

TERESINHA VINHA ZANUNCIO

EFEITO DE DOSES SUBLETAIS DE PERMETRINA NO PREDADOR
***Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2001

TERESINHA VINHA ZANUNCIO

EFEITO DE DOSES SUBLETAIS DE PERMETRINA NO PREDADOR

***Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)**

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

APROVADA: 14 de novembro de 2001.

Prof. José Cola Zanuncio
(Conselheiro)

Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Conselheiro)

Prof. Dirceu Pratissoli

Profª Mariângela da Silva Guajará

Prof. José Eduardo Serrão
(Orientador)

A Deus, pela força, fé e confiança, a quem tudo devo.

Aos meus pais, Atilio Vinha (in memoriam) e Ruth.

Aos meus filhos, Andressa, Virginia e Antônio José.

Ao meu esposo, José.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, 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 Eduardo Serrão, pela orientação, pela amizade e pelo incentivo durante o Curso.

Aos meus conselheiros, professores José Cola Zanuncio, Marcelo Coutinho Picanço e Raul Narciso Carvalho Guedes pelas sugestões.

Ao Marcelo Coutinho Picanço, por quem sou muito grata pelo incentivo e pelos conselhos na minha vida profissional e durante a realização da tese.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pelos ensinamentos e pela amizade.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Maria Paula A. da Costa, pela eficiência e amizade.

Aos colegas, pela amizade e colaboração nos momentos difíceis.

Aos funcionários do BIOAGRO, Moacir e Valente; do Insetário, Lélis, José e Antônio; e aos do Setor de Entomologia Agrícola, Francisco, Evaristo e Paulo Santana, pela atenção e amizade.

Aos bolsistas e estagiários, Evandro, Rosenilson, Bruno, Salazar, Hamilton e Rúbia, pela incansável ajuda e colaboração na execução dos trabalhos.

Aos amigos, Pedro e Rosemary, José Milton, Onice, Ana Margareth, Genésio, Harley, Adrian, Marcos, Jorge Bacana, Rodrigo, Cesar, Daniel, Berghem, Walkymário, Rômulo e Geraldo, pelos bons momentos e pelas dificuldades enfrentadas juntos.

À minha família pelo carinho, paciência, ajuda, estímulo e compreensão.

Aos meus irmãos e sobrinhos, pelo apoio.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

TERESINHA VINHA ZANUNCIO, nascida na cidade de Castelo, Espírito Santo, no dia 5 de março de 1954, é filha de Atilio Vinha e Ruth Zanetti Bonetti Vinha. Realizou os estudos de primeiro e segundo graus em Castelo e os estudos universitários na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Graduiu-se em Ciências, com especialização em Biologia, pela Universidade Federal de Viçosa, em dezembro de 1986.

De março de 1988 a fevereiro de 1989, foi bolsista de aperfeiçoamento do CNPq no laboratório de Entomologia. Obteve o título de “Magister Scientiae” em Entomologia, nesta mesma instituição, em agosto de 1992. Em março de 1998, iniciou o curso de Doutorado em Entomologia nessa mesma Instituição. Desde setembro de 2000, exerce o cargo de professora substituta do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. LITERATURA CITADA.....	7
Efeito de Doses Subletais de Permetrina em Algumas Características Biológicas do Predador <i>Supputius cincticeps</i> (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae).....	14
RESUMO	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO	21
LITERATURA CITADA.....	25

	Página
Efeito de Doses Subletais de Permetrina nas Características Reprodutivas do Predador <i>Supputius cincticeps</i> (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae).....	34
RESUMO	34
ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS.....	41
DISCUSSÃO	42
LITERATURA CITADA.....	47
Efeitos de Doses Subletais de Permetrina nos Parâmetros da Tabela de Vida do Predador <i>Supputius cincticeps</i> (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae).....	58
RESUMO	58
ABSTRACT.....	59
INTRODUÇÃO	60
MATERIAL E MÉTODOS.....	63
RESULTADOS.....	67
DISCUSSÃO	70
LITERATURA CITADA.....	75
3. RESUMO E CONCLUSÕES.....	93

RESUMO

ZANUNCIO, T.V. Universidade Federal de Viçosa, D.S., novembro de 2001.

Efeito de Doses Subletais de Permetrina no Predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). Orientador: Prof. José Eduardo Serrão. Conselheiros: Professores Raul Narciso Carvalho Guedes, José Cola Zanuncio e Marcelo Coutinho Picanço.

Investigou-se o efeito de doses subletais de permetrina no desenvolvimento do predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae), pois este inseticida tem sido utilizado no controle de pragas e se mostrado seletivo a insetos benéficos. *S. cincticeps* é normalmente encontrado em ecossistemas agrícolas e florestais sujeitos à aplicação de inseticidas. Por isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses subletais ($5,74 \times 10^3$, $5,74 \times 10^2$, $5,74 \times 10^1$, 5,74 e 57,44 ppb) de permetrina e de acetona, aplicados topicamente em ninfas de terceiro instar de *S. cincticeps*, além do efeito dessas doses sobre a performance desse predador. Testou-se a hipótese de que exposições à baixas doses de agentes tóxicos podem estimular a performance do organismo, efeito conhecido como hormese. A permetrina, nas doses subletais intermediárias, reduziu a duração do terceiro instar de ninfas que dariam origem a fêmeas ($F = 4,15$, $p < 0,05$), aumentou a do quinto instar daquelas que dariam origem a machos ($F = 5,18$, $p < 0,05$), o ganho de peso das fêmeas ($F = 3,87$, $p <$

0,05) e a sobrevivência ($F = 4,43$, $p < 0,05$) de *S. cincticeps*, evidenciando a ocorrência de hormese. Além disso, o período de pré-oviposição ($p < 0,05$) de *S. cincticeps*, foi menor nas doses subletais intermediárias de permetrina de $5,74 \times 10^{-3}$ e de $5,74 \times 10^{-2}$ ppb ($7,96 \pm 0,73$ e $8,10 \pm 0,64$ dias) e maior na de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb ($11,33 \pm 0,88$ dias), evidenciando também o fenômeno de hormese. No entanto, o período de oviposição, número de posturas e de ovos por fêmea, número de ninfas, viabilidade ninfal e longevidade de adultos de *S. cincticeps* não foram afetados pelas doses de permetrina ($p > 0,05$). Fêmeas desse predador apresentaram cerca de 50% do seu potencial reprodutivo até o 20^o dia no controle e nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-1}$ e 5,74 ppb, enquanto isto ocorreu até o 15^o e 16^o dias nas doses de $5,74 \times 10^{-2}$ e de 57,44 ppb, respectivamente. Os valores da taxa bruta (TBR) e líquida (R_0) de reprodução, da duração de uma geração (DG), do tempo necessário para a população do predador dobrar em número de indivíduos (TD), da razão infinitesimal (r_m) e finita de aumento populacional (λ) e da esperança de vida para a metade da população (ex_{50}), foram obtidos pela tabela de vida de fertilidade e de esperança de vida. *S. cincticeps* apresentou maiores valores de R_0 (10,64) e de VR_x (33,85 ovos) e menor de DG (57,9 dias), com aumento populacional quando exposto à dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb de permetrina, indicando hormese. Considerando esses resultados e o fato da permetrina ter-se mostrado seletiva ao predador *S. cincticeps*, quando aplicada no controle de lagartas desfolhadoras, e que doses reduzidas desse inseticida podem estimular o desenvolvimento do mesmo, conclui-se que o predador e o inseticida possam ser utilizados, de forma conjunta, em Programas de Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT

ZANUNCIO, T.V. Universidade Federal de Viçosa, D.S., November 2001.
Effect of Sublethal Doses of Permethrin on the Predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). Adviser: Prof. José Eduardo Serrão. Committee Members: Professors Raul Narciso Carvalho Guedes, José Cola Zanuncio and Marcelo Coutinho Picanço.

The effect of sublethal doses of the insecticide permethrin on the development of the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) was evaluated. This insecticide is, usually, used to control pests because it is relatively selective to beneficial insects. The predatory Pentatomidae *S. cincticeps* is usually found in agricultural and forest ecosystems where it can be subject to insecticide applications. For this reason, the objective of this research was to evaluate if sublethal doses (5.74×10^3 , 5.74×10^2 , 5.74×10^1 , 5.74 and 57.44 ppb) of permethrin and acetone, as the control, topically applied on third instar nymphs of *S. cincticeps* can stimulate the performance of this predator because lower doses of toxic agents can stimulate organisms what it is known as hormese. The insecticide permethrin, in intermediate sublethal doses, significantly reduced the duration of the period from third instar to adult for females ($F = 4.15$, $p < 0.05$) and it increased the period from first to fifth instar of males ($F = 5.18$, $p < 0.05$), the female weight ($F = 3.87$, $p < 0.05$) and survival ($F = 4.43$, $p < 0.05$) of *S. cincticeps* which evidences the hormese phenomenon. The insecticide permethrin at intermediate sublethal doses affected the duration of pre-oviposition period ($p < 0.05$) of *S. cincticeps* which was shorter with the

doses of 5.74×10^{-3} and 5.74×10^{-2} ppb (7.96 ± 0.73 and 8.10 ± 0.64 days) and longer with 5.74×10^{-1} ppb (11.33 ± 0.88 days), evidencing again the hormese phenomenon. However, oviposition period, number of egg masses and of eggs per female, number of nymphs, viability from nymph to adult and longevity of *S. cincticeps* were not affected by the permethrin doses ($p > 0.05$). Females of this predator presented about 50% of their reproductive potential up to day 20 in the control and with the doses of 5.74×10^{-3} , 5.74×10^{-1} ppb and 5,74 ppb, while this occurred until day 15 and 16 with the doses of 5.74×10^{-2} , and of 57.44 ppb, respectively. Values of total (TBR) and liquid (R_0) reproductivity rate, duration of one generation (DG), period necessary for the population of this predator to double in number of individuals (TD), infinitesimal rate (r_m), finite population increase (λ) and life hope for half of the population (ex_{50}) were obtained with life fertility and hope expectancy. However, values of R_0 (10.64) and VR_x (33.85 eggs) were higher, while the duration of a generation (57.9 days) was shorter with the dose of 5.74×10^{-1} ppb of permethrin which indicate a higher population increase and a hormese effect. Considering these results and the fact that the permethrin has been showing selectivity to the predator *S. cincticeps* and because lower doses of this insecticide can stimulate its development it can be concluded that this predator and the permethrin can be used simultaneously in Programs of Integrated Pest Management.

1. INTRODUÇÃO

O manejo integrado de pragas utiliza diferentes técnicas para sua regulação (Corso *et al.*, 1999), e a interferência de inseticidas químicos sobre os agentes de controle biológico tem causado preocupações. Os inseticidas apresentam vantagens, como atuação imediata, e representam, normalmente, a única opção quando a população de uma praga se aproxima ou ultrapassa o nível de dano econômico. No entanto, apresentam limitações como efeitos indesejáveis sobre os inimigos naturais e o meio ambiente (Corso *et al.*, 1999; Soares & Busoli, 2000).

Estudos vêm sendo realizados sobre a biologia, a capacidade predatória, as metodologias de criação, o alimento alternativo e as possibilidades de utilização de percevejos predadores Pentatomidae em programas de controle biológico e no manejo integrado de pragas. O controle biológico fundamenta-se no conhecimento e na utilização de parasitóides, de predadores e de patógenos e nas características biológicas de hospedeiros e presas naturais. O manejo integrado de pragas inclui o uso de inimigos naturais e em casos extremos de produtos químicos (Van Driesche & Bellows, 1996).

No Brasil, os trabalhos com pentatomídeos entomófagos foram iniciados por Silva (1933) e o uso desses organismos como agentes de controle de pragas tem crescido, em nível mundial (Zanuncio *et al.*, 1993, 1994; De Clercq, 1998, 2000). Os Pentatomidae, Asopinae dos gêneros *Brontocoris*, *Podisus* e *Supputius* ocorrem nas mais diversas regiões do Brasil, onde são considerados reguladores importantes de insetos-praga, em cultivos agrícolas e florestais pela sua agressividade e alta capacidade reprodutiva (Corrêia *et al.*, 1983; Ramalho, 1994; Zanuncio *et al.*, 1994, 1998).

O predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) pode ser encontrado no Brasil, na Venezuela, no Paraguai, no Chile, na Bolívia e na Argentina (Thomas, 1992). No Brasil é normalmente encontrado nos Estados

do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Buckup, 1960; Gastal, 1981; Zanuncio *et al.*, 1992a). Ele foi relatado em surtos de lagartas desfolhadoras de eucalipto, nos municípios de Itararé, em São Paulo e Antônio Dias, em Minas Gerais (Zanuncio *et al.*, 1995). *S. cincticeps* tem sido criado e utilizado como agente de controle biológico em sistemas florestais no controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1992b; Batalha *et al.*, 1995), devido à sua boa adaptação em laboratório, alta capacidade reprodutiva e eficiência contra essas pragas (Zanuncio *et al.*, 1992a; Zanuncio *et al.*, 1993, 1994). Além disso, por ser generalista se alimenta, principalmente, de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (McPherson, 1982; Grazia & Hildebrand, 1986). Tem-se, também, estudado aspectos de sua biologia, de seu comportamento e de suas características morfológicas (Zanuncio *et al.*, 1992a, 1993, 1996/1997; Zanuncio *et al.*, 1995). Apesar da importância desse agente de controle biológico na cultura do eucalipto e do seu potencial para ser utilizado em programas de manejo integrado de pragas, as pesquisas com esse predador são recentes (Zanuncio *et al.*, 1993; Zanuncio *et al.*, 1995; Didonet *et al.*, 1996; Zanuncio *et al.*, 1996/1997; Aldrich *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 1997; Assis Jr. *et al.*, 1998, 1999) e incluem, também, impacto do mesmo em pragas agrícolas na cultura do algodão (Santos *et al.*, 1995; Medeiros *et al.*, 1998) e da soja (Corso *et al.*, 1999).

Podisus nigrispinus (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é o Asopinae mais comum estudado na região Neotropical (De Clercq, 2000), podendo ser encontrado em vários países das Américas do Sul e Central (Thomas, 1992) em culturas como os de algodão, café, eucalipto, hortifrutigranjeiros, milho, trigo, soja e pinos, nos Estados do Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará e São Paulo (Gravena & Lara, 1982; Corrêia *et al.*, 1983; Zanuncio *et al.*, 1992a; Ramalho, 1994; Zanuncio *et al.*, 1994). Além desses predadores, outras espécies têm sido, também, estudadas no Brasil, como: *Podisus rostralis* (Stal) (Zanuncio *et al.*, 1994; Matos Neto *et al.*, 1998; Molina-Rugama *et al.*, 1998); *Podisus distinctus* (Stal) (Zanuncio *et al.*, 1998; Oliveira *et*

al., 1999); *Podisus sculptus* Distant (Nascimento *et al.*, 1997) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Barcelos *et al.*, 1994; Zanuncio *et al.*, 1996, 2000).

Outras espécies de Asopinae predadores, nativos do Continente Americano, figuram como inimigos naturais importantes de pragas devido à sua agressividade, de hábito generalista e ao ciclo curto. A espécie *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) foi registrada como predadora de mais de 90 espécies de insetos (Waddil & Shepard, 1975; McPherson, 1982; Lambdin & Baker, 1986).

Apesar dos estudos com percevejos predadores, pouco se conhece sobre o efeito de inseticidas no desenvolvimento dessas espécies que, por ocorrerem em surtos de pragas, estão sujeitas à aplicação de inseticidas, os quais podem limitar sua eficiência e reprodução. Isto tem levado à busca de inseticidas eficientes contra espécies pragas e relativamente seguros para artrópodos benéficos, como os predadores e parasitóides (Guedes *et al.*, 1992).

A eficiência de piretróides, como a deltametrina e a permetrina tem sido estudada, principalmente, para o controle de lagartas (Elliot *et al.*, 1978). Por serem seletivos para alguns insetos benéficos (Rajakulendran & Plapp, 1982; Pree & Hagley, 1985; Yu, 1988), alguns estudos com os mesmos têm sido realizados para Asopinae, como *S. cincticeps* e *P. nigrispinus* (Guedes *et al.*, 1992; Zanuncio *et al.*, 1993; Batalha *et al.*, 1995, 1997; Picanço *et al.*, 1996, 1997; Suinaga *et al.*, 1996). Esses estudos têm mostrado a tolerância de *P. nigrispinus* e de outros pentatomídeos a inseticidas piretróides como a deltametrina (Wilkinson *et al.*, 1979; McPherson *et al.*, 1979, 1980; Yu, 1987, 1988). Hough-Goldstein & Keil (1991) estudou a seletividade de diferentes inseticidas a *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) e a sua presa *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Mohaghegh *et al.* (2000) mostraram que a deltametrina e o *Bacillus thuringiensis kurstaki* podem ser utilizados em conjunto com *P. maculiventris*.

Estudos de seletividade foram realizados com *P. maculiventris* a inseticidas organofosforados, piretróides e carbamatos, por Wilkinson *et al.*

(1979) e por Yu (1988); ao diflubenzurom e à piriproxifem, por De Clercq *et al.* (1995); e ao diafenthiurom e à imidaclopride, por De Cock *et al.* (1996).

Os inseticidas podem causar alta mortalidade e efeitos subletais deletérios a populações de percevejos predadores. Além disso, podem afetar a reprodução e o comportamento de espécies não-alvo, podendo levar à supressão local destas mesmo sem a ação letal de um composto (Matsumura, 1985). Como os percevejos predadores estão, freqüentemente, sujeitos a doses subletais de inseticidas, têm-se investigado possíveis efeitos dos mesmos sobre agentes de controle biológico, especialmente os piretróides que, embora possam causar baixa mortalidade direta de pentatomídeos predadores, podem afetar seu potencial reprodutivo.

O impacto de inseticidas no meio ambiente tem sido, também, investigado, pois, além de reduzir a população de inimigos naturais, podem levar à ressurgência de pragas primárias, à erupção de pragas secundárias e causar hormese (Morse & Zareh, 1991). Hormese é definida como o estímulo à performance de um organismo por pequenas exposições a agentes que seriam prejudiciais ou tóxicos em níveis altos (Calabrese & Baldwin, 1998; Forbes, 2000). Essas respostas estimulatórias podem ser de 40 a 60% maiores que as do controle (Calabrese & Baldwin, 1997a,b). Inicialmente, pode ocorrer uma resposta inibitória, seguida por uma resposta compensatória que pode, eventualmente, exceder ao controle e resultar em resposta estimulatória, a qual é referida como efeito hormético. Morse (1998) relatou que a maioria dos estudos de hormese com insetos e ácaros tem mostrado efeito positivo de doses subletais de inseticidas na fecundidade, além de aumento da sobrevivência ou redução da duração dos estágios imaturos desses organismos. Este fenômeno tem sido constatado em insetos e ácaros de importância agrícola e em diversos grupos taxonômicos, como plantas, bactérias, fungos e mamíferos (Dini, 1999; Calabrese, 1999; Forbes 2000) mas não em inimigos naturais (Morse, 1998). Tal efeito foi observado tomando-se como parâmetros o crescimento, a sobrevivência, a longevidade e a reprodução, e em processos metabólicos e

fisiológicos (Stebbing, 1997) de agentes submetidos a produtos químicos, como pesticidas e herbicidas (Calabrese & Baldwin, 1997a; Stebbing, 1997).

O efeito hormese não foi, ainda, estudado em percevejos predadores e, por isso, não se sabe se este fenômeno ocorre quando esses insetos são submetidos a doses subletais de inseticidas, tornando-se necessário estudar esse fenômeno nesses insetos. Segundo Morse (1998), populações de pragas submetidas à pesticidas apresentam, freqüentemente, hormese, entretanto, tal efeito não é conhecido em populações de inimigos naturais.

Além dos conhecimentos básicos sobre insetos-praga, seus inimigos naturais e suas interações, é necessário estudar os efeitos de doses subletais de inseticidas como a permetrina no predador *S. cincticeps*. Uma das formas de estudar esses efeitos é através de tabelas etárias que incluem as de vida de fertilidade e as de esperança de vida. A tabela de vida de fertilidade representa uma maneira sintética de expressar, sob forma numérica, as principais características da mortalidade específica por idade (Rabinovich, 1978) e, também, é um relato simplificado da vida de uma população ao longo de uma geração (Price, 1997), sendo importante para a compreensão da dinâmica populacional de organismos (Silveira Neto *et al.*, 1976). Essa tabela fornece o número de fêmeas produzidas por unidade de tempo, por fêmea de idade x (Krebs, 1994). Os parâmetros, normalmente estimados para a mesma, são a taxa bruta de reprodução (TBR), ou seja, o número de fêmeas produzidas por fêmea durante sua vida (Krebs, 1994); a taxa líquida de reprodução (R_0), que é o número de fêmeas produzidas por fêmea durante sua vida; a duração de uma geração (DG), que representa o tempo entre o nascimento dos pais e o dos filhos; tempo necessário para a população do predador dobrar em número de indivíduos (TD); a razão infinitesimal de aumento (r_m), ou seja, a taxa de aumento populacional por unidade de tempo e razão finita de aumento (λ), que significa o número de fêmeas adicionadas à população por fêmea do predador por unidade de tempo (Maia *et al.*, 2000). O valor reprodutivo (VR_x) é a contribuição de uma fêmea de idade x para a futura população e indica a idade mais fértil do predador (Krebs, 1994).

