

## CROP PROTECTION

### Toxicidade de Lufenurum para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae)

WALTER S. EVANGELISTA JR., CHRISTIAN S.A. SILVA-TORRES E JORGE B. TORRES

DEPA-Fitossanidade, UFRPE, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos 52171-900 Recife, PE  
e-mail: jtorres@bugs.ent.uga.edu

---

*Neotropical Entomology* 31(2): 319-326 (2002)

#### Toxicity of Lufenuron to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae)

**ABSTRACT** – This work investigated the susceptibility of the predatory stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas) to lufenuron using different insecticide concentrations and exposure methods. In laboratory, 5<sup>th</sup>-instar nymphs and adults were exposed to 0, 25, 50, 100, 150 and 200 mg a.i./l of lufenuron by topical exposure and by ingestion exposure through treated drinking water. In open-sided greenhouse, 5<sup>th</sup>-instar nymphs and adults were caged on cotton plants treated with lufenuron at the lowest and the highest recommended doses (10 and 50 g a.i./ha). Ingestion exposure was set up by providing the predator during five days a cotton leafworm caterpillar *Alabama argillacea* (Hübner), previously fed on treated cotton leaves. Ingestion and topical exposure caused severe mortality to nymphs at concentration over 50 and 150 mg a.i./l, respectively. In general, adults of the predator were not susceptible to the lufenuron. On the other hand, egg viability was significantly reduced at concentrations over 100 mg a.i./l. Nymphs caged on treated plants and fed on treated caterpillars did not reach adult stage, while nymphs exposed to residual contact were not affected. Three-day old females exposed to residual contact and to residual contact ingestion of lufenuron through contaminated caterpillars (10 g a.i./ha) restored their egg viability between the 3<sup>rd</sup>- and 4<sup>th</sup>-week of adult lifetime, while, females fed with treated caterpillars (50 g a.i./ha) showed egg viability lower than 10% during lifetime. These results show the importance of using lufenuron at the lowest recommended dose, as a conservation strategy for *P. nigrispinus*.

**KEY WORDS:** Asopinae, insecticides selectivity, predatory stinkbug, cotton.

**RESUMO** – Este trabalho investigou a suscetibilidade do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) ao lufenurum usando diferentes concentrações e métodos de exposição. Em laboratório, ninfas de 5<sup>o</sup> ínstar e adultos foram expostos a 0, 25, 50, 100, 150 e 200 mg i.a./l de lufenurum via tratamento tópico e ingestão de solução inseticida. Em casa telada, ninfas de 5<sup>o</sup> ínstar e adultos do predador foram confinados em plantas pulverizadas com as doses (10 e 50 g i.a./ha) recomendadas do lufenurum. A contaminação do predador por ingestão foi obtida fornecendo, durante cinco dias, uma lagarta do curuquerê-do-algodoeiro *Alabama argillacea* (Hübner) alimentada previamente com folhas pulverizadas. Ambas vias de contaminação, por ingestão e tópica, foram tóxicas para ninfas nas concentrações acima de 50 e 150 mg de i.a./l, respectivamente. Em geral, os adultos não foram suscetíveis ao lufenurum. Por outro lado, a viabilidade dos ovos foi reduzida a partir da concentração 100 mg i.a./l. Ninfas confinadas em plantas pulverizadas e alimentadas com lagartas tratadas não atingiram o estágio adulto, enquanto aquelas expostas apenas ao resíduo nas folhas não foram afetadas. Fêmeas expostas aos três dias de idade via contato residual e residual mais ingestão de lagartas tratadas (10 g i.a./ha) restauraram a viabilidade de ovos entre a 3<sup>a</sup> e a 4<sup>a</sup> semana da fase adulta, enquanto aquelas alimentando-se de lagartas tratadas (50 g i.a./ha) mantiveram a viabilidade dos ovos abaixo de 10% durante toda a vida. Estes resultados mostram a importância do uso da menor dose recomendada de lufenurum para a preservação de *P. nigrispinus*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Asopinae, seletividade de inseticidas, percevejo predador, algodoeiro.

---

No contexto do manejo integrado de pragas (MIP), preconiza-se a utilização de inseticidas menos tóxicos aos inimigos naturais. Os inseticidas reguladores de crescimento

(IRC) apresentam inúmeras vantagens sobre os inseticidas convencionais por serem produtos de baixa toxicidade para os mamíferos, por apresentarem especificidade e serem

considerados de baixa toxicidade para os inimigos naturais (Dhadialla *et al.* 1998). Por possuírem ação predominante na fase jovem e por ingestão, os IRC têm sido uma opção para o controle de larvas desfolhadoras em geral. No entanto, esses produtos têm apresentado efeito na fecundidade e na viabilidade de ovos em insetos de diferentes ordens (Grosscurt 1978, Smaghe & Degheele 1994, Ávila & Nakano 1999).

O regulador de crescimento lufenurum é um inseticida e acaricida inibidor da síntese de quitina, estando registrado no Brasil para o controle de pragas em diversas culturas (Andrei 1999). O produto vem se mostrando inócuo por tratamento tóxico para diversos predadores adultos encontrados no agroecossistema algodoeiro, como tesourinhas, joaninhas, bicho-lixeiro, aranhas e percevejos predadores antocorídeos e mirídeos (Castane *et al.* 1996, Angeli & Forti 1997, Javaid *et al.* 1999). Por outro lado, não se tem informação da toxicidade de lufenurum sobre o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) e nenhum estudo da sua ação no desenvolvimento e reprodução de algum outro predador. Percevejos predadores são normalmente muito ativos na procura de suas presas e podem se contaminar pelo resíduo seco do produto sobre a planta pelos tarsos, na higiene corporal através do uso dos tarsos sobre as demais partes do corpo, e pela alimentação de presas contaminadas. Devido às múltiplas chances de contaminação insetos predadores apresentam maior suscetibilidade a baixas concentrações dos inseticidas que as suas presas (Ruberson *et al.* 1998).

