 3,193$ ;  $p= 0,00366$ ) estádios de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) após aplicação tópica do extrato de neem,  $25 \pm 4^\circ\text{C}$  temperatura,  $70 \pm 5\%$  U.R. e 12 horas de fotofase

Extrato de neem (%)	Quarto estágio	Quinto estágio
0,0	3,48 $\pm$ 0,18 a	5,00 $\pm$ 0,23 a
0,5	3,74 $\pm$ 0,25 a	5,94 $\pm$ 0,30 a
1,0	3,42 $\pm$ 0,25 a	5,11 $\pm$ 0,25 a
20,0	3,70 $\pm$ 0,21 a	4,84 $\pm$ 0,26 a
25,0	3,23 $\pm$ 0,32 a	4,62 $\pm$ 0,20 a
33,0	3,05 $\pm$ 0,21 a	6,07 $\pm$ 0,47 b
50,0	3,95 $\pm$ 0,20 b	5,07 $\pm$ 0,26 a

Médias seguidas de mesma letra, por coluna, não diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Peso (média  $\pm$  erro padrão) (mg) de adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) após aplicação tópica do extrato de neem no terceiro estágio,  $25 \pm 4^\circ\text{C}$  temperatura,  $70 \pm 5\%$  U.R. e 12 horas de fotofase

Extrato de neem (%)	Peso de fêmeas (CV= 14,892; $F_{7,77}= 1,574$ ; $p= 0,15587$ )	Peso de machos (CV= 12,497; $F_{7,49}= 0,685$ ; $p= *****)$
0,0	63,1 $\pm$ 1,99 *	46,0 $\pm$ 0,64 *
0,5	61,4 $\pm$ 1,97	43,6 $\pm$ 1,72
1,0	63,0 $\pm$ 1,34	44,9 $\pm$ 1,98
20,0	63,2 $\pm$ 3,89	45,4 $\pm$ 2,66
25,0	65,5 $\pm$ 3,01	44,9 $\pm$ 2,76
33,0	58,2 $\pm$ 3,43	43,2 $\pm$ 2,91
50,0	55,4 $\pm$ 2,24	46,5 $\pm$ 3,07

\* médias na mesma coluna não diferem da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

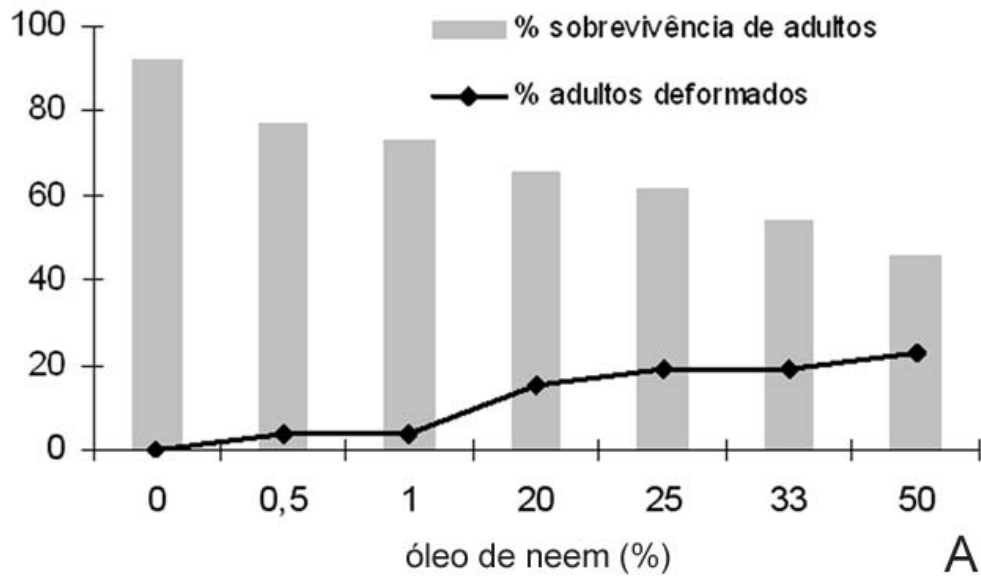


Figura 2 - Percentagem de adultos sobreviventes e deformados de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) após aplicação tópica de extrato de neem no terceiro estágio desse predador a  $25,0 \pm 4^\circ\text{C}$  de temperatura, umidade relativa de  $70 \pm 4\%$  e 12 horas de fotofase.



Figura 3 - Anomalias em adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) após aplicação tópica de extrato de neem no terceiro estágio desse predador a  $25,0 \pm 4,0^{\circ}\text{C}$  de temperatura, umidade relativa de  $70 \pm 4,0\%$  e 12 horas de fotofase. Deformidade no hemiélitro e nas asas (A) no terceiro par de pernas (B) e no escutelo (C e D).