Estudos com tabelas de vida de fertilidade com percevejos predadores incluem *Thynacantha marginata* Dallas (Moreira *et al.*, 1995) e *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) (Assis Junior *et al.*, 1998, 1999), além de *Triatoma infestans* (Klug) e *Rhodnius prolixus* Stal (Heteroptera: Reduviidae), *Oncopeltus fasciatus* Dallas e *Oncopeltus unifasciatellus* Slater (Heteroptera: Lygaeidae) (Rabinovich, 1978), através de seus parâmetros reprodutivos R_0 , DG, r_m e λ .

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de doses subletais de permetrina no desenvolvimento de *S. cincticeps* em três ensaios: ensaio 1: avaliar o efeito da aplicação tópica de diferentes doses subletais de permetrina em algumas características biológicas de *S. cincticeps*; ensaio 2: avaliar o efeito da aplicação tópica de diferentes doses subletais de permetrina nas características reprodutivas de *S. cincticeps*; e ensaio 3: avaliar o efeito da aplicação tópica de diferentes doses subletais de permetrina nos parâmetros da tabela de vida do predador *S. cincticeps* e, se essas doses desencadeariam hormese nesse inseto.

A introdução e os artigos desta tese seguem as normas do periódico “Biocontrol Science and Technology”.

2. LITERATURA CITADA

- ALDRICH, J.R., ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F. TORRES, J.B. & CAVE, R.D. (1997) Field tests of predaceous pentatomid pheromones and semiochemistry of *Podisus* and *Supputius* species (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **26**, 1-4.
- ASSIS JUNIOR, S.L., ZANUNCIO, T.V., SANTOS, G.P. & ZANUNCIO, J.C. (1998) Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **27**, 245-253.
- ASSIS JUNIOR, S.L., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1999) Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. *Tropical Ecol.* **40**, 85-88.
- BARCELOS, J.A., ZANUNCIO, J.C., OLIVEIRA, H.N. & NASCIMENTO, E.C. (1994) Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **23**, 519-524.
- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & SEDIYAMA, C.S. (1995) Seletividade de inseticidas aos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) e a sua presa Lepidoptera. *Rev. Árv.* **19**, 382-395.
- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1997) Selectivity of insecticides to *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ceiba* **38**, 19-22.
- BUCKUP, L. (1960) Contribuição para o conhecimento de Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) da América do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **15**, 1-25.
- CALABRESE, E.J. (1999) Evidence that hormesis represents an “overcompensation” response to a disruption in homeostasis. *Ecotox. Environ. Safty* **42**, 135-137.

- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997a) The dose makes the stimulation (and the poison). *Int. J. Toxicol.* **16**, 545-559.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997b) A quantitatively-based methodology for the evaluation of chemical hormesis. *Hum. Ecol. Risk Assess.* **3**, 545-554.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1998) Hormesis as a biological hypothesis. *Env. Health Persp.* **106** (Suppl. 1), 357-362.
- CORSO, I.C., GAZZONI, D.L. & NERY, M.E. (1999) Efeito de doses e de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides de pragas de soja. *Pesq. Agrop. Brasil* **34**, 1529-1538.
- CORRÊIA, A.C.B., CORRÊIA-FERREIRA, B.S. & MOSCARDI, F. (1983) Controle biológico de lagartas e percevejos. *Inf. Agrop.* **9**, 42-48.
- DE CLERCQ, P., TIRRY, L., VINÑELA, E. & DEGHEELE, D. (1995) Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. Appl.* **74**, 17-22.
- DE CLERCQ, P. (1998) Production and use of predatory stinkbugs of the genus *Podisus* for biological control in European greenhouses. In: Simpósio de Controle Biológico, 6, 1998, Rio de Janeiro.
- DE CLERCQ, P. (2000) Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: SCHAEFER, C.W. & PANIZZU, A.R., Heteroptera of economic importance. 1st ed. Cambridge University, p. 735-789.
- DE COCK, A., DE CLERCQ, P., TIRRY, L. & DEGHEELE, D. (1996) Toxicity of diafenthiuron and imidacloprid to the predatory bug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol. Cont.* **25**, 476-480.
- DIDONET, J., ZANUNCIO, T.V., ZANUNCIO, J.C. & VILELA, E.F. (1996) Influência da temperatura na reprodução e na longevidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **25**, 117-123.
- DINI, J.W. (1999) Hormesis: A little bit is good – too much is bad. *Plant. & Surf. Fin.* 114-116.
- ELLIOT, M., JANES, N.E. & POTTER, C. (1978) The future of pyrethroids in insect control. *Annu. Rev. Entomol.* **23**, 443-469.
- FORBES, V.E. (2000) Is hormesis an evolutionary expectation? *Funct. Ecol.* **14**, 12-24

- GASTAL, H.A.O. (1981) Lista preliminar dos Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) do estado do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **57**, 119-127.
- GRAVENA, S. & LARA, F.M. (1982) Controle integrado de pragas e receituário agrônomo *In*: GRACIANO NETO, F. Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo. São Paulo, Ed. Agroedições, p.123-161.
- GRAZIA, J. & HILDEBRAND, P. (1986) Hemípteros predadores de insetos. *In*: Encontro Sul-brasileiro de Controle Biológico de Pragas. Passo Fundo. Anais... Passo Fundo, AEAPF/CNPT/EMBRAPA, **1**, 21-37.
- GUEDES, R.N.C., LIMA, J.O.G. & ZANUNCIO, J.C. (1992) Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitroton para *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 339-346.
- HOUGH-GOLDSTEIN, J & KEIL, C.B. (1991) Prospect for integrated control of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) using *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) and various pesticides. *J. Econ. Entomol.* **84**: 1645-1651.
- KREBS C.J. (1994) Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed., New York, Harper Collins College Publishers, 801p.
- LAMBDIN, P.L. & BAKER, A.M. (1986) Evaluation of dewinged spined soldier bug *Podisus maculiventris* (Say), for longevity and suppression of the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Mulsant, on snap-bean. *J. Entomol. Sci.* **21**, 263-266.
- MAIA ALINE DE, H.N., ALFREDO, J.B. & CAMPANHOLA, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational Aspects. *J. Econ. Entomol.* **93**, 511-518.
- MATSUMURA, F. (1985) *Toxicology of Insecticides*. Plenum Press, New York. 598p.
- MCPHERSON, J.E. (1980) A list of the prey species of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Gr. Lak. Entomol.* **13**, 17-24.
- MCPHERSON, J.E. (1982) The Pentatomoidea (Hemiptera) of Northeastern North America. South Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville, IL. 240 p.

- MATOS NETO, F.C., ZANUNCIO, J.C., FREITAS, L.C. & GOMES, B.M.R. (1998) Nymphal development of the predator *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with three alternative prey. *Brenesia*. **50**, 72-77.
- MEDEIROS, R.S., LEMOS, W.P. & RAMALHO, F.S. (1998) Efeitos da temperatura na biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. bras. Entomol.* **42**, 121-130.
- MOHAGHEGH, J., DE CLERCQ, P. & L. TIRRY, L. (2000) Toxicity of selected insecticides to the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biocontr. Sci. Technol.* **10**: 33-40.
- MOLINA-RUGAMA, A.J., ZANUNCIO, J.C., PRATISSOLI, D. & CRUZ, I. (1998) Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **27**, 77-83.
- MOREIRA, L.A., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & BRUCKNER, C.H. (1995) Tabelas de fertilidade e esperança de vida de *Thynacantha marginata* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) e folhas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. *Revta. Bras. Zool.* **12**, 255-261.
- MORSE, J.G. & ZAREH, N. (1991) Pesticide-induced hormoligosis of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) fecundity. *J. Econ. Entomol.* **84**, 1169-1174.
- MORSE, J.G. (1998) Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites. *Human Exp. Toxicol.* **17**, 266-269.
- NASCIMENTO, E.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & ZANUNCIO, T.V. (1997) Desenvolvimento de *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Heteroptera: Pentatomidae) em *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Rev. bras. Entomol.* **57**, 195-201.
- OLIVEIRA, H.N., ZANUNCIO, J.C., SOSSAI, M.F. & PRATISSOLI, D. (1999) Body weight increment of *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia* **51**, 77-83.

- PICANÇO, M.C., GUEDES, R.N.C., BATALHA, V. & CAMPOS, R.P. (1996) Toxicity of insecticides to *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae) and selectivity to two of its predaceous bugs. *Trop. Sci.* **36**, 51-53.
- PICANÇO, M.C., RIBEIRO, L.J., LEITE, G.L.D. & ZANUNCIO, J.C. (1997) Seletividade dos inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. *Pesq. Agrop. Bras.* **32**, 369-372.
- PREE, D.J. & HAGLEY, E.A.C. (1985) Toxicity of pesticides to *Chrysopa oculata* Say (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* **78**, 129-132.
- PRICE, P.W. (1997) *Insect ecology*. 3rd ed. New York, John Wiley & Sons, 874 p.
- RABINOVICH, J.E. (1978) *Ecologia de poblaciones animales*. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 114 p.
- RAMALHO, F.S. (1994) Cotton pest management: part 4. Brazilian perspective. *Annu. Rev. Entomol.* **39**, 563-578.
- RAJAKULENDRAN, S.V. & PLAPP JR., F.W. (1982) Comparative toxicities of five synthetic pyrethroids to the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae), an Ichneumonidae parasite, *Campoletis sonorensis*, and a predator, *Chrysopa carnea*. *J. Econ. Entomol.* **75**, 769-772.
- SANTOS, T.M., SILVA, E.N. & RAMALHO, F.S. (1995) Desenvolvimento de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. *Pesq. Agrop. Bras.* **30**, 163-167.
- SILVA, A.G.A. (1933) Contribuições para o estudo da biologia de três pentatomídeos e o possível emprego destes insetos no controle biológico de espécies nocivas. *O Campo* **4**, 23-25.
- SILVEIRA NETO, S. NAKANO, O., BARDINI, D. (1976) *Manual de ecologia de insetos*. São Paulo, Agronômica Ceres, 419 p.
- SOARES, J.J. & BUSOLI, A.C. (2000) Efeito de inseticidas em insetos predadores em culturas de algodão. *Pesq. Agrop. Bras.* **35**, 1889-1894.
- STEBBING, A.R.D. (1997) A theory of growth hormesis. *Belle Newslett.* **6**, 1-11.
- SUINAGA, F.A., PICANÇO, M.C., ZANUNCIO, J.C. & BASTOS, C.S. (1996) Seletividade fisiológica de inseticidas a *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. *Rev. Árv.* **20**, 407-414.

- TORRES, J.B., ZANUNCIO, J.C., SAAVEDRA, J.L.D. & ALDRICH, J.R. (1997) Extrato da glândula de feromônio na atração e estimulação alimentar de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal). *An. Soc. Entomol. Brasil* **26**, 463-470.
- THOMAS, D.B. (1992) *Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere*. The Thomas Say Foundation 147p.
- VAN DRIESCHE, R.G. & BELLOWS, T.S. (1996) Biological control. Chapman and Hall, New York.
- WADDIL, V. & SHEPARD, M. (1975) A comparasion of predation by the pentatomids, *Podisus maculiventris* (Say) and *Stiretrus anchorago* (F.), on the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Mulsant. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **68**, 1023-1027.
- WILKINSON, J.D., BIEVER, K.D. & IGNOGGO, C.M. (1979) Synthetic pyreroids and organophosphate insecticides against the parasitoid *Apanteles marginiventris* and the predators *Geocoris punctipes*, *Hippodamia convergens* and *Podisus maculiventris*. *J. Econ. Entomol.* **72**, 473-475.
- YU, S.J. (1987) Biochemical defense capacity in the spined bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey. *Pestic. Biochem. Physiol.* **28**, 216-223.
- YU, S.J. (1988) Selectivity of insecticides to the spined soldier bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. *J. Econ. Entomol.* **81**, 119-122.
- ZAMPERLINI, B., ZANUNCIO, J.C., LEITE, J.E.M. & BRAGANÇA, M.L. (1992) Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). *Rev. Árv.* **16**, 224-230.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., SARTÓRIO, R.C. & LEITE, J.E.M. (1992a) Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 245-251.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., CRUZ, A.P. & MOREIRA, A.M. (1992b) Eficiência do *Bacillus thuringiensis* e da deltametrina, em aplicação aérea, para o controle de *Thyrintaina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptal no Pará. *Act. Amaz.* **22**, 485-492.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., GARCIA, J.F. & RODRIGUES, L.A. (1993) Impact of two formulations of deltamethrin in aerial application

against caterpillars and their predaceous bugs. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.* **58**, 477-481.

ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., ZANUNCIO, T.V. & GARCIA, J.F. (1994) Hemipterous predators of eucalipt defoliator caterpillars. *For. Ecol. Manag.* **65**, 65-73.

ZANUNCIO J.C., TORRES, J.B., BERNARDO, D.L. & DE CLERCQ, P. (1996) Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Bioc. Sci. Technol.* **6**, 619-625.

ZANUNCIO J.C., SAAVEDRA, J.L.D., ZANUNCIO, T.V. & SANTOS, G.P. (1996/97) Incremento en el peso de ninfas y adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentados con dos tipos de larva. *Rev. Biol. Trop.* **44**(3)/**45**(1), 241-245.

ZANUNCIO, J.C., BATALHA, V.C., GUEDES, R.N.C. & PICANÇO, M.C. (1998) Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Appl. Entomol.* **122**, 457-460.

ZANUNCIO, T.V., ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F. & SARTÓRIO, R.C. (1995) Biologia de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Revta. bras. Entomol.* **39**, 183-187.

ZANUNCIO J.C., ZANUNCIO, T.V., GUEDES, R.N.C. & RAMALHO, F.S. (2000) Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). *Bioc. Sci. Technol.* **10**, 443-450.

**Efeito de Doses Subletais de Permetrina em Algumas Características Biológicas
do Predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)**

RESUMO

Supputius cincticeps (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) é um predador importante de pragas agrícolas e tem sido encontrado predando larvas de Lepidoptera e de Coleoptera. No Brasil, este predador tem sido estudado visando sua utilização no controle biológico em sistemas agrícolas e florestais, especialmente no controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto, as quais são, muitas vezes, controladas com piretróides. A permetrina é um inseticida desse grupo que tem sido usada contra essas lagartas por ser seletiva para alguns insetos benéficos. Por isso, é necessário investigar o efeito de doses subletais de permetrina no desenvolvimento do predador *S. cincticeps*, pois pequenas exposições a agentes tóxicos podem estimular a performance de organismos, fenômeno este denominado hormese. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses subletais ($5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb) do inseticida permetrina, em alguns parâmetros biológicos de *S. cincticeps*, aplicadas topicamente em ninfas de terceiro instar desse predador. Este inseticida, nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$ e 5,74 ppb, reduziu a duração do terceiro instar de fêmeas ($F = 4,15$, $p < 0,05$), aumentou a do quinto instar de machos ($F = 5,18$, $p < 0,05$), o peso de fêmeas ($F = 3,87$, $p < 0,05$) e a sobrevivência ($F = 4,43$, $p < 0,05$) de *S. cincticeps*, evidenciando o fenômeno de hormese. Como a permetrina, normalmente usada no controle de lagartas desfolhadoras, é seletiva ao predador *S. cincticeps* e, ainda, que pequenas doses desse inseticida podem estimular o desenvolvimento desse predador, conclui-se que *S. cincticeps* e este inseticida podem ser utilizados, de forma conjunta, em Programas de Manejo Integrado de Pragas.

Palavras-chave: predador, efeito subletal, permetrina, hormese.

Sublethal effect of Permethrin in Some Biological Characteristics of the Predator
***Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)**

ABSTRACT

The pentatomid bug *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) is an important predator of many agricultural and forest pests. *S. cincticeps* preys mainly on larvae of Lepidoptera and Coleoptera. In Brazil, this predator has been studied as a biocontrol agent in agriculture and forest systems aiming to control eucalyptus defoliating caterpillars where pyrethroids are used against these pests. Permethrin is an insecticide of this group and has been successfully used against eucalyptus defoliating caterpillars, because it has shown selectivity to some beneficial insects. For this reason, it is necessary to study sublethal effects of potentially selective pyrethroids to predators used against these pests. Sublethal doses of permethrin (5.74×10^{-3} , 5.74×10^{-2} , 5.74×10^{-1} , 5.74 and 57.44 ppb) were topically applied on third instar nymphs of *S. cincticeps* to assess its effects on the development of this insect. Because the insecticide permethrin in intermediate sublethal doses of the 5.74×10^{-3} , 5.74×10^{-2} , 5.74×10^{-1} and 5.74 ppb caused a significant reduction on duration of third instar females ($F = 4.15$, $p < 0.05$) and it increased duration of fifth instar of males ($F = 5.18$, $p < 0.05$), the weight gain of females ($F = 3.87$, $p < 0.05$) and survival ($F = 4.43$, $p < 0.05$) of *S. cincticeps* it represents a hormesis phenomenon. Permethrin has been found to be selective to *S. cincticeps* and the fact that it has been used against defoliating caterpillars where this predator can be found and because low doses of this insecticide can stimulate development of this bug it is possible to use both the predator and this insecticide in Programs of Integrated Pest Management.

Keywords: predator, sublethal effect, permethrin, hormesis.

INTRODUÇÃO

Pentatomídeos dos gêneros *Podisus* e *Supputius* são predadores importantes de pragas agrícolas, por serem agressivos e possuírem alta capacidade reprodutiva (Zanuncio *et al.*, 1998). O predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) pode ser encontrado no Brasil, na Venezuela, no Paraguai, no Chile, na Bolívia e na Argentina (Thomas, 1992). No Brasil, é normalmente encontrado nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Buckup, 1960; Gastal, 1981).

S. cincticeps foi relatado em surtos de lagartas desfolhadoras de eucalipto nos municípios de Itararé, em São Paulo e de Antônio Dias, em Minas Gerais (Zanuncio *et al.*, 1995). Devido à sua boa adaptação em laboratório, *S. cincticeps* tem sido criado e utilizado como agente de controle biológico em sistemas agrícolas e florestais, especialmente no controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto (Thomas, 1992; Zanuncio *et al.*, 1992a,b; Zanuncio *et al.*, 1993, 1994).

Além dos aspectos biológicos, têm-se também investigado o efeito da aplicação de produtos químicos sobre populações de inimigos naturais (Mizell & Sconyers, 1992). Dentre os inseticidas, os piretróides são seletivos a alguns insetos benéficos (Rajakulendran & Plapp, 1982; Pree & Hagley, 1985; Yu, 1988). Desses piretróides, a permetrina e a deltametrina têm sido utilizadas para o controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto, onde percevejos predadores são, normalmente, encontrados com boa eficiência para várias pragas e seletivo para inimigos naturais (Guedes *et al.*, 1992; Picanço *et al.*, 1996; Zanuncio *et al.*, 1994; Batalha *et al.*, 1995, 1997).

Poucos estudos sobre a seletividade de piretróides aos Asopinae, especialmente para *S. cincticeps* foram desenvolvidos. Pesquisas sobre a seletividade de inseticidas a esse predador, como a deltametrina para o controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1993, 1998), foram desenvolvidos e mostraram que esse predador apresenta alta tolerância a esse inseticida. Estudos semelhantes foram realizados com outros predadores como *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) (Guedes *et al.*, 1992,

Zanuncio *et al.*, 1992c; Picanço *et al.*, 1996, 1997; Batalha *et al.*, 1995, 1997; Suinaga *et al.*, 1996); com *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) a inseticidas organofosforados, piretróides e carbamatos (Wilkinson *et al.*, 1979; Yu, 1988), ao diflubenzurom e pyriproxifem (De Clercq *et al.*, 1995) e ao diafenthiurom e imidaclopride (De Cock *et al.*, 1996). Esses autores encontraram inseticidas com boa eficiência no controle das espécies-praga e relativamente seguros para artrópodos benéficos, como percevejos predadores (Guedes *et al.*, 1992).

Dentre outros aspectos a serem investigados destacam-se o impacto de inseticidas no meio ambiente e a hormese. No primeiro caso, as implicações dos inseticidas em determinadas culturas devem ser consideradas, pois esses compostos podem causar ressurgência de pragas, erupção de pragas secundárias e estar ligado à redução do número de inimigos naturais (Morse & Zareh, 1991; Morse, 1998). Hormese é definida como o estímulo à performance de um organismo por pequenas exposições a agentes que seriam prejudiciais ou tóxicos em níveis elevados de exposições (Forbes, 2000; Calabrese & Baldwin (1998). Segundo Calabrese & Baldwin (1997a,b), as respostas estimulatórias podem ser de 40 a 60% maior que o controle, em presença de algum agente químico. Inicialmente, pode ocorrer uma resposta inibitória, seguida por uma resposta compensatória que, eventualmente, excede ao controle e resulta em uma rede de resposta estimulatória referida como efeito hormético. Este fenômeno estimulatório de supercompensação (hormese) foi sugerido por Townsend & Luckey (1960) e Calabrese (1999) e, subseqüentemente, por outros autores. Morse (1998) relatou que a maioria dos estudos de hormese tem mostrado efeito positivo na fecundidade, na sobrevivência ou na redução da duração dos estágios imaturos de insetos e de ácaros quando expostos a doses subletais de inseticidas. Este fenômeno tem sido registrado em grupos taxonômicos como plantas, bactérias, fungos e mamíferos (Dini, 1999; Calabrese, 1999; Forbes, 2000) afetando, principalmente o crescimento, a sobrevivência, a longevidade, a reprodução e as respostas metabólicas e fisiológicas (Stebbing, 1997) desses

organismos frente a agentes químicos como pesticidas e herbicidas (Calabrese & Baldwin, 1997a,b; Stebbing, 1997).