Estudos prévios com IRC em condições de laboratório objetivando determinar concentrações letais destes para populações de inimigos naturais têm indicado baixa toxicidade, especialmente para insetos adultos (Smaghe & Degheele 1994, Castane *et al.* 1996). Por outro lado, aplicações de concentrações recomendadas sobre plantas e a avaliação do desenvolvimento e da reprodução dos insetos têm acarretado efeitos de IRC na reprodução de insetos benéficos e pragas (Hatting & Tate 1995, Cassana *et al.* 1999), o que pode ser aumentado com a ingestão de presas contaminadas por predadores hemimetábolos. O estudo de seletividade de IRC, com o emprego das doses recomendadas para o controle das pragas deve avaliar não somente a toxicidade dos inseticidas aos inimigos naturais no momento da aplicação, mas também o efeito residual e ingestão sobre a reprodução e desenvolvimento destes. Assim, este trabalho avaliou o efeito do inseticida regulador de crescimento lufenurum sobre o desenvolvimento de ninfas e a reprodução do percevejo predador *P. nigrispinus* quando expostos por contato tóxico, resíduo seco e ingestão de lagartas contaminadas.

### Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em laboratório e casa-telada. As condições em laboratório foram 27±1°C e 71±13% de UR e fotoperíodo 12L:12E e, em casa-telada, 29,2±5°C e 61±23% de UR e fotoperíodo natural.

Ninfas e adultos do percevejo predador *P. nigrispinus* utilizados nos experimentos, foram provenientes da criação

do Laboratório de Controle Biológico da Universidade Federal Rural de Pernambuco conforme metodologia de Zanuncio *et al.* (1994), sendo as ninfas e adultos alimentados com larvas e pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae).

Para o experimento em casa-telada, utilizaram-se plantas de algodoeiro da cultivar CNPA Precoce 1, no início da floração, cultivadas em vasos plásticos (25 x 20 cm) contendo solo + húmus na proporção de 4:1.

**Toxicidade por Contato e Ingestão em Laboratório.** O impacto de diferentes concentrações do inseticida lufenurum (Match CE) 0, 25, 50, 100, 150 e 200 mg de i.a./l para ninfas de 5º instar de *P. nigrispinus* foi estudado através de aplicação tópica e por ingestão. Vinte ninfas de 5º instar (<24h de idade) foram acondicionadas em placas de Petri (1,2 x 15 cm) em grupos de cinco insetos por placa (repetições). A aplicação tópica foi feita com 1 µl da solução de cada concentração do inseticida no dorso dos insetos, empregando-se micropipeta BenchMate (Oxford Labware); por ingestão, o mesmo número de insetos foi utilizado oferecendo as soluções inseticidas durante 48h através de tubos anestésicos (1,3 ml), de acordo a metodologia utilizada por Torres *et al.* (1999). As ninfas permaneceram por 24h sem alimentação para estimular a ingestão da solução inseticida. Após esse período foram oferecidas pupas de *T. molitor* ao predador.

Adultos (machos e fêmeas) com 48 a 72h de idade foram também tratados via tópica e ingestão e avaliados até 20 dias de idade. Diariamente foram registradas a mortalidade das fêmeas e a oviposição para determinar o efeito do produto na sobrevivência e reprodução. Para ninfas foi determinada a duração do 5º instar até a emergência de adultos, bem como a porcentagem de mortalidade e presença de anomalias morfológicas.

**Toxicidade por Contato e Ingestão em Plantas Tratadas.** Algodoeiros cultivados em vasos foram pulverizados com lufenurum nas concentrações de 10 e 50 g de i.a./ha, para avaliar o efeito de contato residual e contato residual mais ingestão na duração do 5º instar, peso e emergência de adultos e reprodução desses. Trinta ninfas de 5º instar do predador, com até 24h de idade, foram confinadas em gaiolas sobre plantas, após 2h da pulverização sendo que cada gaiola contendo cinco ninfas foi considerada uma repetição. Paralelamente, o mesmo número de ninfas foi confinado em plantas não tratadas. No tratamento por contato residual mais ingestão, as ninfas foram confinadas sobre as plantas pulverizadas e alimentadas durante cinco dias com lagartas contaminadas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) obtidas de criação massal conforme descrito por Oliveira *et al.* (2002). Lagartas medindo 1,3 a 1,8 cm foram contaminadas com lufenurum ao se alimentarem de folhas de algodoeiro pulverizadas com as respectivas concentrações do inseticida, durante 12h, antes da oferta ao predador. Ninfas expostas por contato residual foram alimentadas com pré-pupas de *A. argillacea* não tratadas, bem como aquelas em contato residual mais ingestão após o período de exposição de cinco dias. Após a emergência os adultos foram mantidos sobre as mesmas

plantas, sendo acasalados após três dias e observados diariamente para determinar a oviposição e mortalidade das fêmeas. As posturas foram coletadas e acondicionadas em placas de Petri contendo um chumaço de algodão umedecido, para determinar a viabilidade dos ovos.

**Toxicidade Para Adultos em Contato com Plantas Pulverizadas e Ingestão de Lagartas Tratadas.** Estudaram-se as doses de lufenurom recomendadas para a cultura do algodoeiro, 10 e 50 g de i.a./ha e algodoeiros CNPA precoce 1 na fase de florescimento. Empregaram-se duas vias de contaminação. Uma foi residual, mediante contato dos predadores com o resíduo do inseticida nas folhas, via tarso, quando liberados 2h após pulverização. Outra foi residual mais ingestão, mediante contato do predador com o resíduo do inseticida e alimentação com lagartas contaminadas. As lagartas foram alimentadas durante 12h com folhas de algodoeiro pulverizadas com as respectivas concentrações do inseticida e fornecidas continuamente ao predador durante cinco dias sucessivos, sendo uma lagarta de *A. argillacea* medindo 1,3 a 1,8 cm por casal de predadores. Após esse período, os insetos foram alimentados com pré-pupas de *A. argillacea* não tratadas com inseticida.