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos foram conduzidos em casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético da Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) com fotoperíodo natural e em sala climatizada do laboratório de Controle Biológico do Insetário da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, com temperatura de  $25,0 \pm 4^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 4\%$  e fotofase de 12 horas. O objetivo foi avaliar a compatibilidade de inseticidas fitoquímicos ou sintéticos com o predador *P. nigrispinus* em programas de manejo integrado de pragas de soja.

A mistura imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. apresentou baixa seletividade por contato e fitofagia em plantas de soja para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, atingindo 70,0% de mortalidade.

Metamidofós, nas concentrações de 0,125 e 0,250% p.c., teve níveis de mortalidade de ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* de 43,25% e 61,25% após contato e fitofagia em plantas de soja.

O extrato de neem, nas concentrações de 0,5 e 1,0% p.c., foi seletivo para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, por contato e fitofagia em plantas de soja, mas esse extrato demonstrou toxidez crônica pelo aumento da mortalidade até o quinto estágio desse predador.

As taxas líquidas de reprodução ( $R_0$ ) e infinitesimais ( $r_m$ ) e finita ( $\lambda$ ) de aumento populacional de *P. nigrispinus* foram semelhantes no controle, extrato de neem 0,5% p.c. e metamidofós 0,125% p.c. e menores nos tratamentos com extrato de neem 1,0% p.c., imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c. e metamidofós 0,25% p.c., após contato e fitofagia em plantas de soja.

O período para *P. nigrispinus* dobrar sua população em número de indivíduos (*D*) foi maior com inseticidas imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., metamidofós 0,250% p.c. e extrato de neem 1,0% p.c. que nos outros tratamentos, após contato e fitofagia em plantas de soja.

A duração de uma geração (*T*) de *P. nigrispinus* após contato e fitofagia em plantas de soja foi maior em plantas de soja pulverizadas com extrato de neem 0,5% p.c. e menor no tratamento metamidofós 0,25% p.c.

As curvas de sobrevivência (*lx*) de *P. nigrispinus* foram semelhantes entre tratamentos, com classes de idade de 14, 13, 11, 12, 11 e sete semanas para o controle, extrato de neem 0,5 e 1,0%, metamidofós 0,125 e 0,25% e imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., respectivamente após contato e fitofagia em plantas de soja no segundo estágio.

Os inseticidas imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., metamidofós 0,25% p.c. e extrato de neem 1,0% p.c. mostraram impacto por contato e fitofagia, ao serem aplicados no segundo estágio de *P. nigrispinus*, com menores fertilidade e sobrevivência de adultos desse predador.

A mortalidade aguda de *P. nigrispinus*, após exposição tópica do extrato de neem no terceiro estágio, foi de 15,38; 15,38; 19,23; 19,23; 28,46 e 34,61%, respectivamente, nas concentrações 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0% p.c. e zero no controle, demonstrando baixa toxidez aguda.

A mortalidade ninfal de *P. nigrispinus* após exposição tópica ao extrato de neem no terceiro estágio, aumentou nos quarto e quinto estágios desse predador, atingindo 8,60; 23,07; 26,92; 34,61; 38,46; 46,15 e 53,84% no final da fase ninfal, nas

concentrações desse extrato 0,0; 0,5; 1,0; 20,0; 25,0; 33,0 e 50,0% p.c. respectivamente, demonstrando ação crônica.

O extrato de neem foi seletivo após a aplicação tópica em ninfas do predador *P. nigrispinus*, especialmente nas concentrações até 25,0% p.c., podendo assim contribuir para a conservação desse inimigo natural em agroecossistemas.

Adultos de *P. nigrispinus* expostos topicamente no terceiro estágio ninfal ao extrato de neem apresentaram anomalias nas asas e pernas, podendo afetar sua locomoção e reprodução, principalmente nos tratamentos com 33,0 e 50,0% p.c. do extrato.

Os inseticidas imidaclopride + beta-ciflutrina 0,357% p.c., metamidofós 0,25% p.c. e extrato de neem 1,0% p.c. demonstraram impacto por contato e fitofagia para ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus*, pela redução da fertilidade e sobrevivência dos adultos, o que pode reduzir sua população em programas de controle biológico na cultura da soja, enquanto o extrato de neem 0,5% p.c. e metamidofós 0,125% p.c. foram seletivos para esse predador. Entretanto, por ação tópica, o extrato de neem até a concentração de 25,0% p.c. foi seletivo às ninfas de *P. nigrispinus* e demonstrou menor toxicidade desse extrato para esse predador por ação tópica que por ingestão e contato.