O efeito hormese não foi, ainda, estudado em percevejos predadores e, por isso, não se sabe se os mesmos estão sujeitos à hormese quando submetidos a diferentes doses subletais de inseticidas. Sendo assim, é necessário estudar esse fenômeno em percevejos predadores, pois isto ocorre, freqüentemente, em populações de pragas, mas raramente em populações de inimigos naturais submetidos a inseticidas (Morse, 1998).

Tendo em vista o exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses subletais de permetrina em algumas características biológicas de *S. cincticeps*, aplicadas topicamente em ninfas de terceiro instar, e se essas doses desencadeariam hormese nesse predador.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Controle Biológico do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, em câmara climatizada, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

O predador utilizado foi obtido a partir de ovos de *S. cincticeps* da criação massal mantida no laboratório de Controle Biológico, do Insetário da UFV. Pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), utilizadas com presa foram obtidas nesse mesmo laboratório, criadas conforme a metodologia desenvolvida por Zamperlini *et al.* (1992).

Inicialmente, foram separadas 180 ninfas de segundo instar de *S. cincticeps*, da criação massal, as quais foram acondicionadas em placas de Petri (dez por placa), e alimentadas com pupas de *T. molitor*. Ao passarem para o terceiro instar, essas ninfas foram individualizadas e acondicionadas em copos plásticos, transparentes (40 mL), tendo na tampa um orifício de 0,9 mm, onde inseriu-se um tubo tipo anestésico de 2 mL para oferecimento de água aos predadores, pois estes necessitam de água para o seu desenvolvimento (Mukerji

& LeRoux, 1965). Diariamente, era oferecido, como alimento, uma pupa de *T. molitor*, a qual era substituída quando se tornava escura, o que indicava que o predador havia se alimentado da mesma.

O inseticida utilizado foi a permetrina em grau técnico e diluída em acetona, até se obter as concentrações utilizadas no ensaio. Foram preparadas soluções estoque de 100 mg i.a./mL de permetrina, diluída em acetona na proporção de 1:10 até à obtenção das concentrações de 10 mg i.a./mL, 1 mg i.a./mL, 10^{-1} mg i.a./mL, 10^{-2} mg i.a./mL, 10^{-3} mg i.a./mL, 10^{-4} mg i.a./mL, 10^{-5} mg i.a./mL, 10^{-6} mg i.a./mL e 10^{-7} mg i.a./mL. Dentro dessa faixa, foram utilizadas as concentrações de 10^{-3} mg i.a./mL a 10^{-7} mg i.a./mL pois, acima da maior concentração (10^{-3} mg i.a./mL), ocorreu morte de quase todas as ninfas e, abaixo da menor (10^{-7} mg i.a./mL), a mortalidade ficou próxima a do controle. Baseado em mg/mg do peso vivo do inseto, obteve-se as doses $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb de permetrina. Com auxílio de uma microsseringa, 1 μ L de cada concentração foi aplicado no dorso de cada ninfa de terceiro instar de *S. cincticeps*. O controle foi realizado aplicando-se 1 μ L de acetona em cada ninfa.

Avaliou-se a duração da fase ninfal, o ganho de peso e a sobrevivência de *S. cincticeps*. A sobrevivência foi avaliada a cada dois dias, considerando o tempo zero (dia que se aplicou o inseticida) até 18 dias, quando *S. cincticeps* atingiu a fase adulta. As ninfas, um dia após terem passado de ínstar e, os adultos após terem emergido, foram pesados em balança analítica.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições e seis tratamentos, incluindo o controle, sendo cada repetição constituída por 10 ninfas de *S. cincticeps*.

Foi feita uma análise de variância e, onde o F foi significativo, foi feita uma análise de regressão sendo pesquisado o modelo que melhor explicasse a relação entre as variáveis. O modelo adotado (com maior coeficiente de determinação) teve os coeficientes de regressão testados pelo teste “t” de Student, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Houve efeito dos tratamentos na duração do terceiro instar para as fêmeas ($F = 4,15$, $p < 0,05$) e na duração do quinto instar para machos ($F = 5,18$, $p < 0,05$) (Tabela 1 e Figura 1) de *S. cincticeps* submetido a diferentes doses subletais de permetrina. As doses intermediárias de $5,74 \times 10^{-3}$ a $5,74 \times 10^{-1}$ ppb reduziram a duração do terceiro instar para fêmeas em relação ao controle e, também, em relação à maior dose (57,44 ppb) (Figura 1). A duração do quinto instar, para os machos, aumentou nas doses de $5,74 \times 10^{-2}$ a $5,74$ ppb em relação ao controle, diminuindo na dose maior (57,44 ppb) (Tabela 1 e Figura 1). A duração total da fase ninfal, para ambos os sexos, foi semelhante para todas as doses aplicadas desse inseticida (Tabela 1 e Figura 1).

O peso de *S. cincticeps* apresentou diferenças significativas ($F = 3,87$, $p < 0,05$) para as fêmeas em função das doses do inseticida, em relação ao controle (Tabela 2 e Figura 2). Nas menores doses ($5,74 \times 10^{-3}$ e $5,74 \times 10^{-2}$ ppb), houve maior ganho de peso desse predador em relação ao controle (Figura 2). Nos demais instares, para os machos, o ganho de peso foi semelhante em função das doses de permetrina (Tabela 2).

A sobrevivência de *S. cincticeps* mostrou diferenças significativas ($F = 4,34$, $p < 0,05$) em função das doses do inseticida e do tempo de aplicação (Figura 3). A sobrevivência desse predador foi significativamente maior após quatro a seis dias da aplicação de permetrina nas doses, $5,74 \times 10^{-3}$ a $5,74 \times 10^{-1}$ ppb ($p < 0,05$) (Figura 3).

As curvas de sobrevivência de ninfas de *S. cincticeps*, expostas à permetrina, mostraram tendência semelhante. Observou-se maior sobrevivência ninfal de *S. cincticeps* na dose mais fraca ($5,74 \times 10^{-3}$ ppb) que no controle. A permetrina mostrou ser seletiva ao predador *S. cincticeps* em todas as doses de permetrina, com média de 73% de sobrevivência do mesmo.

DISCUSSÃO

A duração do terceiro instar de fêmeas foi menor e a do quinto instar de machos, maior, enquanto o peso de fêmeas e a sobrevivência de *S. cincticeps* foi maior nas doses subletais intermediárias de permetrina do que no controle, evidenciando o fenômeno de hormese. Estes resultados se enquadram na definição proposta de que a performance de um organismo seria estimulada por pequenas exposições a agentes prejudiciais ou tóxicos em níveis altos (Forbes, 2000).

Morse (1998) relata que, na maioria dos casos, a sobrevivência de insetos e de ácaros foi maior, e a duração dos instares menor, quando expostos à doses subletais de inseticidas. A hormese em *S. cincticeps* pode ser explicada pelo fato da permetrina ter afetado esse predador, que se recuperou alguns dias após ou seja, os predadores que sobreviverem à aplicação inicial do inseticida, não terão efeito deletério em suas populações ao longo do tempo (Yokoyama & Pritchard, 1984). Tais resultados demonstram que, provavelmente, houve uma resposta compensatória do inseto, mesmo com interferência no seu desenvolvimento (Calabrese, 1999). Este fenômeno estimulatório de supercompensação (hormese) foi sugerido por Townsend & Luckey (1960) e, subsequentemente, por outros autores, isto é, dentro da fase ninfal, um ou outro instar pode ser menor para compensar outro mais longo. Deve-se considerar, ainda, que o incremento de um parâmetro, sem queda do outro, é raro, mas pode acontecer (Forbes, 2000). Esses resultados podem ocorrer, pois o fenômeno de hormese é baseado no princípio de alocação (Sibly & Calow, 1986), ou seja, a troca na alocação de fontes entre diferentes processos fisiológicos, com a diminuição de algum incremento, no caso (duração do terceiro instar), contraposto ao aumento da alocação de recursos energéticos de outro (reprodução). Esses autores observaram que as respostas estimulatórias podem ser de 40 a 60% maiores que no controle quando algum agente químico é incorporado ao experimento. Normalmente, ocorre uma resposta inicial inibitória, seguida por outra compensatória que,

eventualmente, excede ao controle e resulta em uma rede de resposta estimulatória, referida como efeito hormético (Calabrese & Baldwin, 1997a,b).

Mesmo as menores doses ($5,74 \times 10^{-3}$ e $5,74 \times 10^{-2}$ ppb) de permetrina afetaram, positivamente, o peso de ninfas que deram origem à fêmeas de *S. cincticeps*. Esse resultado é vantajoso para o predador, pois fêmeas de *Podisus connexivus* (= *Podisus nigrispinus*) (Heteroptera: Pentatomidae) mais pesadas apresentam maior número de ovos e de posturas do que aquelas de menor peso, gerando maior número de descendentes (Evans, 1982; Zanuncio *et al.*, 1996/1997).

De um modo geral, constatou-se efeito reduzido de doses subletais de permetrina no predador *S. cincticeps*, mas, nas doses maiores (5,74 e 57,44 ppb), a sobrevivência desse predador foi menor, enquanto que nas menores ($5,74 \times 10^{-3}$ e $5,74 \times 10^{-2}$ ppb), essa sobrevivência foi maior do que no controle. A sobrevivência de *S. cincticeps* foi maior quatro a seis dias após a aplicação nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$ a $5,74 \times 10^{-1}$ ppb em relação ao tratamento controle e às outras doses. Isto concorda com o fenômeno de hormese, que representa um estímulo na performance do organismo em baixos níveis de agentes tóxicos (Dini, 1999; Calabrese, 1999; Forbes, 2000), ou de que quantidades anormais de algum agente estressante, neste caso, os compostos químicos (Luckey, 1959), podem estimular o organismo a aumentar sua sensibilidade para responder e adequar-se ao novo meio. Como esta hipótese é geral, a sobrevivência sob estresse pode aumentar com certas doses de inseticidas (Luckey, 1968). Assim, doses anormais de inseticidas podem levar os organismos a uma taxa mais severa de estresse e, como esse efeito pode ser observado em um grande número de parâmetros, isto pode diminuir a energia necessária para o organismo adaptar-se ao novo meio (Luckey, 1968).

Pesquisas têm demonstrado que o inseticida permetrina é seletivo ao predador *S. cincticeps* (Zanuncio *et al.*, 1998) e, também, a outras espécies de Asopinae (Wilkinson *et al.*, 1979; Yu, 1988; Guedes *et al.*, 1992; Zanuncio *et al.*, 1993; Picanço *et al.*, 1996, 1997). Outro percevejo, *P. nigrispinus* apresentou alta tolerância à permetrina no quinto instar e na fase adulta

(Batalha *et al.*, 1997), com resultados semelhantes aos de Guedes *et al.* (1992) e Yu (1988), com outras espécies de *Podisus*.

A maior tolerância de ninfas de terceiro, quarto e quinto instares, e de adultos de *S. cincticeps* à permetrina, indica que esse produto pode ser usado em programas de manejo integrado de pragas, com baixo impacto nesse predador. No entanto, o ideal seria que pequenas doses de inseticidas estimulassem o desenvolvimento, o que caracterizaria o fenômeno hormese, com maior número de gerações de inimigos naturais por ano.

O fenômeno de hormese foi relatado para insetos e ácaros mas, raramente, para inimigos naturais (Morse, 1998). Isto se deve ao fato dos mesmos serem mais sensíveis aos inseticidas normalmente aplicados porque dependem da presa ou do hospedeiro, que precisam estar presentes no meio em quantidade suficiente para permitir o seu desenvolvimento. Por isto, surge o questionamento de que inimigos naturais, submetidos a diferentes doses subletais de inseticidas poderiam ou não apresentar o fenômeno de hormese. O fato disto poder ocorrer em inimigos naturais, como demonstrado neste trabalho, pode ser importante para o manejo de inseticidas no campo. Assim, se a resistência da praga a inseticidas for baixa, e forem utilizados inseticidas seletivos em baixas doses, estes controlariam a população da praga e poderiam desencadear o fenômeno de hormese no predador (Morse, 1998). Isto é adequado para predadores que, sendo generalistas, podem se alimentar de diferentes tipos de presas e manterem-se, mesmo, quando as populações de espécies pragas forem pequenas.

Considerando o fato da permetrina ser seletiva a *S. cincticeps*, que este inseticida é aplicado no controle de lagartas desfolhadoras, onde esse predador pode ser encontrado, e que pequenas doses do mesmo podem estimular o desenvolvimento desse predador, conclui-se que *S. cincticeps* e esse inseticida podem ser utilizados, de forma conjunta, em Programas de Manejo Integrado de Pragas.

AGRADECIMENTOS

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

LITERATURA CITADA

- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & SEDIYAMA, C.S. (1995) Seletividade de inseticidas aos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) e à sua presa Lepidoptera. *Rev. Árv.* **19**, 382-395.
- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1997) Selectivity of insecticides to *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ceiba* **38**, 19-22.
- BUCKUP, L. (1960) Contribuição para o conhecimento de Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) da América do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **15**, 1-25.
- CALABRESE, E.J. (1999) Evidence that hormesis represents an “overcompensation” response to a disruption in homeostasis. *Ecotox. Environ. Safety* **42**, 135-137.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997a) The dose makes the stimulation (and the poison). *Int. J. Toxicol.* **16**, 545-559.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997b) A quantitatively-based methodology for the evaluation of chemical hormesis. *Hum. Ecol. Risk Assess.* **3**, 545-554.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1998) Hormesis as a biological hypothesis. *Env. Health Persp.* **106** (Suppl. 1), 357-362.
- DE CLERCQ, P., TIRRY, L., VINÑELA, E. & DEGHEELE, D. (1995) Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. Appl.* **74**: 17-22.
- DE COCK, A., DE CLERCQ, P., TIRRY, L. & DEGHEELE, D. (1996) Toxicity of diafenthiuron and imidacloprid to the predatory bug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol. Cont.* **25**, 476-480.
- DINI, J.W. (1999) Hormesis: A little bit is good – too much is bad. *Plant. & Surf. Fin.* 114-116.
- EVANS, E.W. (1982) Consequences of body size for fecundity in the predatory stinkbug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* **75**, 418-420.

- FORBES, V.E. (2000) Is hormesis an evolutionary expectation? *Funct. Ecol.* **14**, 12-24.
- GASTAL, H.A.O. (1981) Lista preliminar dos Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) do estado do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **57**, 119-127.
- GUEDES, R.N.C., LIMA, J.O.G. & ZANUNCIO, J.C. (1992) Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrothion para *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 339-346.
- LUCKEY, T.D. (1959) Antibiotics in nutrition p. 173-321. In H.S. GOLDBERG (ed.) D. VAN NOSTRAND. Inc., Princeton.
- LUCKEY, T.D. (1968) Inseticide hormoligosis. *J. Econ. Entomol.* **61**, 7-12.
- MORSE, J.G. & ZAREH, N. (1991) Pesticide-induced hormoligosis of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) fecundity. *J. Econ. Entomol.* **84**, 1169-1174.
- MORSE, J.G. (1998) Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites. *Human Exp. Toxicol.* **17**, 266-269.
- MIZELL, R.F. & SCONYERS, M.C. (1992) Toxicity of imidacloprid to selected arthropod predators in the laboratory. *Fla. Entomol.* **75**, 277-285.
- MUKERJI, M.K. & LEROUX, E.J. (1965) Laboratory rearing of a Quebec strain of the pentatomid predator, *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). *Phytoprotection* **46**, 40-60.
- PICANÇO, M.C., GUEDES, R.N.C., BATALHA, V. & CAMPOS, R.P. (1996) Toxicity of insecticides to *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae) and selectivity to two of its predaceous bugs. *Trop. Sci.* **36**, 51-53.
- PICANÇO, M.C., RIBEIRO, L.J., LEITE, G.L.D. & ZANUNCIO, J.C. (1997) Seletividade dos inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. *Pesq. Agrop. Bras.* **32**, 369-372.
- PREE, D.J. & HAGLEY, E.A.C. (1985) Toxicity of pesticides to *Chrysopa oculata* Say (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* **78**, 129-132.
- RAJAKULENDRAN, S.V. & PLAPP JR., F.W. (1982) Comparative toxicities of five synthetic pyrethroids to the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae), an Ichneumonidae parasite, *Campoletis sonorensis*, and a predator, *Chrysopa carnea*. *J. Econ. Entomol.* **75**, 769-772.

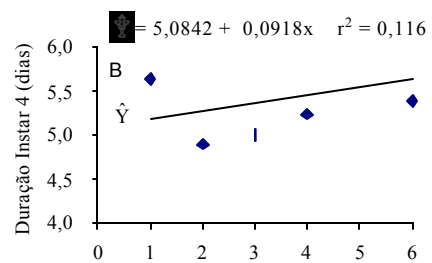
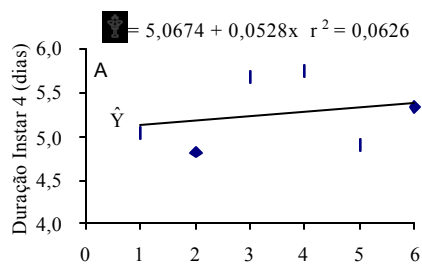
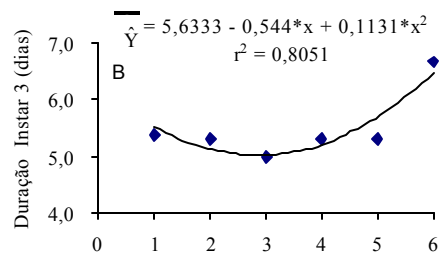
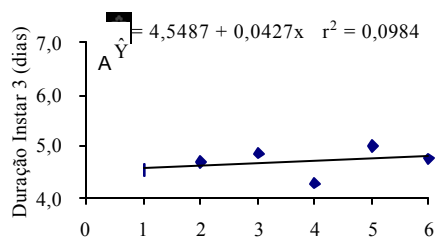
- SIBLY, R.M. & CALOW, P. (1986) Physiological ecology of animals - an evolutionary approach. Blackwell, Scientific Publications, Oxford.
- SUINAGA, F.A., PICANÇO, M.C., ZANUNCIO, J.C. & BASTOS, C.S. (1996) Seletividade fisiológica de inseticidas a *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. *Rev. Árv.* **20**, 407-414.
- STEBBING, A.R.D. (1997) A theory of growth hormesis. *Belle Newslett.* **6**, 1-11.
- THOMAS, D.B. (1992) *Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere*. The Thomas Say Foundation 147 p.
- TOWNSEND, C.O. & LUCKEY, T.D. (1960) Hormoligosis in pharmacology. *J. Am. Med. Ass.* **173**, 44-48
- WILKINSON, J.D., BIEVER, K.D. & IGNOGGO, C.M. (1979) Synthetic pyretroids and organophosphate insecticides against the parasitoid *Apanteles marginiventris* and the predators *Geocoris punctipes*, *Hippodamia convergens* and *Podisus maculiventris*. *J. Econ. Entomol.* **72**, 473-475.
- YOKOYAMA, V.Y. & PRITCHARD, J. (1984) Effect of pesticides on mortality, fecundity and egg viability of *Geocoris pallens* (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Econ. Entomol.* **77**, 876-879.
- YU, S.J. (1988) Selectivity of insecticides to the spined soldier bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. *J. Econ. Entomol.* **81**, 119-122.
- ZAMPERLINI, B., ZANUNCIO, J.C., LEITE, J.E.M. & BRAGANÇA, M.L. (1992) Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). *Rev. Árv.* **16**, 224-230.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., SARTÓRIO, R.C. & LEITE, J.E.M. (1992a) Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 245-251.
- ZANUNCIO, J.C., BRAGANÇA, M.A.L., DIAZ, J.L.S. & SARTÓRIO, R.C. (1992b) Avaliação dos parâmetros de fecundidade de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) de diferentes pesos. *Revista Ceres* **39**, 591-596.

- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., CRUZ, A.P. & MOREIRA, A.M. (1992c) Eficiência do *Bacillus thuringiensis* e de deltametrina, em aplicação aérea, para o controle de *Thyriniteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptal no Pará. *Act. Amaz.* **22**, 485-492.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., GARCIA, J.F. & RODRIGUES, L.A. (1993) Impact of two formulations of deltamethrin in aerial application against caterpillars and their predaceous bugs. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **58**, 477-481.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., ZANUNCIO, T.V. & GARCIA, J.F. (1994) Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *For. Ecol. Manag.* **65**, 65-73.
- ZANUNCIO J.C., SAAVEDRA, J.L.D., ZANUNCIO, T.V. & SANTOS, G.P. (1996/97) Incremento en el peso de ninfas y adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentados con dos tipos de larva. *Rev. Biol. Trop.* **44**(3)/**45**(1), 241-245.
- ZANUNCIO, J.C., BATALHA, V.C., GUEDES, R.N.C. & PICANÇO, M.C. (1998) Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Appl. Entomol.* **122**, 457-460.
- ZANUNCIO, T.V., ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F. & SARTÓRIO, R.C. (1995) Biologia de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Revta. bras. Entomol.* **39**, 183-187.