Dois dias após a emergência, um casal do predador era confinado em gaiola de organza sobre folhas de algodoeiro, 2h após pulverização das plantas. Empregaram-se cinco tratamentos com 10 casais por tratamento, sendo duas doses do inseticida, duas vias de contaminação e uma testemunha. A oviposição e a mortalidade das fêmeas foram avaliadas a intervalos de dois dias.

**Análises.** Duração do 5º instar e mortalidade de ninfas, corrigida pela fórmula de Abbott (1925); período de pré-oviposição, produção diária de ovos, viabilidade dos ovos e sobrevivência das fêmeas até 20 dias da emergência foram submetidos a análise de covariância (ANCOVA) comparando-se vias de contaminação sob efeito das diferentes concentrações em laboratório. A viabilidade de ovos de fêmeas expostas ao lufenurom foi submetida a análise de variância, como medidas repetidas no tempo (PROC ANOVA/MANOVA do Statistica)

considerando-se o método de exposição e a concentração com fatores de tratamento e a viabilidade de ovos como fator dentro do tempo (em semanas). Diferenças entre a viabilidade de ovos de fêmeas mantidas em plantas não tratadas e tratadas com 10 e 50 g i.a./ha e entre métodos de exposição foram determinadas por contrastes simples. As características duração do 5º instar, peso e emergência de adultos, para ninfas mantidas em casa telada sobre plantas tratadas ou não foram submetidas a ANOVA, considerando apenas o tratamento residual e testemunha os quais permitiram a emergência de adultos, bem como as características reprodutivas e longevidade das fêmeas. Também, as características reprodutivas das fêmeas expostas somente quando adultas ao lufenurom sobre plantas pulverizadas e plantas pulverizadas mais alimentação com lagartas contaminadas foram submetidas a ANOVA considerando a combinação de concentrações e métodos de exposição e testemunha como tratamentos devido à desigualdade do número fatores tratamentos e teste de Tukey HSD (Spjotvoll/Stoline test,  $P \leq 0,05$ ) para comparação das médias. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o PROC GLM do STATISTICA 6.0 (StatSoft 1995).

**Resultados e Discussão**

**Toxicidade Para Ninfas e Adultos em Laboratório.** O tratamento tópico de ninfas com concentrações de lufenurom até 200 g i.a./l, não afetou a duração do 5º instar de *P. nigrispinus* (média =  $6,2 \pm 0,14$  dias;  $F = 0,29$ ;  $P = 0,64$ ;  $G1 = 1, 34$ ). Por outro lado, ninfas contaminadas por ingestão prolongaram seu desenvolvimento com o aumento das concentrações de lufenurom ( $y = 5,84 + 0,0102x$ ;  $r^2 = 0,58$ ;  $F = 17,23$ ;  $P = 0,001$ ;  $G1 = 1, 34$ ), porém o efeito não foi suficiente para diferir entre os métodos de exposição em função das concentrações estudadas (ANCOVA,  $\beta = 0,129$ ,  $t = 0,91$ ;  $P = 0,37$ ) (Fig. 1). A mortalidade de ninfas de 5º instar foi constante por ingestão ( $67,5 \pm 2,59\%$ ) em função das concentrações estudadas ( $F = 2,59$ ;  $P = 0,11$ ;  $G1 = 1, 28$ ) e superior quando comparada ao tratamento tópico (ANCOVA,  $\beta = 0,77$ ,  $t = 8,82$ ;  $P < 0,001$ ) (Fig. 1). Por outro lado, quando expostas topicamente ao lufenurom, ninfas de *P. nigrispinus* foram

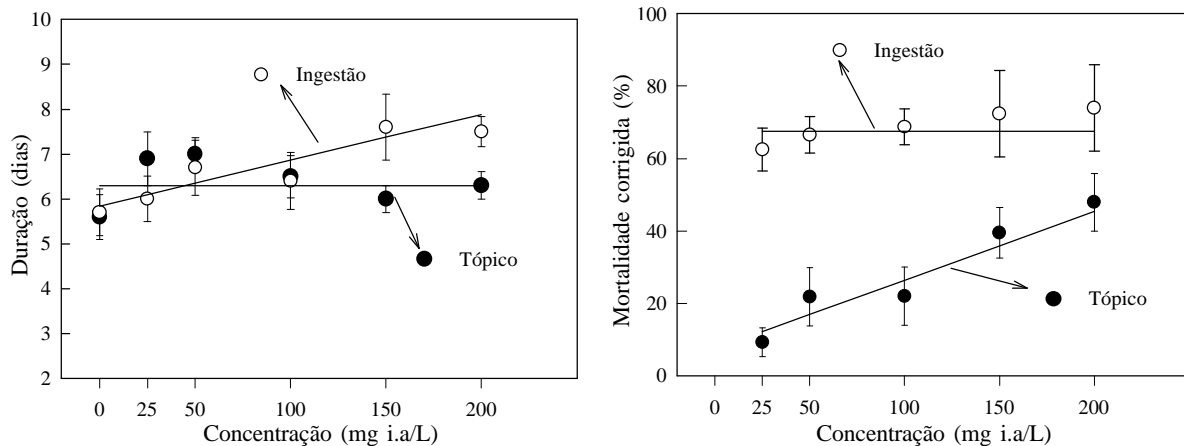


Figura 1. Duração e mortalidade corrigida do 5º instar de *P. nigrispinus* submetidos a diferentes concentrações do inseticida lufenurom via tratamento tópico e ingestão.

afetadas significativamente com o aumento da concentração do inseticida ( $y = 7,39 + 0,190x$ ;  $r^2 = 0,77$ ;  $F = 41,48$ ;  $P = 0,001$ ;  $GI = 1, 28$ ).