Tabela 1. Duração da fase ninfal (média $\pm$ erro-padrão) do predador *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Doses (ppb)	Duração da Fase Ninfal						
	Macho				Total		III*
	III	IV	V*				
Controle	4,53 ± 0,05	5,04 ± 0,11	7,10 ± 0,10	16,67 ± 0,05	5,00 ± 0,00	5,6	
5,74 x 10 ⁻³	4,70 ± 0,39	4,82 ± 0,12	7,18 ± 0,11	16,69 ± 0,44	5,33 ± 0,33	4,8	
5,74 x 10 ⁻²	4,88 ± 0,43	5,67 ± 0,67	8,02 ± 0,13	18,57 ± 1,22	5,00 ± 0,00	5,6	
5,74 x 10 ⁻¹	4,31 ± 0,28	5,75 ± 0,38	7,54 ± 0,29	17,60 ± 0,50	5,50 ± 0,50	5,3	
5,74	5,02 ± 0,21	4,91 ± 0,31	7,96 ± 0,15	17,89 ± 0,59	5,33 ± 0,88	6,2	
57,44	4,75 ± 0,14	5,33 ± 0,33	7,64 ± 0,22	17,72 ± 0,64	6,67 ± 0,88	5,3	

* Significativo a 5%.



$\hat{Y}$

$\hat{Y}$

$\hat{Y}$

$\hat{Y}$

Figura 1. Duração da fase ninfal de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido: 1 = ao controle; 2 = $5,74 \times 10^{-3}$ ppb; 3 = $5,74 \times 10^{-2}$ ppb; 4 = $5,74 \times 10^{-1}$ ppb; 5 = 5,74 ppb e 6 = 57,44 ppb de permetrina, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75,0 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. A – macho e B – fêmea.

Tabela 2. Peso de ninfas (média $\pm$ erro-padrão) do predador *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Doses (ppb)	Peso das Ninfas					
	Macho					
	III	IV	V	Adulto	III	
Controle	4,81 ± 0,24	13,44 ± 0,80	25,34 ± 1,91	34,39 ± 1,18	6,01 ± 0,72	12
5,74 x 10 ⁻³	5,14 ± 0,36	13,44 ± 0,80	25,34 ± 1,91	34,39 ± 1,18	5,87 ± 0,96	16
5,74 x 10 ⁻²	6,04 ± 0,32	14,64 ± 1,99	28,69 ± 4,72	36,36 ± 0,04	5,74 ± 0,36	10
5,74 x 10 ⁻¹	5,96 ± 0,76	11,99 ± 1,46	22,83 ± 0,89	34,02 ± 1,65	5,04 ± 0,01	13
5,74	4,76 ± 0,49	12,02 ± 0,46	25,56 ± 0,50	34,20 ± 0,51	6,40 v 0,72	15
57,44	6,19 ± 0,24	13,00 ± 1,09	26,72 ± 3,51	35,26 ± 0,47	5,24 ± 0,52	8,

* Significativo a 5%.

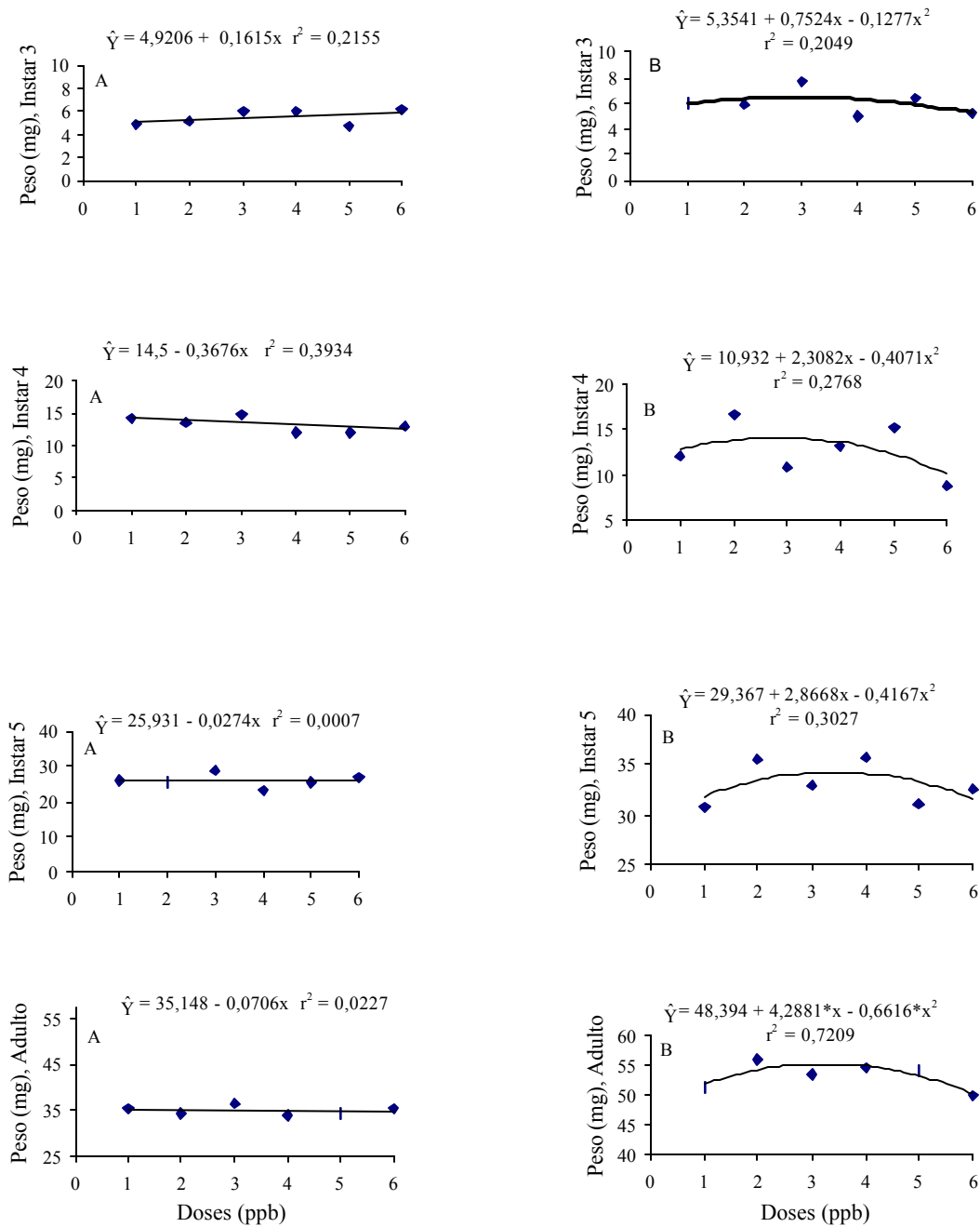


Figura 2. Peso de ninfas de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido: 1 = ao controle; 2 = $5,74 \times 10^{-3}$ ppb; 3 = $5,74 \times 10^{-2}$ ppb; 4 = $5,74 \times 10^{-1}$ ppb; 5 = 5,74 ppb e 6 = 57,44 ppb de permetrina, a

25 ± 1°C, 75,0 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 12 horas.
A – macho e B – fêmea.

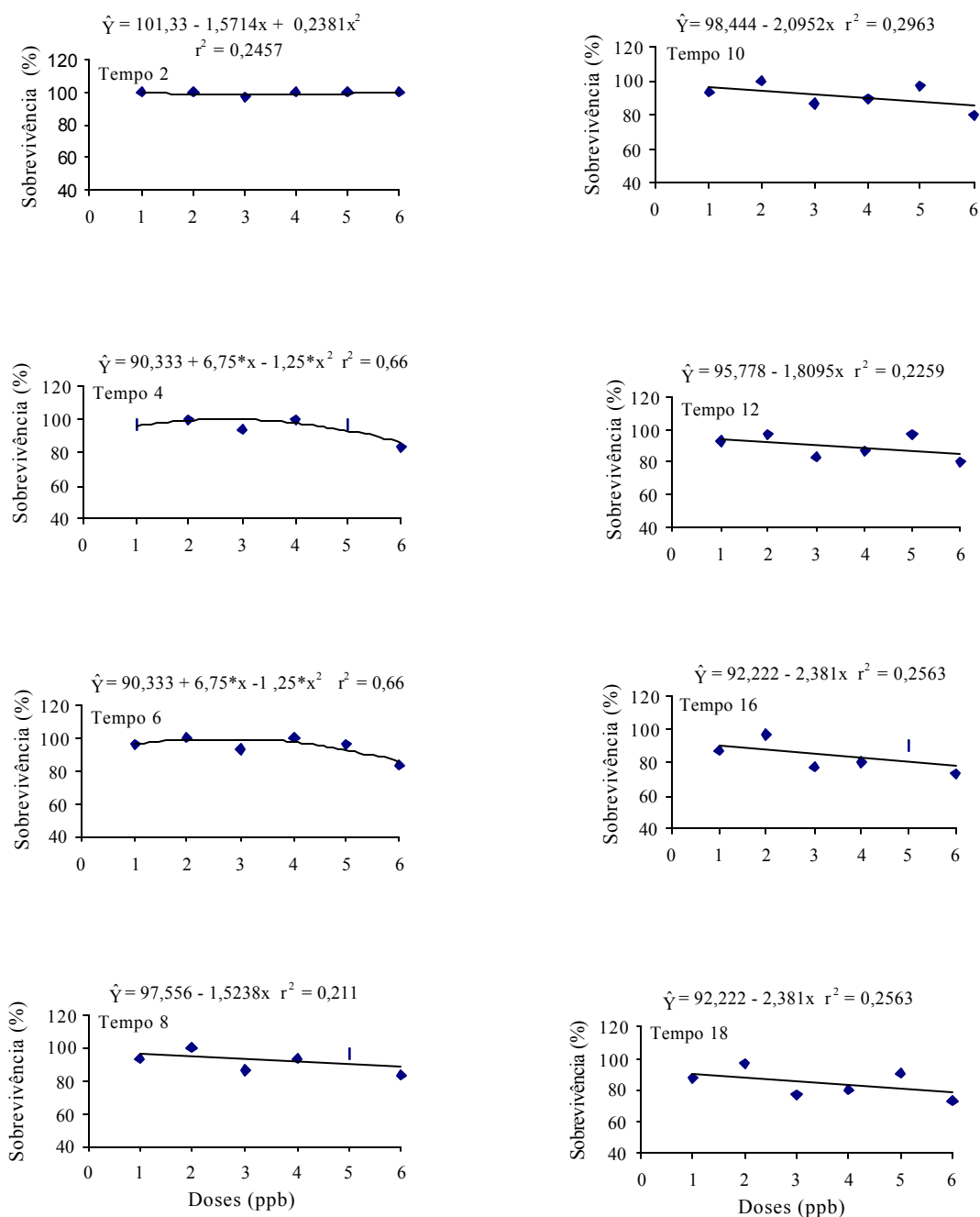


Figura 3. Sobrevivência ninfal de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido: 1 = ao controle; 2 = 5,74 x 10⁻³ ppb; 3 = 5,74 x 10⁻² ppb; 4 = 5,74 x 10⁻¹ ppb; 5 = 5,74 ppb e 6 = 57,44 ppb de

permetrina, a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

Efeito de Doses Subletais de Permetrina nas Características Reprodutivas do Predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)

RESUMO

Investigou-se o efeito de doses subletais de permetrina nos parâmetros reprodutivos do predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae), pois existe a hipótese de que exposições a baixas doses de agentes tóxicos podem estimular a performance de organismos, o que é conhecido como hormese. O inseticida permetrina, nas doses subletais intermediárias, afetou a duração do período de pré-oviposição ($p < 0,05$) de *S. cincticeps*, sendo menor nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$ ppb e de $5,74 \times 10^{-2}$ ppb ($7,96 \pm 0,73$ e $8,10 \pm 0,64$ dias) e maior na de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb ($11,33 \pm 0,88$ dias), sugerindo o fenômeno hormese. No entanto, o período de oviposição, o número de posturas e de ovos por fêmea, o número de ninfas, a viabilidade ninfal e a longevidade de adultos não foram afetados pelas doses de permetrina ($p > 0,05$). Fêmeas desse predador apresentaram cerca de 50% do seu potencial reprodutivo até o 20º dia no controle e nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-1}$ e 5,74 ppb, enquanto isto ocorreu até o 15º e 16º dias nas doses de $5,74 \times 10^{-2}$ e de 57,44 ppb, respectivamente. O fato da permetrina ter se mostrado seletiva à *S. cincticeps* e a possibilidade de que doses reduzidas desse inseticida podem estimular o desenvolvimento desse predador, demonstra que *S. cincticeps* e esse inseticida podem ser utilizados, de forma conjunta, em programas de Manejo Integrado de Pragas.

Palavras-chave: predador, efeito subletal, permetrina, hormese.

Sublethal Effect of Permethrin Doses on Reproductive Characteristics of the Predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)

ABSTRACT

Sublethal effects of permethrin on reproductive parameters of the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) was evaluated aiming to investigate the hypothesis that exposure to low doses of toxic agents can stimulate the performance of this predator what it is known as hormesis. Intermediate sublethal doses of permethrin affected the pre-oviposition period ($p < 0.05$) of *S. cincticeps*. This period was shorter with the doses of 5.74×10^{-3} ppb and of 5.74×10^{-2} ppb (7.96 ± 0.73 and 8.10 ± 0.64 days) and longer with the doses of 5.74×10^{-1} ppb (11.33 ± 0.88 days), suggesting a hormesis phenomenon. However, oviposition period, number of egg masses and of eggs per female, number of nymphs, nymph viability and adult longevity of *S. cincticeps* were not affected by the permethrin doses ($p > 0.05$). Females of this predator presented about 50% of its reproductive potential up to day 20 in the control and with the doses of 5.74×10^{-3} , 5.74×10^{-1} and 5.74 ppb while this occur until days 15 and 16 with the doses of 5.74×10^{-2} and 57.44 ppb, respectively. Since the permethrin is selective to the predator *S. cincticeps* and the fact that sublethal doses of this insecticide can stimulate the development of this bug, it is suggested that *S. cincticeps* and this insecticide can be used combined in programs of Integrated Pest Management.

Keywords: predator, sublethal effect, permethrin, hormesis.

INTRODUÇÃO

Estudos vêm sendo realizados com percevejos predadores (Pentatomidae), visando conhecer sua biologia, sua capacidade predatória, as metodologias de criação e a possibilidade de uso em programas de controle biológico e de manejo integrado de pragas. O controle biológico fundamenta-se no conhecimento e na utilização de parasitóides, de predadores e de patógenos e nas características biológicas de hospedeiros e de presas naturais. O manejo integrado de pragas inclui o uso de inimigos naturais e de agentes químicos, somente em casos extremos (Van Driesche & Bellows, 1996), como durante a ocorrência de surtos de pragas, mesmo com a presença de inimigos naturais.

No Brasil, os trabalhos com Pentatomidae entomófagos foram iniciados por Silva (1933), e o uso desses insetos como agentes de controle de pragas tem crescido em nível mundial (Zanuncio *et al.*, 1993, 1994; De Clercq, 1998, 2000). Dentre os Pentatomidae, os Asopinae ocorrem nas mais diversas regiões do Brasil, onde são considerados reguladores importantes de insetos-praga em cultivos agrícolas e florestais (Corrêia *et al.*, 1983; Ramalho, 1994; Zanuncio *et al.*, 1994).

Podisus nigrispinus (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) é o Asopinae mais comum na região neotropical (Thomas, 1992; Zanuncio *et al.*, 1993, 1994), podendo ser encontrado nas culturas de algodão, café, eucalipto, hortifrutigranjeiros, milho, trigo, soja e pinos, nos Estados do Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará e São Paulo (Gravena & Lara, 1982; Corrêia *et al.*, 1983; Zanuncio *et al.*, 1992a; Ramalho, 1994; Zanuncio *et al.*, 1994).

Supputius cincticeps (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae), outra espécie predadora, tem sido encontrada em sistemas agrícolas e florestais em Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Santa Catarina (Buckup, 1960; Gastal, 1981; Zanuncio *et al.*, 1992a). Esta espécie tem sido utilizada em programas de controle biológico de lagartas desfolhadoras de eucalipto em

maciços florestais (Zanuncio *et al.*, 1992b; Batalha *et al.*, 1995), pois mesmo sendo generalista, alimenta-se principalmente de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (McPherson 1982; Grazia & Hildebrand, 1986). Além disso, tem-se também estudado aspectos de sua biologia, seu comportamento e suas características morfológicas (Zanuncio *et al.*, 1992a,b, 1993; Zanuncio *et al.*, 1995; Zanuncio *et al.*, 1996/1997). Estudos recentes têm mostrado a importância desse inseto no controle biológico em áreas de reflorestamento (Zanuncio *et al.*, 1993, 1996/1997; Zanuncio *et al.*, 1995; Aldrich *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 1997; Assis Jr. *et al.*, 1998, 1999) e no controle de pragas agrícolas em culturas como as de algodão (Santos *et al.* 1995; Medeiros *et al.*, 1998) e da soja (Corso *et al.*, 1999).

Os Asopinae são normalmente encontrados em surtos de pragas onde a utilização de inseticidas pode limitar a ação desses agentes de controle biológico. Isso tem levado à busca de inseticidas eficientes contra espécies pragas e relativamente seguros para artrópodos benéficos, como os predadores e os parasitóides, para programas de manejo integrado de pragas (Guedes *et al.*, 1992).

Os piretróides têm sido utilizados por serem seletivos a alguns insetos benéficos (Rajakulendran & Plapp, 1982; Pree & Hagley, 1985; Yu, 1988) e eficientes contra lagartas (Elliot *et al.*, 1978), principalmente a deltametrina e a permetrina no controle de lagartas em cultivos de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1992a, 1993, 1994).

Os inseticidas podem causar alta mortalidade e efeitos subletais deletérios à população de percevejos predadores. Por isso, tem-se buscado identificar inseticidas seletivos a percevejos predadores como *S. cincticeps* e *P. nigrispinus* (Guedes *et al.*, 1992, Zanuncio *et al.*, 1993; Batalha *et al.*, 1995; 1997; Picanço *et al.*, 1996; Suinaga *et al.*, 1996) e eficientes contra pragas. A tolerância natural de *P. nigrispinus* e outros pentatomídeos a inseticidas piretróides como a deltametrina foi relatada por Wilkinson *et al.* (1979); McPherson *et al.* (1980, 1982); e Yu (1987, 1988). Hough-Goldstein & Keil (1991) estudaram a seletividade de diferentes inseticidas a *Perillus bioculatus*

(F.) (Heteroptera: Pentatomidae) e à sua presa *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Mohaghegh *et al.* (2000) verificaram que a deltametrina e o *Bacillus thuringiensis kurstaki* podem ser utilizados em conjunto com *P. maculiventris*, e que o metomil e o teflubenzurom causam danos à populações desses percevejos.

O impacto de doses subletais de inseticidas é gradual e normalmente pequeno mas a reprodução e o comportamento de espécies não-alvo podem ser afetados, podendo levar à supressão local destas, mesmo sem a ação letal de um composto (Matsumura, 1985). Como percevejos predadores estão, freqüentemente, sujeitos a doses subletais de inseticidas, tem-se investigado possíveis efeitos dos mesmos em agentes de controle biológico. Embora os piretróides causem, normalmente, baixa mortalidade direta aos Pentatomidae predadores, eles podem afetar o potencial reprodutivo dessas espécies. Além disso, a performance de um organismo pode melhorar quando este é exposto a doses baixas de agentes que seriam prejudiciais ou tóxicos em níveis elevados, o que é denominado hormese (Calabrese & Baldwin, 1997a,b; Calabrese, 1999; Forbes, 2000), como constatado para insetos e ácaros de importância agrícola e em diversos grupos taxonômicos (Dini, 1999; Forbes, 2000; Calabrese, 1999), mas não em inimigos naturais (Morse, 1998).

Embora a hormese possa afetar positivamente a fecundidade, a sobrevivência e a duração da fase ninfal (Gordon & McEwen, 1984; Morse & Zareh, 1991; Ayyappath *et al.*, 1997; Morse, 1998; Abivardi *et al.*, 1998) de insetos e ácaros, não se sabe se os Pentatomidae predadores teriam essa resposta.

Dessa forma, essa pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação tópica de diferentes doses subletais de permetrina nos parâmetros reprodutivos do percevejo predador *S. cincticeps*, e se essas doses desencadeariam hormese nesse inseto, visando o planejamento de estratégias de manejo para o controle eficiente e com baixos riscos para o meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Controle Biológico do Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, em câmara climatizada, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

Os estudos foram realizados a partir de ovos de *S. cincticeps*, da criação massal mantida no laboratório de Controle Biológico do Insetário da UFV. Pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), utilizadas como presa, foram obtidas nesse mesmo laboratório e criadas conforme a metodologia de Zamperlini *et al.* (1992).

O inseticida utilizado foi a permetrina em grau técnico e diluída em acetona, até a obtenção das concentrações utilizadas no ensaio. Foram preparadas soluções estoque de 100 mg i.a./mL de permetrina, diluída em acetona na proporção de 1:10, até se obterem as concentrações de 10 mg i.a./mL, 1 mg i.a./mL, 10^{-1} mg i.a./mL, 10^{-2} mg i.a./mL, 10^{-3} mg i.a./mL, 10^{-4} mg i.a./mL, 10^{-5} mg i.a./mL, 10^{-6} mg i.a./mL e 10^{-7} mg i.a./mL. Dentro dessa faixa, utilizaram-se concentrações de 10^{-3} mg i.a./mL a 10^{-7} mg i.a./mL, pois acima da maior concentração (10^{-3} mg i.a./mL) ocorreu a morte de quase todas as ninfas, e abaixo da menor (10^{-7} mg i.a./mL), a mortalidade ficou próxima ao controle. Baseado em mg/mg de peso vivo do inseto, foram obtidas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb de permetrina. Com o auxílio de uma microsseringa 1 µL de cada concentração foi aplicado no dorso de cada ninfa de terceiro instar de *S. cincticeps*. O controle foi realizado aplicando-se 1 µL de acetona.