Além da crescente mortalidade por tratamento tópico e relativamente alta mortalidade por ingestão, os adultos emergidos apresentaram anomalias, como ausência ou deformação de pernas, antenas, asas e tegumento. Anomalias foram verificadas em 16, 10, 12, 20 e 25% dos adultos emergidos no tratamento tópico e, 8, 29, 55, 67 e 0% dos adultos emergidos no tratamento ingestão, para as respectivas concentrações inseticidas de 25, 50, 100, 150 e 200 mg de i.a./l. No entanto, na maior concentração testada, verifica-se somente 25% de emergência de adultos e ausência de adultos com anomalias. Este fato pode estar associado à alta concentração do inseticida ingerido, determinando a morte dos insetos antes mesmo da emergência. Por outro lado, o tratamento tópico proporcionalmente produziu menor taxa de anomalias. Anomalias não foram observadas nos adultos emergidos do tratamento testemunha.

Ninfas tratadas por ingestão exigiram maior tempo para completar o 5º instar, sendo que entre as duas maiores concentrações testadas e a testemunha, verificaram-se dois dias de atraso em média (Fig. 1). Resultados semelhantes com retardamento do desenvolvimento do 5º instar foi obtido para *Orius laevigatus* (Fieber) quando este foi

exposto ao diflubenzurom (Delbeke et al. 1997). Sintomas induzidos pelo diflubenzurom, tais como a dificuldade de liberação do tegumento, foram similares aqueles observados para o predador *P. nigrispinus* quando o lufenurom foi aplicado por via tópica e aumentada por ingestão. Segundo De Clercq et al. (1995), ninfas de *P. maculiventris* tratadas com diflubenzurom apresentaram anomalias semelhantes às observadas neste estudo.

Fêmeas de *P. nigrispinus* expostas ao lufenurom por tratamento tópico e ingestão, em laboratório, apresentaram diferenças de acordo com o método de exposição em função das concentrações estudadas para o período de pré-oviposição (ANCOVA,  $\beta = 0,331$ ;  $t = 4,08$ ,  $P < 0,001$ ) e viabilidade de ovos (ANCOVA,  $\beta = -0,479$ ;  $t = -7,10$ ;  $P < 0,001$ ), e não houve interação entre método de exposição e concentrações de lufenurom para fecundidade diária (ANCOVA,  $\beta = -0,11$ ;  $t = -1,22$ ;  $P = 0,22$ ) e sobrevivência de fêmeas (ANCOVA,  $\beta = 0,11$ ;  $t = 1,24$ ;  $P = 0,21$ ) (Fig. 2). Fêmeas tratadas por ingestão tiveram o período de pré-oviposição prolongado com o aumento da concentração de lufenurom ( $y = 5,05 + 0,0149x$ ;  $r^2 = 0,56$ ;  $F = 26,53$ ;  $P = 0,001$ ;  $GI = 1, 58$ ), enquanto fêmeas sob tratamento tópico não tiveram o período de pré-oviposição afetado ( $y = 5,8 \pm 0,18$  dias;  $F = 0,97$ ;  $P = 0,32$ ;  $GI = 1, 58$ ). A fecundidade diária de fêmeas foi semelhante entre as vias de contaminação nas diferentes concentrações de lufenurom

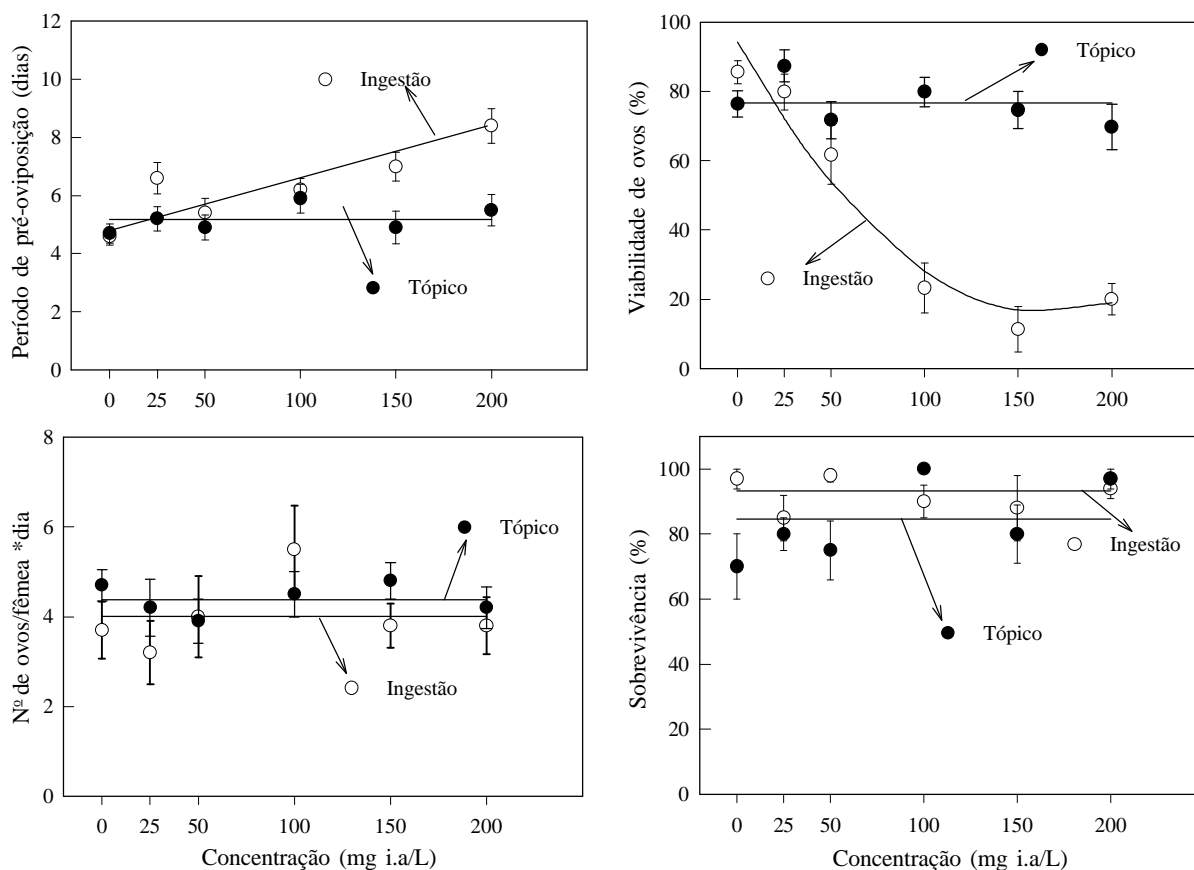


Figura 2. Parâmetros reprodutivo (média  $\pm$  EP) de fêmeas de *P. nigrispinus* até 20 dias de idade, submetidos a diferentes concentrações do inseticida lufenurom via tratamento tópico e ingestão.