Foram separadas 450 ninfas de segundo instar de *S. cincticeps*, as quais foram acondicionadas em placas de Petri e alimentadas com pupas de *T. molitor*. Ao atingirem o terceiro instar, essas ninfas foram individualizadas e acondicionadas em copos plásticos (40 mL). A água foi fornecida através de um tubo cilíndrico de 2 mL inserido em um orifício circular de 0,9 mm, na tampa do copo plástico, sendo sua extremidade vedada por um chumaço de

algodão, para evitar o escoamento da água. Pupas de *T. molitor* foram oferecidas dentro do copo e substituídas quando se tornavam escuras, indicando que o predador havia se alimentado das mesmas.

Adultos de *S. cincticeps* obtidos nesses tratamentos, foram sexados com base na genitália externa e acondicionados em copos plásticos transparentes (500 mL), com um casal por copo totalizando 27, 30, 33, 27 e 27 e 24 casais nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb e no controle, respectivamente. O alimento e a água foram fornecidos de forma semelhante à das ninfas.

Diariamente, cada casal de *S. cincticeps* foi observado, anotando-se a mortalidade e o número de posturas, sendo estas coletadas diariamente e acondicionadas em placas de Petri, tendo em seu interior um chumaço de algodão umedecido em água destilada, para a manutenção da umidade. Além dos números de posturas, de ovos e de ninfas, foram registrados os períodos de pré-oviposição, de oviposição e de incubação dos ovos; a viabilidade dos ovos, a mortalidade; a longevidade e a fecundidade das fêmeas de *S. cincticeps*.

A relação entre idade e fecundidade de indivíduos de *S. cincticeps* foi obtida, dividindo-se a longevidade desse predador em períodos de cinco dias. Foram determinados, também, o início e o término do período de alta fecundidade. O início se dá a partir da primeira postura, até que 60% das fêmeas tenham ovipositado e o término é caracterizado pelo período iniciado após as fêmeas terem colocado aproximadamente 60% dos ovos até a sua morte.

O delineamento experimental constou de seis tratamentos, sendo cada um deles composto por cinco grupos de 15 ninfas cada, totalizando 75 ninfas por dose, incluindo o controle.

Foi feita uma análise de variância e, onde o F foi significativo, foi efetuada uma análise de regressão, sendo pesquisado o modelo que melhor explicasse a relação entre as variáveis. O modelo adotado (com maior coeficiente de determinação) teve os coeficientes de regressão testados pelo teste “t” de Student, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

As doses subletais de permetrina afetaram significativamente o período de pré-oviposição ($F = 4,15$, $p < 0,05$), a mortalidade ($F = 8,65$, $p < 0,005$) e a sobrevivência ($F = 436,14$, $p < 0,05$) de *S. cincticeps*. O período de pré-oviposição foi menor nas doses de $5,74 \times 10^3$ ppb e de $5,74 \times 10^2$ ppb ($7,96 \pm 0,73$ e $8,10 \pm 0,64$ dias) e maior na dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb ($11,33 \pm 0,88$ dias) de que no controle ($10,17 \pm 0,84$) (Tabela 1 e Figura 1).

As demais variáveis reprodutivas como o período de oviposição, o número de posturas e de ovos por fêmea, o número de ninfas, a viabilidade ninfal e a longevidade de adultos de *S. cincticeps* não foram afetadas pelas doses de permetrina ($p > 0,05$) (Tabela 1 e Figura 1). O período de oviposição na dose de $5,74$ ppb foi de $26,67 \pm 3,30$ dias e de $21,50 \pm 2,89$ dias no controle. O número de ovos produzidos por fêmea desse predador variou de $86,17 \pm 14,70$ (controle) a $124,48 \pm 18,65$ ($5,74 \times 10^3$ ppb), dos quais $61,21 \pm 12,44$ e $91,67 \pm 16,03$ ovos deram origem a ninfas, com viabilidade de $60 \pm 0,06$ e $59,00 \pm 0,07\%$ (Tabela 1). A taxa de eclosão de ninfas foi semelhante e variou de 59% ($5,74 \times 10^3$ ppb) a 67% na dose de permetrina, sendo de 60% no controle.

Adultos de *S. cincticeps* apresentaram longevidade de $41,78 \pm 3,03$ dias na dose de $5,74$ ppb e de $35,21 \pm 2,69$ dias no controle, com valores semelhantes nas demais doses (Tabela 1 e Figura 1).

A mortalidade de *S. cincticeps* foi afetada significativamente pelas doses de permetrina, sendo maior nas intermediárias, especialmente na de $5,74 \times 10^2$ ppb ($F = 14,04$, $p < 0,05$) (Figura 1). Todos os indivíduos de *S. cincticeps* morreram até os 75 dias.

Fêmeas de *S. cincticeps* apresentaram cerca de 50% do seu potencial reprodutivo até o 20º dia no controle e nas doses de $5,74 \times 10^3$, $5,74 \times 10^1$ e $5,74$ ppb e até os 15º e 16º dias nas doses de $5,74 \times 10^2$ e $57,44$ ppb, respectivamente (Figuras 2 e 3). No entanto, o período de alta fecundidade, que se inicia a partir da primeira postura e termina quando aproximadamente

60% de seus ovos foram ovipositados, iniciou-se no 10º dia para todas as doses de permetrina e também para o controle. Este período terminou no 25º (controle), 23º ($5,74 \times 10^{-3}$ e 5,74 ppb), 20º ($5,74 \times 10^{-1}$ e $5,74 \times 10^{-2}$ ppb) e 18º (57,44 ppb) dias (Figuras 2 e 3). O declínio da alta fecundidade, período iniciado após as fêmeas terem ovipositado aproximadamente 60% e até a morte delas, variou do 20º ($5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb) ao 25º ($5,74 \times 10^{-3}$) dias, enquanto no controle foi no 30º dia (Figuras 3, 4 e 5). O término da fecundidade variou do 55º (57,44 ppb) ao 75º ($5,74 \times 10^{-3}$ e $5,74 \times 10^{-2}$ ppb) dias, enquanto no controle ocorreu no 60º dia (Figuras 2 e 3).

Fêmeas de *S. cincticeps*, nas doses subletais intermediárias de $5,74 \times 10^{-3}$ a 5,74 ppb, viveram até 70 a 75 dias, com oviposição até o 55º dia nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$ e $5,74 \times 10^{-1}$ ppb, o 50º dia nas doses de $5,74 \times 10^{-2}$ e 57,44 ppb, o 45º dia na dose de 5,74 ppb e o 50º no controle (Figuras 2 e 3).

DISCUSSÃO

A permetrina, um dos inseticidas utilizados no controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto, é seletiva para o predador *P. nigrispinus*, cujas fêmeas são, também, mais tolerantes ao inseticida malation (fosforado) quando este foi aplicado em subconcentrações (Suinaga *et al.*, 1996). Ninfas de terceiro instar de *S. cincticeps*, submetidas a doses subletais de permetrina deram, origem a fêmeas que apresentaram menor período de pré-oviposição nas doses mais baixas. No entanto, *P. nigrispinus* submetido ao piretróide deltametrina, teve maior período de pré-oviposição (11,3 dias) que o controle (7,6 dias), com percentagem de eclosão de ninfas de 54% comparada a 63% no controle (Mohaghegh *et al.*, 2000). Períodos mais longos de pré-oviposição podem ter ocorrido devido ao fato de o inseticida ter afetado o predador logo após a sua aplicação, mas com recuperação completa dos mesmos (Mohaghegh *et al.*, 2000). Assim, se os predadores sobreviverem à aplicação inicial do inseticida, não haverá efeito deletério em suas populações ao longo do tempo (Yokoyama & Pritchard, 1984). Isto foi verificado, também, para

Geocoris pallens Stal (Hemiptera: Lygaeidae), cuja mortalidade, fecundidade e viabilidade dos ovos não foram afetadas por exposições agudas à diferentes inseticidas, por 24 horas. Além disso, fêmeas desse predador, expostas a glifosato e metomil, colocaram maior número de ovos viáveis. Farlow & Pitre (1983) obtiveram resultados semelhantes para *Geocoris puncticeps* Say (Hemiptera: Lygaeidae), pois esse predador colocou maior número de ovos férteis quando exposto aos herbicidas acifluorfen e bentazon.

Efeitos estimulatórios em populações de artrópodos foram discutidos por Croft & Brown (1975) e devem ser considerados na escolha de inseticidas para programas de manejo de pragas. Isto é necessário, pois Aliniaze & Cranham (1980) mostraram que quatro tipos de piretróides foram incompatíveis para o manejo integrado por eliminarem os ácaros predadores.

A maioria dos estudos sobre efeitos estimulatórios de inseticidas (hormese) tem mostrado efeito na fecundidade de insetos e de ácaros, mas, doses subletais de vários pesticidas podem aumentar (Yokoyama & Pritchard, 1984) ou diminuir (Alford & Holmes, 1986) a fecundidade, dependendo da dose e do produto químico (Jackson & Wilkins, 1985; Ibrahim & Knowbes, 1986), além de poder acelerar a oviposição desses organismos (Moggi & Leigh, 1983; Leigh & Wynholds, 1980). De Clercq *et al.* (1995) mostraram que a longevidade e a oviposição de fêmeas de *P. maculiventris*, originadas de ninfas de quinto instar, que receberam doses subletais de duflubenzurom e piriproxifem não foram afetadas, com deposição média de 400 ovos e longevidade de 50-60 dias. No entanto, o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), exposto a doses subletais do piretróide fenvalerato mostrou menor taxa reprodutiva (Jackson & Wilkins, 1985), mas Morse & Zareh (1991) constataram aumento da fecundidade do tripses (Thysanoptera: Tripidae) submetido a doses intermediárias de quatro inseticidas. De forma semelhante, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), exposta a baixas concentrações do organofosforado azinfos-metil, usado para controlar insetos mastigadores e sugadores, mostrou aumento do número de ovos, evidenciando hormese (Abivardi *et al.*, 1998).

O efeito estimulatório de inseticidas não é sempre devido à hormese, como constatado para duas espécies de ácaros submetidos a diferentes concentrações de permetrina e paration metílico. Neste caso, a erupção do ácaro após a aplicação dos inseticidas não foi devido ao efeito hormético, podendo ser devido a vários fatores como o clima, a destruição de inimigos naturais, a persistência, a taxa de cobertura do inseticida e a espécie de ácaro na cultura (Ayyappath *et al.*, 1997).

Fêmeas de *S. cincticeps*, submetidas a diferentes doses de permetrina, concentraram cerca de 50% de sua produção de ovos nos primeiros 16 dias, na dose de 57,44 ppb e 17 dias, nas de $5,74 \times 10^{-2}$ e $5,74 \times 10^{-1}$ ppb, após o qual essa produção tornou-se baixa, até a morte das mesmas. Isto sugere que, sob estresse químico, esse inseto investiu maior esforço na reprodução e, na dose mais elevada, teve sua longevidade reduzida a 55 dias. Por outro lado, a sobrevivência dessas fêmeas foi maior nas doses intermediárias, enquanto sua taxa reprodutiva teve queda gradual após o 20^o dia, o que pode ser devido ao fato de *S. cincticeps* submetido ao estresse químico, desviar sua energia disponível para beneficiar sua sobrevivência até que as condições se tomem mais favoráveis, como registrado para *P. maculiventris*, submetido a diferentes dietas (O'Neil & Wiedenmann, 1990). Isso tem sido observado quando o recurso é escasso e a manutenção da população de predadores depende da habilidade dos mesmos em alocar a energia de acordo com suas demandas biológicas (Legaspi *et al.*, 1996). Tais resultados confirmam esta teoria para *P. nigrispinus* que, submetido a estresse alimentar, apresentaram 50% de sua produção de ovos até os 16, 20, 27 e 30 dias, respectivamente (Molina-Rugama *et al.*, 1998).

Os piretróides deltametrina e permetrina apresentaram seletividade à *P. maculiventris* com mortalidade de 19 e 13%, respectivamente. Esta mortalidade tem sido atribuída à menor taxa de penetração desses produtos na cutícula do inseto, à maior taxa de metabolização desses compostos pelo inseto e à alteração no alvo de ação desses princípios ativos (Yu, 1987, 1988). Como *S. cincticeps* é morfológica e filogeneticamente próximo a

P. maculiventris, espera-se, também, que este predador, submetido a diferentes doses subletais de permetrina, apresentasse alta tolerância a esses produtos, como observado para *P. nigrispinus*. Picanço *et al.* (1997) constataram alta tolerância de *P. nigrispinus* e *S. cincticeps* à deltametrina e, por isso, *S. cincticeps* deve apresentar alta tolerância à permetrina, pois este inseticida pertence ao mesmo grupo da deltametrina.

Estas informações são importantes para o manejo integrado de pragas, pois o predador *S. cincticeps* pode ser utilizado mesmo em situações onde a aplicação da permetrina é necessária em programas de controle biológico.

AGRADECIMENTOS

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

LITERATURA CITADA

- ABIVARDI, C., WEBER, C.D. & DORN, S. (1998) Effects of azinphos-methyl and pyrifenoxy on reproductive performance of *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) at recommended rates and lower concentrations. *Ann. Appl. Biol.* **132**, 19-33.
- ALDRICH, J.R., ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F., TORRES, J.B. & CAVE, R.D. (1997) Field tests of predaceous pentatomid pheromones and semiochemistry of *Podisus* and *Supputius* species (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **26**, 1-4.
- ALINIAZEE, M.T. & CRANHAM, J.E. (1980) Effect of four synthetic pyrethroids on a predatory mite, *Typhlodromus pyri* and its prey, *Paninychus ulmi* on apples in Southeast England. *Environ. Entomol.* **9**, 436-439.
- ALFORD, A.R. & HOLMES, J.A. (1986) Sublethal effects of carbaryl, aminocarb, fenitrothion, and *Bacillus thuringiensis* on the development and fecundity of the spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* **79**, 31-34.
- ASSIS JUNIOR, S.L., ZANUNCIO, T.V., SANTOS, G.P. & ZANUNCIO, J.C. (1998) Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **27**, 245-253.
- ASSIS JUNIOR, S.L., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1999) Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. *Trop. Ecol.* **40**, 85-88.
- AYYAPPATH, R., WITKOWSKI, J.F. & HIGHEY, L.G. (1997) Ovipositional responses of two species of spider mites (Acari: Tetranychidae) to sublethal concentrations of permethrin and methyl parathion on corn. *Envir. Entomol.* **26**, 489-496.
- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & SEDIYAMA, C.S. (1995) Seletividade de inseticidas aos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) e a sua presa Lepidoptera. *Rev. Árv.* **19**, 382-395.

- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1997) Selectivity of insecticides to *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ceiba* **38**, 19-22.
- BUCKUP, L. (1960) Contribuição para o conhecimento de Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) da América do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **15**, 1-25.
- CALABRESE, E.J. (1999) Evidence that hormesis represents an “overcompensation” response to a disruption in homeostasis. *Ecotox. Environ. Safety* **42**, 135-137.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997a) The dose makes the stimulation (and the poison). *Int. J. Toxicol.* **16**, 545-559.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997b) A quantitatively-based methodology for the evaluation of chemical hormesis. *Hum. Ecol. Risk Assess.* **3**, 545-554.
- CORSO, I.C., GAZZONI, D.L. & NERY, M.E. (1999) Efeito de doses e de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides de pragas de soja. *Pesq. Agrop. Brasil* **34**, 1529-1538.
- CROFT, B.A. & BROWN, A.W.A. (1975) Responses of arthropod natural enemies to insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* **20**, 285-335.
- CORRÊIA, A.C.B., CORRÊIA-FERREIRA, B.S. & MOSCARDI, F. (1983) Controle biológico de lagartas e percevejos. *Inf. Agrop.* **9**, 42-48.
- DE CLERCQ, P., TIRRY, L., VINÑELA, E. & DEGHEELE, D. (1995) Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. Appl.* **74**, 17-22.
- DE CLERCQ, P. (1998) Production and use of predatory stinkbugs of the genus *Podisus* for biological control in European greenhouses. In: Simpósio de Controle Biológico, 6, 1998, Rio de Janeiro.
- DE CLERCQ, P. (2000) Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: SCHAEFER, C.W. & PANIZZU, A. R., Heteroptera of economic importance. 1st ed. Cambridge University, p. 735-789.
- DINI, J.W. (1999) Hormesis: A little bit is good – too much is bad. *Plant. & Surf. Fin.* 114-116.
- ELLIOT, M., JANES, N.E. & POTTER, C. (1978) The future of pyrethroids in insect control. *Annu. Rev. Entomol.* **23**, 443-469.

- FARLOW, R.A. & PITRE, H.N. (1983) Bioactivity of the post emergent herbicides acifluorfen and bentazon on *Geocoris punctipes* (Say) (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Econ. Entomol.* **76**, 200-203.
- FORBES, V.E. (2000) Is hormesis an evolutionary expectation? *Funct. Ecol.* **14**, 12-24.
- GASTAL, H.A.O. (1981) Lista preliminar dos Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) do estado do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **57**, 119-27.
- GORDON, P.L. & MCEWEN, F.L. (1984) Insecticide-stimulated reproduction of *Myzus persicae*, the green peach aphid (Homoptera: Aphididae). *Can. Ent.* **116**, 783-784.
- GRAVENA, S. & LARA, F.M. (1982) Controle integrado de pragas e receituário agrônomo. In: GRACIANO NETO, F. Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo. São Paulo, Ed. Agroedições, p.123-161.
- GRAZIA, J. & HILDEBRAND, P. (1986) Hemípteros predadores de insetos. In: Encontro Sul-brasileiro de Controle Biológico de Pragas. Passo Fundo. Anais... Passo Fundo, AEAPF/CNPT/EMBRAPA, **1**, 21-37.
- GUEDES, R.N.C., LIMA, J.O.G. & ZANUNCIO, J.C. (1992) Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitroton para *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 339-346.
- HOUGH-GOLDSTEIN, J & KEIL, C.B. (1991) Prospect for integrated control of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) using *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) and various pesticides. *J. Econ. Entomol.* **84**: 1645-1651.
- IBRAHIM, Y.B. & KNOWLES, C.O. (1986) Influence of formamidines on reproduction in two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* **79**, 7-14.
- JACKSON, A.E.M. & WILKINS, R.M. (1985) The effect of sub-lethal dosages of the synthetic pyrethroid fenvalerate on the reproductive rate of the aphid *Myzus persicae*. *Pestic. Sci.* **16**, 364-368.
- LEIGH, T.F. & WYNHOLDS, P.F. (1980) Insecticides enhance spider mite reproduction. *Calif. Agric.* **34**, 14-15.
- LEGASPI, J.C., O'NEIL, R.J. & LEGASPI, JR. B.C. (1996) Trade-offs in body weight, egg loads, and fat reserves of field-collected *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Environ. Entomol.* **25**, 155-164.

- MATSUMURA, F. (1985) *Toxicology of Insecticides*. Plenum Press, New York. 598p.
- MCPHERSON, J.E. (1980) A list of the prey species of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Great Lakes Entomol.* 13, 17-24.
- MCPHERSON, J.E. (1982) The Pentatomoidea (Hemiptera) of Northeastern North America. South Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville, IL. 240 p.
- MEDEIROS, R.S., LEMOS, W.P. & RAMALHO, F.S. (1998) Efeitos da temperatura na biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera: Noctuidae). *Rev. bras. Entomol.* 42, 121-130.
- MOHAGHEGH, J., DE CLERCQ, P. & TIRRY, L. (2000) Toxicity of selected insecticides to the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biocontr. Sci. Technol.* 10: 33-40.
- MOLINA-RUGAMA, A.J., ZANUNCIO, J.C., PRATISSOLI, D. & CRUZ, I. (1998) Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 27, 77-83.
- MOGGI, V.L. & LEIGH, T.F. (1983) Fecundity response of the two spotted spider mite to cotton treated with methyl parathion or phosphoric acid. *J. Econ. Entomol.* 76, 565-570.
- MORSE, J.G. & ZAREH, N. (1991) Pesticide-induced hormoligosis of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) fecundity. *J. Econ. Entomol.* 84, 1169-1174.
- MORSE, J.G. (1998) Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites. *Hum. Exp. Toxicol.* 17, 266-269.
- O'NEIL, R.J. & WIEDENMANN, R.N. (1990) Body weight of *Podisus maculiventris* (Say) under various feeding regimens. *Can. Entomol.* 122, 285-294.
- PICANÇO, M.C., GUEDES, R.N.C., BATALHA, V. & CAMPOS, R.P. (1996) Toxicity of insecticides to *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae) and selectivity to two of its predaceous bugs. *Trop. Sci.* 36, 51-53.