estudadas ( $4,3 \pm 0,19$  ovos/dia por tratamento tópico *versus*  $4,0 \pm 0,23$  ovos/dia por ingestão). Por outro lado, fêmeas expostas por ingestão tiveram a viabilidade de ovos decrescida com o aumento da concentração de lufenurom ( $y = 94,1 - 0,95x + 0,0029x^2$ ;  $r^2 = 0,71$ ;  $F = 54,37$ ;  $P = 0,001$ ;  $GI = 1, 58$ ), enquanto fêmeas sob tratamento tópico não foram afetadas ( $y = 76,5 \pm 0,18\%$ ;  $F = 2,72$ ;  $P = 0,13$ ;  $GI = 1, 58$ ). A sobrevivência de fêmeas até 20 dias de idade não foi afetada tanto pelos métodos de exposição como pelo aumento da concentração de lufenurom ( $84,7 \pm 2,25\%$  por tratamento tópico *versus*  $89,0 \pm 1,65\%$  por ingestão) (Fig. 2).

Em média, fêmeas que foram expostas às concentrações de 150 e 200 mg i.a./l do lufenurom, por ingestão, retardaram o início da oviposição em 2,4 e 3,8 dias e tiveram a viabilidade dos ovos decrescida em 7,5 e 5,9 vezes, respectivamente, em relação à testemunha. Por outro lado, a exposição das fêmeas de *P. nigrispinus* ao lufenurom topicamente não afetou esses parâmetros. As concentrações de 25 a 100 mg i.a./l do lufenurom estudadas, compreendem as doses do produto recomendadas para o controle de *A. argillacea* na cultura do algodoeiro, de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) nas culturas do milho e trigo e de *Anticarsia gemmatalis* Hübner na soja, não devendo, portanto, afetar o percevejo predador quando pulverizado no controle dessas pragas nos seus respectivos agroecossistemas; porém nas doses recomendadas para *Heliothis virescens* (Fabr.) (150 a 200 mg i.a./l) em algodoeiro, o lufenurom reduziu o desenvolvimento do 5º instar e a emergência de adultos de *P. nigrispinus*.

**Toxicidade Para Ninfas e Adultos Mantidos em Plantas Tratadas.** Ninfas tratadas por contato residual e ingestão de lagartas contaminadas com lufenurom, na menor e na maior dose recomendada para o controle de lagartas na cultura do algodoeiro, não atingiram o estágio adulto, exceto um macho submetido à dose de 50 g i.a./ha (Tabela 1). Por outro lado, ninfas que tiveram apenas contato residual e se alimentaram de presas não contaminadas apresentaram duração do 5º instar, peso de adultos e emergência semelhantes aos dos insetos da testemunha para ambos os sexos.

A menor toxicidade do lufenurom para ninfas em contato residual, comparado à ingestão, pode ser atribuída à menor penetração cuticular das benzoilfenilurías, o que tem sido

considerado fator de seletividade em favor de inimigos naturais (Dhadialla *et al.* 1998). De Clercq *et al.* (1995) observaram que ninfas de *P. maculiventris* do 5º instar não foram afetadas pelo inseticida inibidor da síntese de quitina, diflubenzurom via contato residual, enquanto que por ingestão o produto apresentou  $CL_{50}$  de 37,7 mg i.a./l, estando esta concentração abaixo daquela recomendada para o uso em campo.

Embora ninfas em contato residual sobre plantas de algodoeiro tratadas tenham produzido adultos aparentemente normais, a longevidade das fêmeas e sua reprodução foram afetadas (Tabela 2). A produção de ovos por fêmeas confinadas em contato residual foi reduzida, em média, 2,3 e 4,0 vezes em relação à testemunha, para fêmeas tratadas com 10 e 50 g i.a./ha de lufenurom, reduzindo, conseqüentemente, o número de ovos por postura e a produção de ninfas (Tabela 2).

**Toxicidade Para Adultos em Contato Residual e Ingestão.** Entre os parâmetros avaliados para adultos de *P. nigrispinus*, confinados em plantas pulverizadas com o lufenurom, somente a viabilidade dos ovos foi afetada (Tabela 3). Fêmeas em contato residual com a menor e a maior dose recomendada do lufenurom, em média, não tiveram a viabilidade dos ovos diferente da testemunha, porém significativo efeito foi verificado na contaminação por ingestão para ambas concentrações. Nenhum outro parâmetro avaliado para os adultos foi afetado, o que concorda com os resultados de Mohaghegh *et al.* (2000) estudando doses e subdoses de teflubenzuron em *P. maculiventris* por contato tópico em laboratório.