- PICANÇO, M.C., RIBEIRO, L.J., LEITE, G.L.D. & ZANUNCIO, J.C. (1997) Seletividade dos inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. *Pesq. Agrop. Bras.* **32**, 369-372.
- PREE, D.J. & HAGLEY, E.A.C. (1985) Toxicity of pesticides to *Chrysopa oculata* Say (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* **78**, 129-132.
- RAMALHO, F.S. (1994) Cotton pest management: part 4. Brazilian perspective. *Annu. Rev. Entomol.* **39**, 563-578.
- RAJAKULENDRAN, S.V. & PLAPP JR., F.W. (1982) Comparative toxicities of five synthetic pyrethroids to the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae), an Ichneumonidae parasite, *Campoletis sonorensis*, and a predator, *Chrysopa carnea*. *J. Econ. Entomol.* **75**, 769-772.
- SANTOS, T.M., SILVA, E.N. & RAMALHO, F.S. (1995) Desenvolvimento de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. *Pesq. Agrop. Bras.* **30**, 163-167.
- SILVA, A.G.A. (1933) Contribuições para o estudo da biologia de três pentatomídeos e o possível emprego destes insetos no controle biológico de espécies nocivas. *O Campo* **4**, 23-25.
- SUINAGA, F.A., PICANÇO, M.C., ZANUNCIO, J.C. & BASTOS, C.S. (1996) Seletividade fisiológica de inseticidas a *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. *Rev. Árv.* **20**, 407-414.
- TORRES, J.B., ZANUNCIO, J.C., SAAVEDRA, J.L.D. & ALDRICH, J.R. (1997) Extrato da glândula de feromônio na atração e estimulação alimentar de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal). *An. Soc. Entomol. Brasil* **26**, 463-470.
- THOMAS, D.B. (1992) *Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere*. The Thomas Say Foundation 147p.
- VAN DRIESCHE, R.G. & BELLOWS, T.S. (1996) *Biological control*. Chapman and Hall, New York.
- WILKINSON, J.D., BIEVER, K.D. & IGNOGGO, C.M. (1979) Synthetic pyrethroids and organophosphate insecticides against the parasitoid *Apanteles marginiventris* and the predators *Geocoris punctipes*, *Hippodamia convergens* and *Podisus maculiventris*. *J. Econ. Entomol.* **72**, 473-475.

- YOKOYAMA, V.Y. & PRITCHARD, J. (1984) Effect of pesticides on mortality, fecundity and egg viability of *Geocoris pallens* (Hemiptera: Lygaeidae). *J. Econ. Entomol.* **77**, 876-879.
- YU, S.J. (1987) Biochemical defense capacity in the spined bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey. *Pestic. Biochem. Physiol.* **28**, 216-223.
- YU, S.J. (1988) Selectivity of insecticides to the spined soldier bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. *J. Econ. Entomol.* **81**, 119-122.
- ZAMPERLINI, B., ZANUNCIO, J.C., LEITE, J.E.M. & BRAGANÇA, M.A.L. (1992) Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). *Rev. Árv.* **16**, 224-230.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., SARTÓRIO, R.C. & LEITE, J.E.M. (1992a) Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 245-251.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., CRUZ, A.P. & MOREIRA, A.M. (1992b) Eficiência do *Bacillus thuringiensis* e da deltametrina, em aplicação aérea, para o controle de *Thyrinteina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptal no Pará. *Act. Amaz.* **22**, 485-492.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., GARCIA, J.F. & RODRIGUES, L.A. (1993) Impact of two formulations of deltamethrin in aerial application against caterpillars and their predaceous bugs. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **58**, 477-481.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., ZANUNCIO, T.V. & GARCIA, J.F. (1994) Hemipterous predators of eucalipt defoliator caterpillars. *For. Ecol. Manag.* **65**, 65-73.
- ZANUNCIO J.C., SAAVEDRA, J.L.D., ZANUNCIO, T.V. & SANTOS, G.P. (1996/97) Incremento en el peso de ninfas y adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentados con dos tipos de larva. *Rev. Biol. Trop.* **44**(3)/**45**(1), 241-245.
- ZANUNCIO, T.V., ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F. & SARTÓRIO, R.C. (1995) Biologia de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Revta. bras. Entomol.* **39**, 183-187.

Tabela 1. Variáveis reprodutivas e longevidade (média $\pm$ erro padrão) de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas

Variáveis	Doses (ppb)			
	Controle (n = 24)	$5,74 \times 10^{-3}$ (n = 27)	$5,74 \times 10^{-2}$ (n = 30)	$5,74 \times 10^{-1}$ (n = 33)
Pré-oviposição (dias)*	10,17 $\pm$ 0,84	7,96 $\pm$ 0,73	8,10 $\pm$ 0,64	11,33 $\pm$ 0,88
Oviposição (dias)	21,50 $\pm$ 2,89	22,22 $\pm$ 2,87	21,30 $\pm$ 2,96	21,45 $\pm$ 2,38
Número de posturas/fêmea	8,13 $\pm$ 1,38	10,05 $\pm$ 1,23	7,54 $\pm$ 0,94	8,90 $\pm$ 0,94
Número de ovos/fêmea	86,17 $\pm$ 14,70	124,48 $\pm$ 18,65	100,97 $\pm$ 12,61	98,91 $\pm$ 13,04
Número de ovos/postura	9,68 $\pm$ 7,23	10,80 $\pm$ 1,04	12,04 $\pm$ 1,04	10,51 $\pm$ 0,78
Número de ninfas/fêmea	61,21 $\pm$ 12,44	91,67 $\pm$ 16,03	70,07 $\pm$ 10,35	70,94 $\pm$ 10,48
Viabilidade ninfal (%)	60,00 $\pm$ 0,06	59,00 $\pm$ 0,07	62,00 $\pm$ 0,05	65,00 $\pm$ 0,05
Longevidade	35,21 $\pm$ 2,69	37,37 $\pm$ 2,94	35,63 $\pm$ 3,00	36,91 $\pm$ 2,60

* Significativo a 5%.

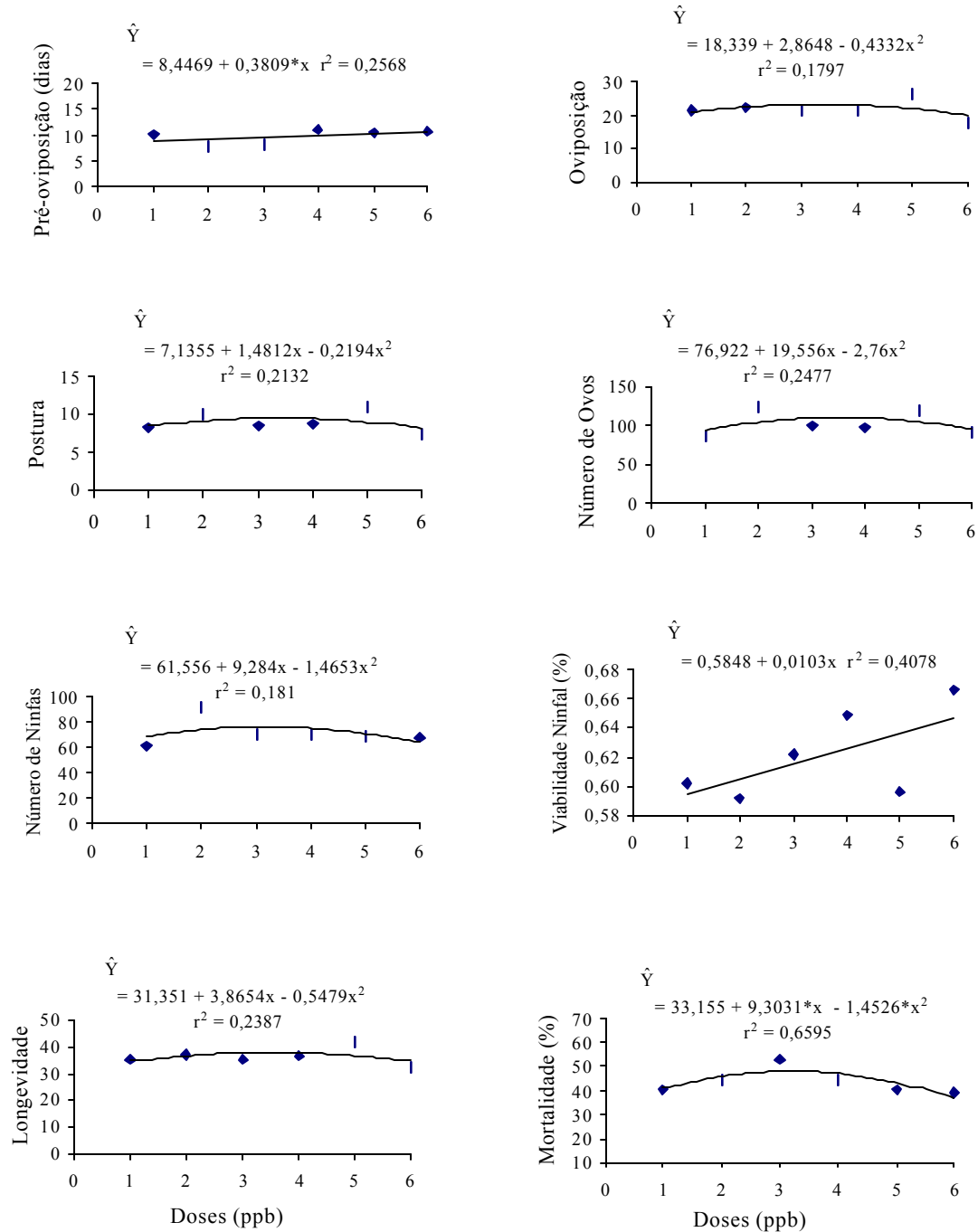


Figura 1. Parâmetros reprodutivos, longevidade e mortalidade de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido: 1 = ao controle; 2 = $5,74 \times 10^{-3}$ ppb; 3 = $5,74 \times 10^{-2}$ ppb; 4 = $5,74 \times 10^{-1}$ ppb; 5 = $5,74$ ppb e 6 = $57,44$ ppb de permetrina, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

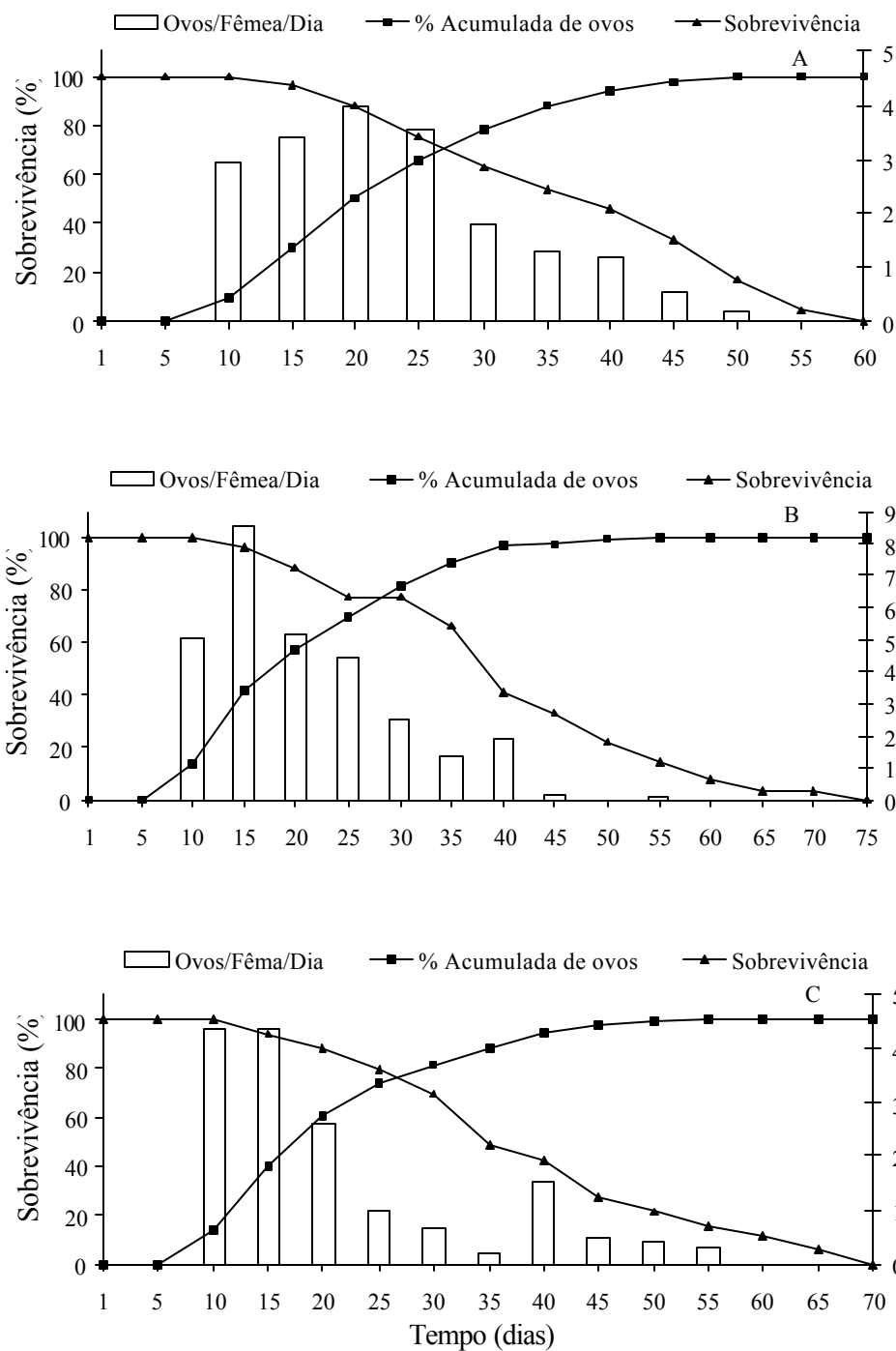


Figura 2. Sobrevivência e produção de ovos de fêmeas de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido: A - ao controle; B - $5,74 \times 10^3$ ppb e C - $5,74 \times 10^2$ ppb de permetrina, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

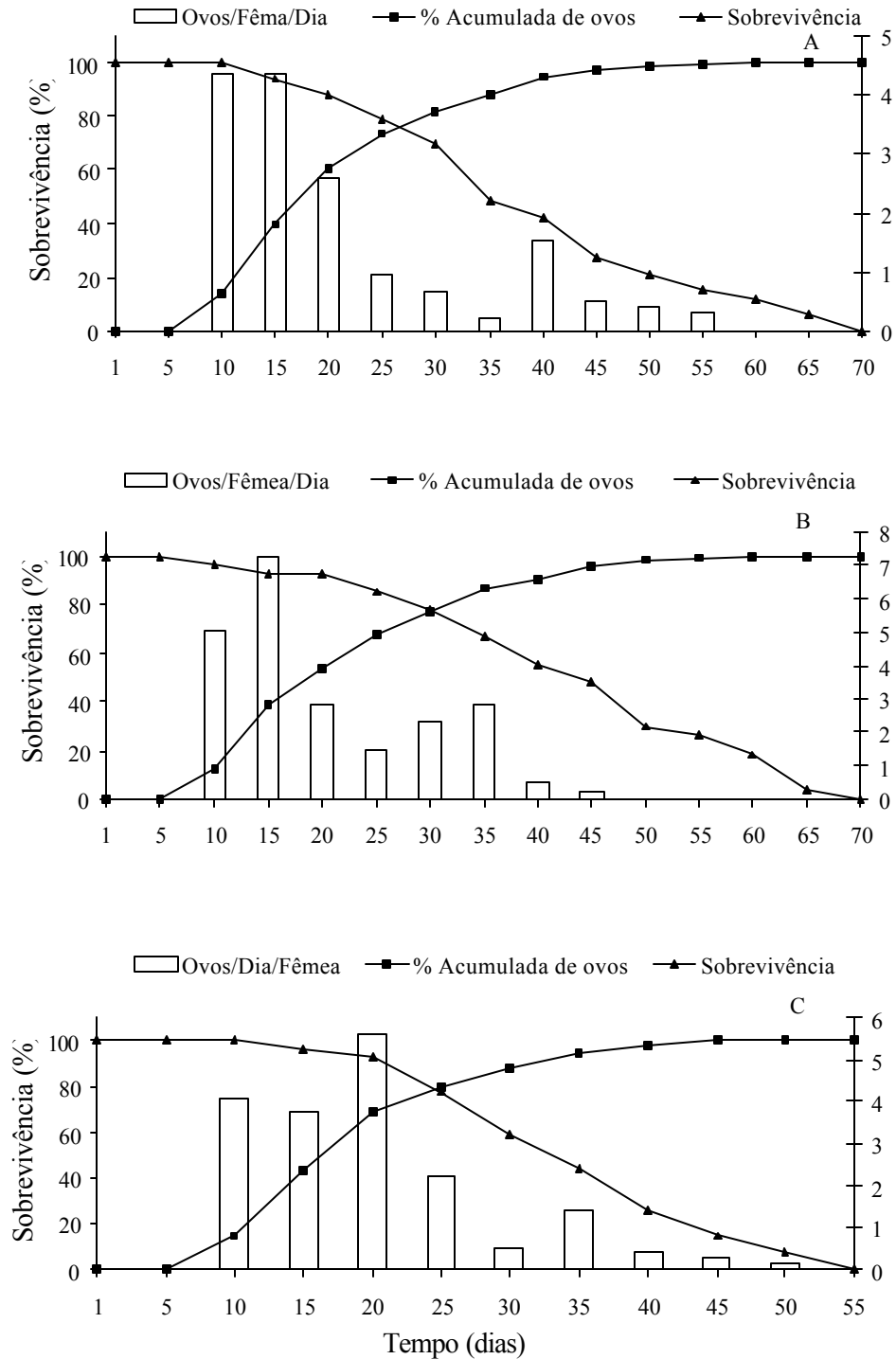


Figura 3. Sobrevivência e produção diária de ovos de fêmeas de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido: A - 5,74 x 10⁻¹ ppb; B - 5,74 ppb e C - 57,44 ppb de permetrina, a 25 ± 1 °C, 75 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

**Efeitos de Doses Subletais de Permetrina nos Parâmetros da Tabela de Vida do
Predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)**

RESUMO

A permetrina tem se mostrado seletiva a insetos benéficos. Por isso, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de doses subletais de permetrina ($5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb), aplicadas topicamente em ninfas de terceiro instar de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae), normalmente encontrados em ecossistemas agrícolas e florestais. Os valores da taxa bruta (TBR) e líquida (R_0) de reprodução, a duração de uma geração (DG), o tempo necessário para a população dobrar em número de indivíduos (TD), a razão infinitesimal (r_m) e finita de aumento populacional (λ), o valor de reprodução (VR_x) e a esperança de vida para metade da população (ex_{50}) desse predador foram obtidos através de tabelas de vida de fertilidade e de esperança de vida. A dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb apresentou maiores valores para a TBR (40,80), R_0 (10,64) e VR_x (33,85 ovos), e menor valor para DG (57,9 dias). Isto indica aumento populacional desse predador, quando exposto a essa dose de permetrina, com menor duração de geração, até cinco gerações por ano e ocorrência de hormese sobre *S. cincticeps*.

Palavras-chave: Asopinae, permetrina, hormese, tabela de fertilidade.

Sublethal Effect of Permethrin Doses on Life Table Parameters of the Predator
***Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae)**

ABSTRACT

The permethrin insecticide is usually used for pest control because it can be selective to beneficial insects. *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) is common in agricultural and forest ecosystems where it can be exposed to insecticide applications. For this reason, the objective of this study was to evaluate effects of sublethal doses of permethrin (5.74×10^{-3} , 5.74×10^{-2} , 5.74, 57.44 and 57.44 ppb) topically applied on third instar nymphs and adults of *S. cincticeps*. Total (TBR) and liquid (R_0) reproductive rates, duration of one generation (DG), period for the population of this predator to double in numbers (TD), infinitesimal rate (r_m), finite population increase (λ), life expectang for half of the population (ex_{50}) and fertility life table were similar for all permethrin doses ($p > 0,05$). However, R_0 (10.64) and VR_x (33.85 eggs) were higher, while DG (57.9 days) was shorter for bugs at 5.74×10^{-1} ppb of permethrin. This indicates a higher rate of population increase when exposed to this permethrin dose, suggesting hormesis.

Keywords: Asopinae, permethrin, hormesis, fertility life table.

INTRODUÇÃO

O manejo integrado de pragas utiliza diferentes técnicas para a regulação de pragas (Corso *et al.*, 1999), pois a interferência de inseticidas químicos sobre agentes de controle biológico tem causado preocupação. Os inseticidas apresentam vantagens, como possuem atuação imediata e representam, normalmente, a única opção quando a população de uma praga se aproxima ou ultrapassa o nível de dano econômico. No entanto, suas desvantagens incluem seu espectro de ação, como, por exemplo, o efeito não desejado sobre inimigos naturais e o meio ambiente (Corso *et al.*, 1999), devendo ser evitado para se preservar o equilíbrio biológico (Soares & Busoli, 2000). Por isso, procura-se integrar os diversos métodos de controle, enfatizando o biológico, cuja prática fundamenta-se no conhecimento e na utilização do complexo de parasitóides, de predadores e de patógenos e nas características biológicas dos hospedeiros naturais e das presas.

O controle biológico com predadores tem representado um recurso importante no manejo integrado de lagartas desfolhadoras de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1994). Espécies de percevejos dos gêneros *Podisus* e *Supputius* (Pentatomidae: Asopinae) são predadores importantes de pragas agrícolas e florestais, por serem agressivos e possuírem alta capacidade reprodutiva. *S. cincticeps*, normalmente encontrado nos agroecossistemas, é generalista e alimenta-se, principalmente, de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (McPherson, 1982). A ocorrência desse predador em surtos de lagartas desfolhadoras de eucalipto foi constatada por Zanuncio *et al.* (1992a,b), no município de Antônio Dias, em Minas Gerais, os quais estudaram os parâmetros biológicos desse predador a partir de indivíduos coletados em campo (Zanuncio *et al.*, 1995). Além disso, esse predador foi encontrado nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Buckup, 1960; Gastal, 1981; Thomas, 1992).

Além de estudos biológicos, é necessário investigar as interações entre os controles químico e biológico, visando conhecer a seletividade e as condições de

uso de inseticidas, na tentativa de reduzir ou eliminar seu impacto sobre inimigos naturais (Corso *et al.*, 1999).

Piretróides, como a deltametrina e a permetrina, tem mostrado seletividade a alguns insetos benéficos (Rajakulendran & Plapp, 1982; Pree & Hagley, 1985; Yu, 1987, 1988) e eficiência, principalmente para lagartas (Elliot *et al.*, 1978, Zanuncio *et al.*, 1992a, 1993). A deltametrina, normalmente aplicada para o controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1993, 1998), mostrou-se seletiva para *S. cincticeps* (Picanço *et al.*, 1996). Estudos semelhantes foram realizados com o predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) por Guedes *et al.* (1992); Zanuncio *et al.* (1992a); Picanço *et al.* (1996 e 1997); Batalha *et al.* (1995, 1997); e Suinaga *et al.* (1996). Outra espécie de predador, *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae), de ocorrência na América do Norte, foi pouco afetado por organofosforados, piretróides e carbamatos (Wilkinson *et al.*, 1979; Yu, 1988), pelo diflubenzurom e piriproxifem (De Clercq *et al.*, 1995) e pelo diafenthuirom e imidaclopride (De Cock *et al.*, 1996).

O impacto de inseticidas no meio ambiente e suas consequências em determinada cultura têm, também, sido investigados, pois além de poder reduzir populações de inimigos naturais, pode levar à resistência a inseticidas (Chang & Flapp, 1983), à ressurgência de pragas primárias, à erupção de pragas secundárias e causar hormese.

Hormese é definida como o estímulo à performance de um organismo por pequenas exposições a agentes que seriam prejudiciais ou tóxicos em níveis elevados de exposições (Calabrese, 1999; Forbes, 2000). A maioria dos estudos de hormese com insetos e ácaros tem mostrado efeito positivo na fecundidade (Morse & Zarah, 1991; Ayyappath *et al.*, 1997; Abivardi *et al.*, 1998) e na sobrevivência ou redução da duração da fase jovem de organismos expostos a doses subletais de inseticidas (Morse, 1998). Esse fenômeno foi observado em plantações de citros (Morse, 1998), onde doses altas de inseticidas causaram mortalidade das fêmeas, enquanto doses baixas não afetaram a fecundidade e nas intermediárias, a mortalidade diminuiu e a fecundidade das fêmeas aumentou.

Esse fenômeno tem sido observado em grupos taxonômicos como plantas, bactérias, fungos e mamíferos (Dini, 1999; Calabrese, 1999; Forbes, 2000). No entanto, não existem relatos desse efeito sobre inimigos naturais, talvez devido à alta suscetibilidade dos mesmos aos inseticidas. Além disso, os inimigos naturais dependem da presa ou do hospedeiro em quantidades suficientes para o seu desenvolvimento (Morse, 1998).

Além de conhecimentos básicos sobre insetos-praga, seus inimigos naturais e suas interações, é necessário estudar o efeito de doses subletais do inseticida permetrina ao predador *S. cincticeps*. Tais efeitos podem ser avaliados por tabela de vida de fertilidade, que são apropriadas para o estudo da dinâmica populacional de animais, especialmente os Arthropoda, através da qual pode-se estimar os parâmetros relacionados ao crescimento populacional. Os parâmetros normalmente estimados são a taxa líquida de reprodução (R_0), a duração de uma geração (DG), a razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional.

Os métodos para construir, descrever e analisar as tabelas de vida para populações de animais podem ser encontrados em Southwood (1978) e Maia *et al.* (2000). Essas tabelas de vida representam uma maneira de expressar, sob forma numérica, as principais características da mortalidade específica por idade (Rabinovich, 1978). Elas também são importantes para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie (Silveira Neto *et al.*, 1976) e nos dá um relato simplificado da vida de uma população ao longo de uma geração (Price, 1997).

A literatura apresenta inúmeros exemplos de tabela de vida com insetos (Elliott *et al.*, 1988; Kieckhefer & Elliott, 1989; Brodsgaard, 1994; Sharma, 1997; Maia *et al.*, 2000), como para os predadores *Thynacantha marginata* Dallas (Moreira *et al.*, 1995) e *Supputius cincticeps* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), alimentados com presa e planta (Assis Junior *et al.*, 1998, 1999). Rabinovich (1978) comparou os parâmetros reprodutivos R_0 (taxa líquida de reprodução), DG (duração de uma geração), r_m (razão infinitesimal) e λ (razão finita de aumento populacional) de *Triatoma infestans* (Klug) e *Rhodnius*

prolixus (Stal) (Heteroptera: Reduviidae), *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) e *Oncopeltus unifasciatellus* Slater (Heteroptera: Lygaeidae).

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação tópica de diferentes doses subletais de permetrina nos parâmetros das tabelas de fertilidade e de esperança de vida do percevejo *S. cincticeps*, para melhor entendimento da dinâmica populacional desse predador, quando submetido ao estresse químico e, ainda, se essas doses desencadeariam hormese nesse inseto.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Controle Biológico do Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, em câmara climatizada, a $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$, $75 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Os recipientes utilizados nos testes foram placas de Petri (9 x 1,2 cm), uma microseringa para aplicação do inseticida e copos plásticos transparentes (40 e 500 mL), tendo na tampa um orifício de 0,9 mm, onde inseriu-se um tubo cilíndrico de 2 mL, para oferecimento de água aos predadores.

Os estudos foram realizados a partir de ovos de *S. cincticeps*, obtidos da criação massal do Laboratório de Controle Biológico, do Insetário da UFV. A presa utilizada para esse predador consistiu de pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), obtidas nesse mesmo laboratório e criadas conforme a metodologia de Zamperlini *et al.* (1992).

O inseticida utilizado foi a permetrina em grau técnico, diluída em acetona até se obterem as concentrações utilizadas no ensaio. Foram preparadas soluções estoque de 100 mg i.a./mL desse inseticida, diluído em acetona na proporção de 1:10, até obter-se as concentrações de 10 mg i.a./mL, 1 mg i.a./mL, 10^{-1} mg i.a./mL, 10^{-2} mg i.a./mL, 10^{-3} mg i.a./mL, 10^{-4} mg i.a./mL, 10^{-5} mg i.a./mL, 10^{-6} mg i.a./mL e 10^{-7} mg/mL. Dentro dessa faixa, utilizaram-se as concentrações de 10^{-3} mg i.a./mL a 10^{-7} mg i.a./mL, pois acima da maior concentração (10^{-3} mg i.a./mL), ocorreu morte de quase todas as ninfas e abaixo da menor (10^{-7} mg

i.a/mL), a mortalidade ficou próxima à do controle. Baseado em mg/mg do peso vivo do inseto, obteve-se as doses $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74 e 57,44 ppb de permetrina. Com o auxílio de uma microseringa, foi retirado 1 μ L de cada dose e aplicado no dorso de cada ninfa de terceiro instar de *S. cincticeps*. O controle foi realizado com a aplicação de 1 μ L de acetona por ninfa.

Foram separadas 450 ninfas de segundo instar de *S. cincticeps*, as quais foram acondicionadas em placas de Petri e alimentadas com pupas de *T. molitor*. Ao atingirem o terceiro instar, essas ninfas foram individualizadas e acondicionadas em copos plásticos (40 mL). A água foi fornecida em tubo cilíndrico de 2 mL, inserido em um orifício circular de 0,9 mm, na tampa do copo plástico, sendo sua extremidade vedada por um chumaço de algodão, para evitar o escoamento da água. Pupas de *T. molitor* foram oferecidas dentro desses copos e substituídas quando se tornavam escuras, o que indicava que o predador havia se alimentado das mesmas.

Adultos de *S. cincticeps* foram sexados com base na genitália externa e acondicionados em copos plásticos transparentes (500 mL), com um casal por copo totalizando 27, 30, 33, 27 e 27 e 24 casais nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-2}$, $5,74 \times 10^{-1}$, 5,74, 57,44 ppb e no controle, respectivamente. O alimento e a água foram fornecidos de forma semelhante às ninfas.

Diariamente, cada casal de *S. cincticeps* foi observado, anotando-se a mortalidade, coletando-se as posturas e contando-se o número de ovos que foram acondicionadas em placas de Petri, contendo em seu interior um chumaço de algodão embebido em água destilada, para manutenção da umidade.

Além dos números de posturas, de ovos e de ninfas, foram registrados o período de pré-oviposição, de postura e de incubação dos ovos; a viabilidade dos ovos e longevidade das fêmeas. Esses dados foram utilizados na construção das tabelas de vida de fertilidade e de esperança de vida.

As tabelas etárias foram elaboradas com uma geração de *S. cincticeps*, formando a corte a partir de ninfas eclodidas na mesma data; e a viabilidade dos ovos foi avaliada a partir das posturas dos descendentes. A fase adulta de *S.*

cincticeps foi dividida em classes de idade ($x = 7$ dias) para se obter a relação entre idade e fecundidade desse predador.

As tabelas de vida de fertilidade para *S. cincticeps* foram elaboradas a partir dos dados alcançados dos ensaios descritos anteriormente, obtendo-se:

- a) O intervalo de idade (x);
- b) A fertilidade específica (m_x) (número de fêmeas produzidas por fêmea sobrevivente no intervalo da idade x);
- c) A taxa de sobrevivência (l_x) (taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao início da idade x).
- d) A taxa bruta de reprodução (TBR) (número de fêmeas produzidas por uma única fêmea durante toda a sua vida, não se levando em consideração a sobrevivência das formas imaturas) obtida pelo $\sum m_x$ (Price, 1997);
- e) A taxa líquida de reprodução (R_0) (número de descendentes fêmeas que darão origem a fêmeas no curso de uma geração) é dada pela fórmula de Krebs (1994): $R_0 = \sum_{x=0}^y l_x m_x$, em que l_x é a proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo da idade x ;
- f) A duração de uma geração (DG) (tempo decorrido desde o nascimento dos pais até o nascimento de seus descendentes) foi obtida pela fórmula de Krebs (1994): $DG = \ln(R_0) / r_m$;
- g) O tempo necessário para a população do predador dobrar em número de indivíduos (TD) foi calculado pela fórmula de Krebs (1994): $TD = \ln(2) / r_m$;
- h) A razão infinitesimal de aumento populacional (r_m) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo), calculada com a equação de Lotka (1907): $\sum_{x=0}^y \exp^{-R_x} l_x m_x = 1$, onde x é a classe de idade; y , a classe de idade mais velha; m_x , o número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x ; e l_x , proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo da idade x ;

- i) A razão finita de aumento populacional (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea do predador por unidade de tempo) foi calculada pela fórmula de Krebs (1994): $\lambda = \text{anti log}(r_m \times 0,4343)$;
- j) O valor de reprodução (VR_x) representa a contribuição que uma fêmea de idade x dará para a futura população (Krebs, 1994) e é calculada para cada classe de idade, por $VR_x = \sum_{t=x}^y (l_t / l_x) m_t$, onde x é a classe de idade base; y , a classe de idade mais velha; t , qualquer classe de idade entre x e y ; e l_x , a proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo da idade x .

Foram elaboradas, também, as tabelas de esperança de vida para *S. cincticeps*, com dados das doses subletais, para se obter a esperança de vida (e_x) dos indivíduos de uma ou mais gerações. Essas tabelas fornecem uma série de parâmetros que permitem sintetizar as características de mortalidade e esperança de vida por intervalo de idade ($x = 7$ dias). Esses parâmetros são obtidos para cada fase imatura e idade de fêmeas adultas:

- a) O número de sobreviventes no começo da idade x (L_x);
- b) O número de indivíduos mortos durante a idade x (d_x): $d_x = L_x - L_{x+1}$, com base na sobrevivência da forma imatura de *S. cincticeps*;
- c) A taxa de sobrevivência durante a idade x (S_x): $S_x = 1 - q_x$;
- d) A taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x (l_x): $l_x = L_x / L_{x-1}$;
- e) A taxa de mortalidade para o intervalo de idade x (q_x): $q_x = d_x / L_x$; e
- f) A esperança de vida para os indivíduos de idade x (e_x): $e_x = t_x / L_x$.

Os valores de sobrevivência (l_x), em função do tempo (x), foram plotados para as curvas de sobrevivência, para se descrever a distribuição da mortalidade em função da idade desse predador (Southwood, 1978).

O delineamento experimental constou de seis tratamentos, incluindo o controle, sendo cada um com cinco grupos de 15 ninfas, totalizando 75 ninfas por dose.

Foi feita uma análise de variância e, onde o F foi significativo, foi feita uma análise de regressão sendo pesquisado o modelo que melhor explicasse a relação entre as variáveis. O modelo adotado (com maior coeficiente de determinação) teve os coeficientes de regressão testados pelo teste “t” de Student, a 5% de probabilidade.

Foram estimadas as curvas de regressão da esperança de vida para *S. cincticeps*, submetido a diferentes doses de permetrina, além da expectativa de vida média (ex_{50}) para metade da população desse predador, pela análise de “probit” (Finney, 1971), utilizando-se o Proc Probit do SAS (SAS Institute, 1997).

RESULTADOS

A taxa bruta (TBR) e a líquida (R_0) de reprodução, a duração de uma geração (DG), a razão infinitesimal (r_m) e a razão finita de aumento populacional (λ), além do valor máximo de reprodução (VR_x) para *S. cincticeps* foram calculados com dados da tabela de vida de fertilidade (Tabela 1).

A oviposição de *S. cincticeps* iniciou-se na classe de idade seis, para todas as doses subletais de permetrina (Tabela 1), com a taxa bruta de reprodução (TBR) de 28,14; 34,27; 36,11; 40,80; 31,54 e 36,91 ninfas/fêmea no controle e nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$; $5,74 \times 10^{-2}$; $5,74 \times 10^{-1}$; 5,74 e 57,44 ppb, respectivamente (Tabela 2 e Figura 1A).

A taxa líquida de reprodução (R_0), que representa o número de descendentes fêmeas que darão origem àquelas reprodutivas no curso de uma geração, variou de 4,64 fêmeas, no controle a 10,64 fêmeas, na dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb de permetrina (Tabela 2 e Figura 1B).

A duração de uma geração (DG) (tempo decorrido do nascimento dos pais até o de seus descendentes), para *S. cincticeps*, variou de 57,9 dias na dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb a 59,2 dias, na dose de 5,74 ppb, enquanto esse valor foi de 59,5 dias no controle (Tabela 2 e Figura 2A), indicando ser possível obter-se até cinco gerações de *S. cincticeps* por ano. O tempo necessário para a população desse

predador dobrar, em número de indivíduos (TD), variou de 11,95 a 13,49 dias, com menor tempo de geração (11,95 dias) nas doses de $5,74 \times 10^{-1}$ e 5,74 ppb (Tabela 1).

A razão infinitesimal de aumento populacional (r_m) foi de 0,055 no controle e de 0,056; 0,053; 0,058; 0,058 e 0,051 indivíduos por dia, nas diferentes doses de permetrina (Tabela 2 e Figura 2B), enquanto a razão finita (λ) foi de 1,06 (controle) e de 1,06; 1,05; 1,06; 1,06 e 1,05 fêmeas/fêmea/dia, indicando a agregação de mais de um indivíduo por fêmea, de uma geração para outra ($\lambda > 1$) (Tabela 2).

Os valores máximos de reprodução (VR_x) foram registrados nas classes de idade seis e sete para o controle (21,06), enquanto que nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$ ppb (30,25), $5,74 \times 10^{-2}$ ppb (25,33), $5,74 \times 10^{-1}$ ppb (33,85), 5,74 ppb (26,47) e 57,44 ppb (29,41) isto ocorreu na classe de idade seis (Tabela 1), os quais correspondem a fêmeas adultas de *S. cincticeps* até seis dias de idade.

A produção de ovos foi maior entre as classes de idade seis a nove em todas as doses de permetrina, com maior valor de reprodução na classe de idade seis para a dose de $5,74 \times 10^{-1}$ (33,85 ovos) e mais baixa para o controle (21,06 ovos) (Tabela 1).

Pelas curvas de fertilidade, a fase reprodutiva, em todas as doses de permetrina, ocorreu da classe de idade seis a oito (Figura 3). De um modo geral, ocorreu queda na curva de fertilidade após a classe de idade oito, mas, nas doses de $5,74 \times 10^{-2}$ e 57,44 ppb houve aumento dessa curva nas classes de idade 10 e 11 e na classe de idade 12 e 13, para as doses de 5,74 ppb, representando um fato pouco comum nos padrões dessas curvas para insetos (Figura 3). A interseção da curva de fertilidade específica (m_x) e a de sobrevivência (l_x) ocorreu em torno da classe de idade seis (Figura 3), indicando maior tendência de aumento populacional de *S. cincticeps* até esse ponto.

As curvas de sobrevivência (l_x) apresentaram queda brusca até a classe de idade dois (14 dias), ou seja, nas idades juvenis (eclosão de ninfas e primeira muda), passando por um período estável (classe de idade dois a cinco) (Figura 3). A partir dessa até a última classe, os declínios nas curvas de sobrevivência foram

contínuos para todas as doses, sendo cada vez maior com o aumento da idade do predador, o que é comum para inseto (Southwood, 1978) (Figura 3).

A tabela de esperança de vida mostrou que *S. cincticeps* pode viver até as classes de idade 14, 15, 15, 15, 14 e 13 no controle e nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$; $5,74 \times 10^{-2}$; $5,74 \times 10^{-1}$; 5,74 e 57,44 ppb, respectivamente (Tabela 3). A esperança de vida, por indivíduo, de *S. cincticeps*, para a primeira classe de sete dias, foi de 4,4 dias no controle, e de 4,3; 4,6; 6,0; 4,5; e 4,2 dias nas doses aplicadas, com 31,19; 36,97; 32,43; 28,57; 34,21 e 36,97% de tal fato não ocorrer e, assim, até a última observação ($x = 14$ (controle), 15, 15, 15, 14 e 13 dias), quando a esperança de vida de cinco dias indicava 100% de probabilidade de ocorrer morte de todos os indivíduos de *S. cincticeps*, para todas as doses (Tabela 3). A esperança de vida (e_x) aumentou na classe de idade dois, com queda brusca até a classe de idade cinco, e novo aumento até a classe de idade seis. Após a classe de idade seis, ocorreu queda contínua até próximo de zero, na classe de idade 14, para o controle e para as doses de 5,74 e 57,44 ppb, e na classe de idade 15, para as doses $5,74 \times 10^{-3}$; $5,74 \times 10^{-2}$ e $5,74 \times 10^{-1}$ ppb (Figura 3).

A esperança de vida (e_x), em função da sobrevivência (l_x), para as doses de permetrina analisadas por “probit”, mostrou que a expectativa média de vida (ex_{50}) para metade da população de *S. cincticeps* foi de 35,8 (controle), 38,9 ($5,74 \times 10^{-3}$ ppb); 35,4 ($5,74 \times 10^{-2}$ ppb); 37,7 ($5,74 \times 10^{-1}$ ppb); 42,6 (5,74 ppb) e 33,2 dias (57,44 ppb) (Tabela 4). As características de mortalidade e esperança média de vida (ex_{50}), para cada intervalo de idade, foram maiores na dose de 5,74 ppb (42,6 dias) (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Os resultados de R_0 mostram ser possível determinar se a população está crescendo, diminuindo ou estável (Hom, 1988). *S. cincticeps* apresentou crescimento populacional de uma geração para outra, com valores de $R_0 > 1$.

A dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb de permetrina estimulou o aumento populacional de *S. cincticeps*, apresentando maiores valores de TBR (40,80

fêmeas), R_0 (10,64 fêmeas), VR_x (33,85 ovos) e menor DG (57,9 dias), indicando ocorrência de hormese (Forbes, 1999; Calabrese & Baldwin, 1997a,b; Calabrese, 1999), nessa dose intermediária de permetrina. A taxa bruta (TBR) e líquida (R_0) de reprodução representam a capacidade reprodutiva de uma dada espécie, por levarem em consideração a razão sexual das progênes. Além disso, o R_0 é o mais usado, pois fornece maiores informações que a TBR por incorporar as taxas de mortalidade durante as formas jovens e adultas (Force & Messenger, 1964). Deve-se considerar, também, que valores altos de reprodução são importantes para o manejo de pragas quando se deseja utilizar predadores, pois os picos de oviposição dos mesmos devem ser favoráveis e coincidirem com a necessidade de controle de pragas no campo. Além disso, valores baixos de DG são favoráveis, principalmente para inimigos naturais criados em laboratório, onde busca-se obter maior número de gerações por unidade de tempo, para compensar valores baixos de R_0 e r_m . No entanto, o uso de R_0 não é confiável para comparar o crescimento populacional de organismos, pois a duração de uma geração para outra varia muito entre espécies e não expressa sua verdadeira capacidade de aumento em número (Price, 1997). Por isso, a taxa de crescimento entre populações diferentes ou entre populações da mesma espécie sob condições diferentes, pode ser através do r_m , que relaciona a taxa líquida de reprodução (R_0) com a duração de uma geração (DG).