A viabilidade dos ovos foi afetada quanto ao método ( $F = 7,28$ ;  $P = 0,007$ ;  $GI = 1, 225$ ), tratamentos (testemunha, 10 g e 50 g residual e 10 g e 50 g ingestão;  $F = 148,77$ ;  $P < 0,001$ ;  $GI = 4, 225$ ), tempo após exposição ( $F = 61,35$ ;  $P < 0,001$ ;  $GI = 5, 225$ ), bem como variou em função do tempo após a exposição de acordo com o tratamento ( $F = 42,19$ ;  $P < 0,001$ ,  $GI = 20, 225$ ). O efeito do tempo após a contaminação foi determinado para cada tratamento separadamente pela ANOVA, empregando-se repetidas avaliações no tempo (semanas). A viabilidade de ovos foi independente do tempo e acima de 65% para fêmeas mantidas em plantas não tratadas ( $F = 1,97$ ;  $GI = 1, 31$ ;  $P = 0,17$ ), acima de 55% para fêmeas em contato residual em plantas tratadas com 10 g i.a./ha ( $F = 0,22$ ;  $GI$

Tabela 1. Duração do 5º instar, peso e emergência de adultos de *P. nigrispinus* tratados via residual (R) e residual mais ingestão (R+I), com o inseticida lufenurom, na maior e na menor concentração (g de i.a./ha) recomendada para controle de lagartas na cultura do algodoeiro.

Tratamento <sup>1</sup>	Duração (dias)		Peso (mg)		Emergência (%)
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	
Testemunha	$4,6 \pm 0,83$ a	$5,4 \pm 0,15$ a	$36,4 \pm 6,46$ a	$66,1 \pm 3,10$ a	$94,0 \pm 7,05$ a
10 g R	$5,0 \pm 0,26$ a	$5,7 \pm 0,16$ a	$38,1 \pm 1,66$ a	$53,5 \pm 1,52$ a	$92,3 \pm 8,14$ a
50 g R	$5,7 \pm 0,32$ a	$5,4 \pm 0,25$ a	$39,9 \pm 2,92$ a	$60,4 \pm 3,54$ a	$81,8 \pm 9,96$ a

Médias  $\pm$  EP, seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD ( $P \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup>No tratamento 10 g R+I, não houve emergência de adultos; em 50 g R+I, só houve emergência de um indivíduo macho, não sendo esses tratamentos considerados nas análises.

Tabela 2. Parâmetros avaliados para fêmeas de *P. nigrispinus* oriundas de ninfas do tratamento residual e mantidas sobre algodoeiro.

Parâmetro reprodutivo	Tratamento		
	Testemunha (n = 10)	10 g i.a./ha (n = 9)	50 g i.a./ha (n = 9)
Pré-oviposição (dias)	6,4 ± 0,86 a	7,5 ± 2,02 a	7,3 ± 0,95 a
Número total de ovos	327,5 ± 65,95 a	141,0 ± 45,28 b	81,3 ± 33,56 c
Número de posturas	10,0 ± 1,59 a	5,0 ± 1,78 b	3,3 ± 1,05 b
Número de ninfas	193,5 ± 38,81 a	83,0 ± 39,35 b	50,5 ± 18,86 b
Número de ovos/postura	28,4 ± 3,05 a	21,6 ± 4,08 a	20,0 ± 3,88 a
Viabilidade de ovos (%)	61,9 ± 7,33 a	56,3 ± 14,21 a	58,2 ± 12,94 a
Longevidade (dias)	33,0 ± 4,05 a	26,2 ± 3,27 ab	18,8 ± 3,11 b

Médias (± EP), seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey HSD (P ≤ 0,05).

Tabela 3. Efeito do inseticida lufenurom e formas de contaminação nos parâmetros reprodutivos e longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus* confinadas em algodoeiro.

Tratamento	Pré-oviposição (dias)	Nº total de ovos	Nº de ovos por postura	Longevidade (dias)	Viabilidade dos ovos (%)
10 g R	6,3 ± 0,5 a	236,2 ± 57,0 a	31,1 ± 3,15 a	18,0 ± 2,7 a	58,2 ± 26,76 a
50 g R	6,8 ± 1,0 a	276,1 ± 63,5 a	27,1 ± 2,21 a	22,2 ± 2,2 a	54,0 ± 28,14 a
10 g R+I	5,2 ± 0,5 a	319,7 ± 58,2 a	22,6 ± 1,66 a	26,3 ± 3,4 a	18,7 ± 17,86 b
50 g R+I	5,8 ± 0,7 a	354,4 ± 74,9 a	25,2 ± 1,45 a	28,2 ± 4,1 a	6,5 ± 6,87 c
Testemunha	4,9 ± 0,4 a	316,8 ± 49,0 a	30,7 ± 1,73 a	20,1 ± 1,8 a	67,7 ± 16,25 a

Médias (± DP) seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

R = plantas pulverizadas e; R+I = plantas pulverizadas mais ingestão de lagartas de *A. argillacea* tratadas.

= 1, 31; P = 0,63), e inferior a 10% em contato residual e ingestão a 50 g i.a./ha (F = 2,02; GI = 1, 47; P = 0,15), mas teve a viabilidade de ovos aumentada linearmente quando expostas por contato residual a 50 g i.a./ha (F = 13,25; GI = 1, 31; P = 0,001; r<sup>2</sup> = 0,55) e quadrática quando expostas por contato residual e ingestão a 10 g i.a./ha (F = 214,01; GI = 1, 47; P < 0,001; r<sup>2</sup> = 0,76) em função do tempo (Fig. 3).

Diferenças entre tratamentos e métodos de exposição foram determinadas para cada semana devido a interação significativa de tempo. A viabilidade de ovos de fêmeas em plantas não tratadas não diferiu do tratamento 10 g residual e foram superiores aos demais tratamentos na 1ª semana (Fig. 3; P < 0,05). A partir da 2ª semana, o tratamento 50 g residual e, da 3ª semana, o tratamento 10 g residual e ingestão não mais diferiram da testemunha e 10 g residual (P > 0,05), e mantiveram-se com viabilidade superiores do tratamento 50g residual e ingestão (Fig. 3; P < 0,001). Fêmeas de *P. nigrispinus* expostas a 50g de lufenurom por contato residual apresentaram viabilidade de ovos da 1ª à 4ª semana de oviposição variando de 22,9 e 62%, respectivamente, bem como quando expostas a 10 g residual e ingestão variando de 6,5 a 63,2% da 1ª à 4ª semana. Portanto, tanto na exposição por contato residual na maior dose, como na exposição por contato residual e ingestão na menor dose de lufenurom, a viabilidade de ovos aproximou-se aos valores verificados para fêmeas

sem tratamento entre a 3ª e a 4ª semanas após o início da oviposição (Fig. 3), caracterizando redução do efeito do lufenurom para o desenvolvimento embrionário. O lufenurom (residual mais ingestão) usado na maior dose recomendada, manteve o efeito sobre a viabilidade de ovos das fêmeas de *P. nigrispinus* até a 6ª semana após início da oviposição sempre com viabilidade abaixo de 10% (Fig. 3). Efeito prolongado com 100% de inviabilidade de ovos da joaninha predadora *Cryptolaemus montrouzeri* Mulsant foi constatado por Hatting & Tate (1995) após 20 dias da pulverização das plantas de citros com triflumurom e piriproxyfem. Ávila & Nakano (1999) também verificaram acentuado efeito do lufenurom sobre a produção de descendentes por fêmeas de *Diabrotica speciosa* (Germar) após serem alimentadas com folhas de feijoeiro tratadas com 0,033% de lufenurom. De acordo com Cassana *et al.* (1999), fêmeas de *Ceratitidis capitata* (Wied.) tratadas com o lufenurom a 5000 ppm misturado ao alimento, permaneceram estéreis até 25 dias após ingestão do inseticida.

A viabilidade de ovos de *P. nigrispinus* foi, portanto, afetada por ambas vias de contaminação estudadas, embora tenha sido atenuada por via residual. O restabelecimento da viabilidade dos ovos foi dependente da via de contaminação, da concentração e tempo após tratamento. Isso mostra a importância do uso da menor dose eficiente do produto no manejo integrado de pragas. Por exemplo,

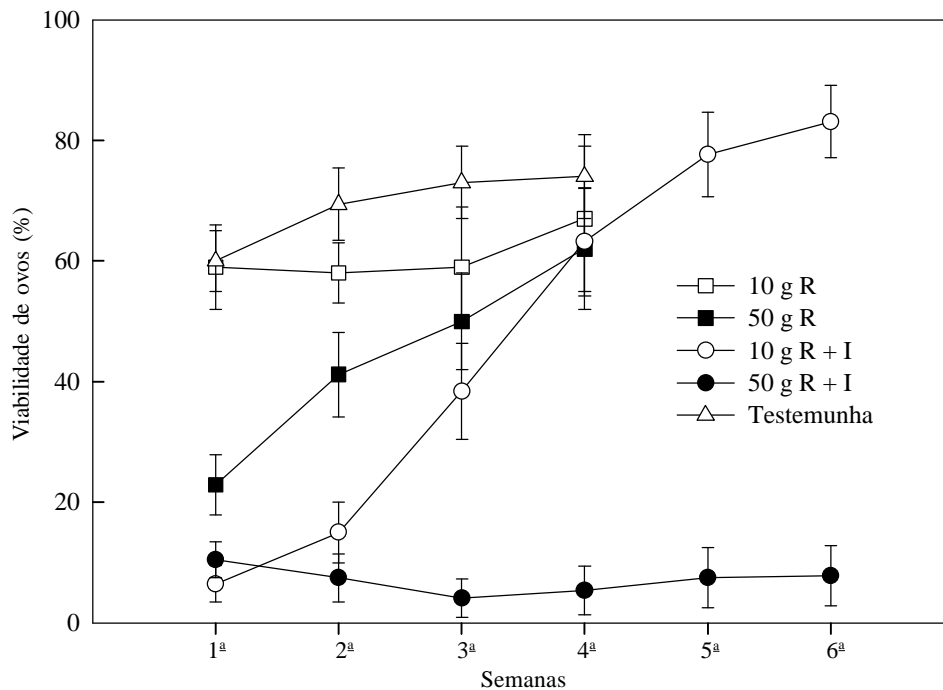


Figura 3. Viabilidade de ovos de fêmeas de *P. nigrispinus* confinadas em plantas de algodoeiro após pulverização (R), e em plantas pulverizadas e alimentadas com lagartas de *A. argillacea* contaminadas (R+I) com a menor e a maior dose recomendada de lufenurum (g de i.a./ha) para a cultura do algodoeiro.

o uso da menor dose recomendada do lufenurum pode ser compatível com este predador. Por este motivo, o uso desses produtos tem sido repensado após cuidadosas considerações das conseqüências em termos de manejo, dependendo dos inimigos naturais predominantes no agroecossistema em questão (Jacas *et al.* 1995, Hatting 1996, Mohaghegh *et al.* 2000).

Em geral, o efeito embrionário das benzoilfeniluréias é explicado pelo impedimento da formação da quitina do embrião (Retnakaran & Wrigth 1987). A ação ovicida do lufenurum para *P. nigrispinus* durante as primeiras semanas de adulto indica efeito deletério retardado para a descendência. Por outro lado, o lufenurum não causou efeito de infertilidade das fêmeas ou dos machos, pois observou-se que os ovos após três a quatro dias da oviposição ficaram avermelhados devido ao desenvolvimento embrionário, porém sendo interrompido em seguida, tornando-se murchos e escuros com a morte do embrião. Este efeito retardado em populações de inimigos naturais é relatado para as joaninhas predadoras *Rodolia cardinalis* (Mulsant) e *Chilocorus nigritus* (Fabr.). Segundo Hattingh (1996) após pulverizações com piriproxyfem em citros na África, seguidos surtos de cochonilhas e desaparecimento das joaninhas foram constatados.

Fêmeas de *P. nigrispinus* apresentaram longevidade de 18,8 a 28,2 dias, valores relativamente baixos quando comparados a estudos de laboratório que apresentam valores variando de 30 a 60 dias para a longevidade do predador (Torres *et al.* 1998, Medeiros *et al.* 2000,

Oliveira *et al.* 2002). Por outro lado, a produção de ovos por fêmeas foi quase o dobro da obtida por Medeiros *et al.* (2000) em laboratório, e com valores próximos aos obtidos em laboratório e campo por Torres *et al.* (1998) e Oliveira *et al.* (2002). Isto caracteriza que o lufenurum não afetou a produção de ovos bem como sua deposição por fêmeas de *P. nigrispinus* por exposição dos adultos (Tabela 3), porém ocasionou efeito retardado na produção de ovos e ninfas por exposição das ninfas (Tabela 2). Diferente do diflubenzurum, estudado por De Clercq *et al.* (1995) para *P. maculiventris*, o lufenurum também afetou o período de pré-oviposição de *P. nigrispinus*.

Considerando a exposição por ingestão mais o contato residual nas folhas, ninfas de *P. nigrispinus* não sobreviveram às concentrações recomendadas do lufenurum, e adultos tiveram a produção de descendentes afetada quando expostos à maior dose recomendada para a cultura do algodoeiro. Esses resultados sugerem cuidadoso critério na escolha da dose a ser utilizada de lufenurum para pulverizações onde se espera preservar o controle natural do predador *P. nigrispinus*.

### Agradecimentos

Ao Dr. Crébio Ávila (EMBRAPA/CPAO) e a dois revisores anônimos pelas valiosas sugestões quanto às análises para a interpretação dos resultados deste manuscrito. Ao CNPq pela bolsa de IC concedida a W.S. Evangelista Jr. e ao PET/CAPES pela bolsa concedida a C.S.A. Silva-Torres.

## Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925.** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Andrei. 1999.** Compêndio de defensivos agrícolas. São Paulo, Andrei, 672p.
- Angeli, G. & D. Forti. 1997.** Effetti collaterali di insetticidi regolatori della crescita (IGRs) verso l'emittero *Orius laevigatus* (Fieber) (Heteroptera: Anthocoridae). *Difesa-delle-Piante* 20: 1-2.
- Ávila, C.J. & O. Nakano. 1999.** Efeito do regulador de crescimento lufenuron na reprodução de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae). *An Soc. Entomol. Brasil* 28: 293-299.
- Cassana, G.V., B.A. Gandia, P.C. Mengod, J.M. Primo & E.Y. Primo. 1999.** Insect growth regulators as chemosterilants for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 92: 303-308.
- Castane, C., J. Arino & J. Arno. 1996.** Toxicity of some insecticides and acaricides to the predatory bug *Dicyphus tamaninii* (Het.: Miridae). *Entomophaga* 41: 211-216.
- De Clercq, P., A. De Cock, L. Tirry, E. Viñuela & D. Degheele. 1995.** Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. Appl.* 74: 17-22.
- Delbeke, F., P. Vercruyse, L. Tirry, P. De Clercq & D. Degheele. 1997.** Toxicity of diflubenzuron, pyriproxyfen, imidacloprid and diafenthiuron to the predatory bug *Orius laevigatus* (Het.: Pentatomidae). *Entomophaga* 42: 349-358.
- Dhadialla, T.S., G.R. Carlson & D.P. Le. 1998.** New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 545-569.
- Grosscurt, A.C. 1978.** Diaflubenzuron: Some aspects of its ovicidal and larvicidal mode of action and evaluation of its practical possibilities. *Pest. Sci.* 9: 373-386.
- Hatting, V. 1996.** The use of insect growth regulators - implications for IPM with citrus in Southern Africa as an exemple. *Entomophaga* 41: 513-518.
- Hatting, V. & B.A. Tate. 1995.** Effects of field-weathered residues of insect growth regulators on some Coccinellidae (Coleoptera) of economic importance as biocontrol agents. *Bull. Entomol. Res.* 85: 489-493.
- Javaid, I., R.N. Uaine & J. Massua. 1999.** The use of insect growth regulators for the control of insect pests of cotton. *Int. J. Pest Manag.* 45: 245-247.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos & J.C. Zanuncio. 2000.** Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). *J. Appl. Entomol.* 124: 319-324.
- Mohaghegh, J., P. De Clercq & L. Tirry. 2000.** Toxicity of selected insecticides to the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biocontrol Sci. Tech.* 10: 33-40.
- Oliveira, J.E.M., J.B. Torres, A.F. Carrano-Moreira & F.S. Ramalho. 2002.** Biologia de *Podisus nigrispinus* predando *Alabama argillacea* em campo. *Pesq. Agropec. Bras.* 37: 7-14.
- Retnakaran, A. & J.E. Wrigth. 1987.** Control of insect pests with benzoylphenyl ureas, p. 205-288. In: J.E. Wright & A. Retnakaran (eds.), *Chitin and benzoylphenyl ureas*. Dordrecht, Dr. W. Junk Publ., 309p.
- Ruberson, J.R., H. Nemoto & Y. Hirose. 1998.** Pesticides and conservation of natural enemies, p. 207-220. In P. Barbosa (ed.), *Conservation of biological control*. San Diego, Academic Press, 396p.
- Smagghe, G. & D. Degheele. 1994.** Action of the nonsteroidal ecdysteroid mimic RH 5849 on larval development and adult reproduction of insects of different orders. *Invert. Reprod. Develop.* 25: 227-236.
- StatSoft. 1995.** StatSoft for Windows: General conventions & statistics I. User's handbook. Tulsa, Microsoft Corporation, 1877p.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & H.N. Oliveira. 1998.** Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) under fluctuating temperatures. *J. Appl. Entomol.* 122: 509-514.
- Torres, J.B., P. De Clercq & R. Barros. 1999.** Effect of spinosad on the predator *Podisus nigrispinus* and its lepidopterous prey. *Med. Faculteit Landboww. Univ. Gent* 64: 211-218.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *For. Ecol. Managem.* 65: 65-73.

Received 30/05/01. Accepted 30/04/02.