Deve-se ressaltar, ainda, que pequenas diferenças nos valores de λ não indicam que as médias dos tratamentos sejam próximas, pois pequenas diferenças nesses valores provocam grandes variações no número total da população (Silveira Neto *et al.*, 1976).

Não foi possível ajustar uma equação que mostrasse as diferenças entre as TBR, R_0 , DG e r_m , para as diferentes doses, o que pode ser devido ao reduzido número de graus de liberdade para um melhor ajuste de modelos mais complexos. Essas diferenças são muito variáveis, mesmo entre indivíduos de uma mesma espécie de Asopinae, devido à grande variabilidade genética dos mesmos (Zanuncio *et al.*, 2001), o que pode dificultar a detecção do impacto de estresse alimentar ou químico em espécies desse grupo.

Os valores de R_0 para *S. cincticeps* nas doses aplicadas foram baixos, de 4,64 (controle), e de 6,86, 6,85, 10,64, 6,27 e 6,67 fêmeas/fêmea nas diferentes doses de permetrina, em relação aos de Assis Junior *et al.* (1998), para esse mesmo predador, alimentado com presa mais planta (R_0 = fêmeas/fêmea). Isto pode ser explicado pelo fato da presença de planta na alimentação ter aumentado a produção de fêmeas desse predador. A dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb de permetrina mostrou valores para DG, r_m e λ (Tabela 2), semelhantes aos desse autor (DG = 57,7 e 61,7 dias; r_m = 0,034 e 0,052 e λ = 1,035 e 1,053). Esses valores variam entre espécies de Asopinae, pois *Tynacantha marginata* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) mostrou valores de R_0 = 50,68; DG = 69,09; r_m = 0,39 e λ = 1,48 (Moreira *et al.*, 1995).

Além desses parâmetros, os valores de reprodução (VR_x) são importantes pois permitem decidir a idade que as fêmeas dos predadores devam ser liberadas nos agroecossistemas, para o controle de pragas. A idade ideal de liberação de *S. cincticeps* é aquela quando esse predador apresentar maior valor de reprodução (33,85 ovos), ou seja, fêmeas adultas com 42 dias de idade, na dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb. Este resultado é importante em programas de controle biológico, com liberações de predadores de forma inoculativas, onde o controle é realizado pela progênie da população liberada (De Bach & Hagen, 1964).

O baixo impacto da permetrina na reprodução de *S. cincticeps* pode ser devido à alta tolerância de Asopinae a inseticidas; como *S. cincticeps* à deltametrina (Zanuncio *et al.* 1993, 1998); *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) à piretróides (Guedes *et al.*, 1992; Zanuncio *et al.*, 1992b; Picanço *et al.*, 1996, 1997; Batalha *et al.*, 1995, 1997; Suinaga *et al.*, 1996); *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) à organofosforados, piretróides, carbamatos, diflubenzurom, pyriproxifem, diafenthiurom e imidaclopride (Wilkinson *et al.*, 1979; Yu, 1988; De Clercq *et al.*, 1995; De Cock *et al.*, 1996). Além disso, este baixo impacto pode ser devido ao fato de a permetrina ser menos hidrofílica (1 ppm de solubilidade em água), com menor taxa de penetração na cutícula dos percevejos (Picanço *et al.*, 1996).

As curvas de fertilidade específica (m_x) mostram que fêmeas de *S. cincticeps* estão aptas a se reproduzirem a partir da classe de idade cinco dias, com período de maior tendência de aumento populacional a partir da classe de idade seis até a de oito dias (Figura 3). Segundo Price (1997), as fêmeas de insetos são imaturas no início da fase adulta, passam por um período reprodutivo e, no período restante de vida, são infecundas.

O formato das curvas de sobrevivência (l_x), nas doses de permetrina e no controle, para *S. cincticeps*, foi do tipo II, representando populações com número constante de mortes por unidade de tempo, formando uma reta, com incremento da mortalidade semelhante para indivíduos jovens e velhos (Rabinovich, 1978). Outras curvas, como as do tipo I, representam populações com probabilidade de sobrevivência praticamente constante e igual a 1, para os indivíduos mais jovens e maior, nos indivíduos mais velhos, enquanto as do tipo III representam populações com uma fração constante de indivíduos que morrem a cada intervalo de idade, ou seja, o número de indivíduos que morrem à medida em que a população que envelhece vai diminuindo, pois o número de sobreviventes é cada vez menor. A do tipo IV representa populações com maior mortalidade para indivíduos jovens e, uma vez superadas as etapas juvenis, a mortalidade se reduz a valores inexpressíveis, resultando em sobrevivência quase constante (Rabinovich, 1978).

A esperança de vida (e_x) de *S. cincticeps* variou com a dose de permetrina aplicada (Tabela 3), tendo cada valor de esperança de vida um valor correspondente da coluna de risco (q_x), que indica a probabilidade do indivíduo morrer antes do prazo estabelecido pela coluna e_x (Southwood, 1978). Com o aumento da idade do predador, durante a fase adulta, ocorreu redução na esperança de vida (e_x) de *S. cincticeps* para todas as doses, exceto a de 5,74 ppb, que teve maior esperança média de vida (42,6 dias) (Tabela 3), favorecendo a sobrevivência desse predador.

O inseticida permetrina mostrou-se seletivo em favor do predador *S. cincticeps* nas doses subletais aplicadas, o que é desejável para inimigos naturais. Além disso, pode-se inferir que essas dose subletais possam estimular o aumento

populacional da espécie, caracterizando hormese, principalmente na dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb, onde foram obtidos, melhores valores para as TBR, R_0 , VR_x e DG e na de 5,74 ppb, que aumentou a expectativa média de vida (e_{x_0}), o que pode melhorar a performance de inimigos naturais no manejo integrado de pragas.

AGRADECIMENTOS

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

LITERATURA CITADA

- ABIVARDI, C., WEBER, C.D. & DORN, S. (1998) Effects of azinphos-methyl and pyrifenoX on reproductive performance of *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) at recommended rates and lower concentrations. *Ann. Appl. Biol.* **132**, 19-33.
- ASSIS JUNIOR, S.L., ZANUNCIO, T.V., SANTOS, G.P. & ZANUNCIO, J.C. (1998) Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **27**, 245-253.
- ASSIS JUNIOR, S.L., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1999) Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. *Trop. Ecol.* **40**, 85-88.

- AYYAPPATH, R., WITKOWSKI, J.F. & HIGHEY, L.G. (1997) Ovipositional responses of two species of spider mites (Acari: Tetranychidae) to sublethal concentrations of permethrin and methyl parathion on corn. *Envir. Entomol.* **26**, 489-496.
- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & SEDIYAMA, C.S. (1995) Seletividade de inseticidas aos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) e a sua presa Lepidoptera. *Rev. Árv.* **19**, 382-395.
- BATALHA, V.C., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. (1997) Selectivity of insecticides to *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ceiba* **38**, 19-22.
- BRODSGAARD, H.F. (1994) Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankliniella occidentalis* (Pergand) (Thysanoptera: Thripidae). *J. Appl. Entomol.* **17**, 498-507.
- BUCKUP, L. (1960) Contribuição para o conhecimento de Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) da América do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **15**, 1-25.
- CALABRESE, E.J. (1999) Evidence that hormesis represents an “overcompensation” response to a disruption in homeostasis. *Ecotox. Environ. Saf.* **42**, 135-137.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997a) The dose makes the stimulation (and the poison). *Int. J. Toxicol.* **16**, 545-559.
- CALABRESE, E.J. & BALDWIN, L.A. (1997b) A quantitatively-based methodology for the evaluation of chemical hormesis. *Hum. Ecol. Risk Assess.* **3**, 545-554.
- CHANG, C.P. & PLAPP JR., F.W. (1983) DDT and pyrethroids: receptor binding and mechanism of knockdown resistance (kdr) in house fly. *Pestic. Biochem. Physiol.* **20**, 86-91.
- CORSO, I.C., GAZZONI, D.L. & NERY, M.E. (1999) Efeito de doses e de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides de pragas de soja. *Pesq. Agrop. Brasil* **34**, 1529-1538.
- DE CLERCQ, P., TIRRY, L., VINÑELA, E. & DEGHEELE, D. (1995) Toxicity of diflubenzuron and pyriproxyfen to the predatory bug *Podisus maculiventris*. *Entomol. Exp. Appl.* **74**, 17-22.

- DE COCK, A., DE CLERQ, P., TIRRY, L. & DEGHEELE, D. (1996) Toxicity of diafenthiuron and imidacloprid to the predatory bug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol. Cont.* **25**, 476-480.
- DE BACH, P. & HAGEN, K.S. (1964) Manipulation of entomophagous species, p.429-458. In P. DE BACH (ed.), Biological control of insect pest and weeds. London, Chapman & Hall.
- DINI, J.W. (1999) Hormesis: A little bit is good – too much is bad. *Plant. & Surf. Fin.* 114-116.
- ELLIOT, M., JANES, N.E. & POTTER, C. (1978) The future of pyrethroids in insect control. *Annu. Rev. Entomol.* **23**, 443-469.
- ELLIOTT, N.C., KIECKHEFER, R.W. & WALGENBACH, D.D. (1988) Effects of constant and fluctuating temperatures on developmental rates and demographic statistics for the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae). *J. Econ. Entomol.* **81**, 1385-1389.
- FORBES, V.E. (2000) Is hormesis an evolutionary expectation? *Funct. Ecol.* **14**, 12-24.
- FORCE, D.C. & MESSENGER, P.S. (1964) Fecundity, reproductive rates, and innate capacity for increase of three parasites of *Therioaphis maculata* (Buckton). *Ecology* **45**, 706-715.
- FINNEY, D.J. (1971) *Probit analysis*. 3rd ed. London, Cambridge University, 333 p.
- GASTAL, H.A.O. (1981) Lista preliminar dos Asopinae (Hemiptera: Pentatomidae) do estado do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Zool.* **57**, 119-127.
- GUEDES, R.N.C., LIMA, J.O.G. & ZANUNCIO, J.C. (1992) Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitroton para *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 339-346.
- HORN, D.J. (1988) *Ecological approach to pest management*. The New York, Guilford Press, 285 p.
- KREBS, C.J. (1994) *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 4th New York, Harper Collins College Publishers, 801p.
- KIECKHEFER, R.W. & ELLIOTT, N.C. (1989) Effect of fluctuating temperatures on development of immature Russian wheat aphid

- (Homoptera: Aphididae) and demographic statistic. *J. Econ. Entomol.* **82**, 119-122.
- LOTKA, A.J. (1907) Studies on the mode of growth of material aggregates. *Am. J. Sci.* **24**, 199-216.
- MCPHERSON, J.E. (1982) The Pentatomoidea (Hemiptera) of Northeastern North America. South Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville, IL. 240 p.
- MAIA ALINE DE, H.N., ALFREDO, J.B. & CAMPANHOLA, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational Aspects. *J. Ecol. Entomol.* **93**, 511-518.
- MOREIRA, L.A., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & BRUCKNER, C.H. (1995) Tabelas de fertilidade e esperança de vida de *Thynacantha marginata* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) e folhas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. *Revta. Bras. Zool.* **12**, 255-261.
- MORSE, J.G. & ZAREH, N. (1991) Pesticide-induced hormoligosis of citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) fecundity. *J. Econ. Entomol.* **84**, 1169-1174.
- MORSE, J.G. (1998) Agricultural implications of pesticide-induced hormesis of insects and mites. *Human Exp. Toxicol.* **17**, 266-269.
- PICANÇO, M.C., GUEDES, R.N.C., BATALHA, V. & CAMPOS, R.P. (1996) Toxicity of insecticides to *Dione juno juno* (Lepidoptera: Heliconidae) and selectivity to two of its predaceous bugs. *Trop. Sci.* **36**, 51-53.
- PICANÇO, M.C., RIBEIRO, L.J., LEITE, G.L.D. & ZANUNCIO, J.C. (1997) Seletividade dos inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. *Pesq. Agrop. Bras.* **32**, 369-372.
- PREE, D.J. & HAGLEY, E.A.C. (1985) Toxicity of pesticides to *Chrysopa oculata* Say (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ. Entomol.* **78**, 129-132.
- PRICE, P.W. (1997) *Insect ecology*. 3rd ed. New York, John Wiley & Sons, 874 p.
- RABINOVICH, J.E. (1978) *Ecología de poblaciones animales*. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 114 p.

- RAJAKULENDRAN, S.V. & PLAPP JR., F.W. (1982) Comparative toxicities of five synthetic pyrethroids to the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae), an Ichneumonidae parasite, *Campoletis sonorensis*, and a predator, *Chrysopa carnea*. *J. Econ. Entomol.* **75**, 769-772.
- SAS INSTITUTE, SAS (1997) User's guide: statistics. Version G.12. SAS Institute Cary, NC, USA.
- SHARMA, K.C.U. (1997) Life fertility table of the pea leafminer *Chromatomia horticola* (Goureau) (Diptera: Agromyzidae) on pea, *Pisum sativum*, L. *Ann. Agric Res.* **18**, 18-25.
- SILVEIRA NETO, S., NAKANO, O. & BARDINI, D. (1976) *Manual de ecologia de insetos*. São Paulo, Agronômica Ceres, 419 p.
- SOARES, J.J. & BUSOLI, A.C. (2000) Efeito de inseticidas em insetos predadores em culturas de algodão. *Pesq. Agrop. Brasil* **35**, 1889-1894.
- SOUTHWOOD, T.R.E. (1978) Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. 2nd ed. *Chapman and Hall. London*, 555 p.
- SUINAGA, F.A., PICANÇO, M.C., ZANUNCIO, J.C. & BASTOS, C.S. (1996) Seletividade fisiológica de inseticidas a *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. *Rev. Árv.* **20**, 407-414.
- THOMAS, D.B. (1992) *Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere*. The Thomas Say Foundation 147p.
- WILKINSON, J.D., BIEVER, K.D. & IGNOGGO, C.M. (1979) Synthetic pyretroids and organophosphate insecticides against the parasitoid *Apanteles marginiventris* and the predators *Geocoris punctipes*, *Hippodamia convergens* and *Podisus maculiventris*. *J. Econ. Entomol.* **72**, 473-475.
- YU, S.J. (1987) Biochemical defense capacity in the spined bug (*Podisus maculiventris*) and its lepidopterous prey. *Pestic. Biochem. Physiol.* **28**, 216-223.
- YU, S.J. (1988) Selectivity of insecticides to the spined soldier bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. *J. Econ. Entomol.* **81**, 119-122.
- ZAMPERLINI, B., ZANUNCIO, J.C., LEITE, J.E.M. & BRAGANÇA, M.L. (1992) Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera:

- Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). *Rev. Árv.* **16**, 224-230.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., SARTÓRIO, R.C. & LEITE, J.E.M. (1992a) Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. *An. Soc. Entomol. Brasil* **21**, 245-251.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., CRUZ, A.P. & MOREIRA, A.M. (1992b) Eficiência do *Bacillus thuringiensis* e de deltametrina, em aplicação aérea, para o controle de *Thyrinitea arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptal no Pará. *Act. Amaz.* **22**, 485-492.
- ZANUNCIO, J.C., GUEDES, R.N.C., GARCIA, J.F. & RODRIGUES, L.A. (1993) Impact of two formulations of deltamethrin in aerial application against caterpillars and their predaceous bugs. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **58**, 477-481.
- ZANUNCIO, J.C., ALVES, J.B., ZANUNCIO, T.V. & GARCIA, J.F. (1994) Hemipterous predators of eucalipt defoliator caterpillars. *For. Ecol. Manag.* **65**, 65-73.
- ZANUNCIO, J.C., BATALHA, V.C., GUEDES, R.N.C. & PICANÇO, M.C. (1998) Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Appl. Entomol.* **122**, 457-460.
- ZANUNCIO, T.V., ZANUNCIO, J.C., VILELA, E.F. & SARTÓRIO, R.C. (1995) Biologia de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Revta. bras. Entomol.* **39**, 183-187.
- ZANUNCIO, J.C., JUSSELINO-FILHO, P. & ZANUNCIO, T.V. (2001) Fecundidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), de duas classes de tamanho, alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Rev. Nord. Bio.* **15**, 65-72.

Tabela 1. Tabela de vida de fertilidade de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Doses (ppb)	x	Lx	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx	VR _x	Forma
Controle	1	109	1,00	0,00	0,00	0,00	4,64	Jovem
	2	75	0,69	0,00	0,00	0,00	6,74	
	3	75	0,69	0,00	0,00	0,00	6,74	
	4	75	0,69	0,00	0,00	0,00	6,74	
	5	75	0,69	0,00	0,00	0,00	6,74	
	6	24	0,22	0,00	0,00	0,00	21,06	Adulta
	7	24	0,22	5,93	1,30	9,13	21,06	
	8	23	0,21	7,11	1,50	12,01	15,80	
	9	15	0,14	5,61	0,77	6,95	13,31	
	10	15	0,14	3,89	0,54	5,35	7,70	
	11	12	0,11	2,92	0,32	3,54	4,77	
	12	8	0,07	2,68	0,20	2,36	2,77	
	13	4	0,04	0,17	0,01	0,08	0,17	
	14	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	

TBR = 28,14; R₀ = 4,64; DG = 59,51 ; TD = 12,80; r_m = 0,055 ; λ = 1,06

$5,74 \times 10^{-3}$	1	119	1,00	0,00	0,00	0,00	6,86	Jovem
	2	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,89	
	3	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,89	
	4	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,89	
	5	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,89	
	6	27	0,23	0,43	0,10	0,59	30,25	Adulta
	7	27	0,23	9,68	2,20	15,38	29,82	
	8	26	0,22	8,70	1,90	15,21	20,91	
	9	23	0,19	6,68	1,29	11,62	13,80	
	10	21	0,18	5,69	1,00	10,04	7,79	
	11	18	0,15	1,59	0,24	2,64	2,46	
	12	9	0,08	1,49	0,11	1,35	1,74	
	13	6	0,05	0,37	0,02	0,24	0,37	
	14	3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
	15	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	

TBR = 34,27; R₀ = 6,86; DG = 59,51; TD = 12,38; r_m = 0,056 ; λ = 1,06

Tabela 1. Cont.

Doses (ppb)	x	Lx	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx	VR _x	Forma
5,74 x 10 ⁻²	1	111	1,00	0,00	0,00	0,00	6,85	Jovem
	2	75	0,68	0,00	0,00	0,00	10,13	
	3	75	0,68	0,00	0,00	0,00	10,13	
	4	75	0,68	0,00	0,00	0,00	10,13	
	5	75	0,68	0,00	0,00	0,00	10,13	
	6	30	0,27	1,20	0,32	1,95	25,33	Adulta
	7	29	0,26	9,04	2,36	16,53	24,96	
	8	28	0,25	7,03	1,77	14,18	16,49	
	9	22	0,20	4,85	0,96	8,65	12,05	
	10	19	0,17	2,61	0,45	4,47	8,34	
	11	13	0,12	5,33	0,62	6,87	8,37	
	12	7	0,06	4,21	0,27	3,19	5,63	
	13	6	0,05	1,31	0,07	0,92	1,66	
	14	4	0,04	0,53	0,02	0,27	0,53	
	15	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	

TBR = 36,11; R₀ = 6,85; DG = 58,30; TD = 13,08; r_m = 0,053; λ = 1,05.

5,74 x 10 ⁻¹	1	105	1,00	0,00	0,00	0,00	10,64	Jovem
	2	75	0,71	0,00	0,00	0,00	14,89	
	3	75	0,71	0,00	0,00	0,00	14,89	
	4	75	0,71	0,00	0,00	0,00	14,89	
	5	75	0,71	0,00	0,00	0,00	14,89	
	6	33	0,31	0,12	0,04	0,23	33,85	Adulta
	7	33	0,31	11,14	3,50	24,51	33,72	
	8	31	0,30	11,92	3,52	28,16	24,04	
	9	29	0,28	6,24	1,72	15,51	12,95	
	10	23	0,22	4,89	1,07	10,71	8,46	
	11	15	0,14	4,02	0,57	6,31	5,48	
	12	11	0,10	1,34	0,14	1,68	1,99	
	13	7	0,07	0,77	0,05	0,67	1,03	
	14	5	0,05	0,37	0,02	0,24	0,37	
	15	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	

TBR = 40,80; R₀ = 10,64; DG = 57,93; TD = 11,95; r_m = 0,058; λ = 1,06.

Tabela 1. Cont.

Doses (ppb)	x	L _x	l _x	m _x	l _x .m _x	x.l _x .m _x	VR _x	Forma
5,74	1	114	1,00	0,00	0,00	0,00	6,27	Jovem
	2	75	0,66	0,00	0,00	0,00	9,53	
	3	75	0,66	0,00	0,00	0,00	9,53	
	4	75	0,66	0,00	0,00	0,00	9,53	
	5	75	0,66	0,00	0,00	0,00	9,53	
	6	27	0,24	0,27	0,06	0,38	26,47	Adulta
	7	27	0,24	8,91	2,11	14,77	26,21	
	8	25	0,22	6,93	1,52	12,15	18,68	
	9	25	0,22	5,05	1,11	9,96	11,76	
	10	21	0,18	4,26	0,79	7,85	7,99	
	11	18	0,16	2,69	0,42	4,67	4,35	
	12	13	0,11	0,96	0,11	1,31	2,30	
	13	7	0,06	2,49	0,15	1,98	2,49	
	14	1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	

TBR = 31,55; R₀ = 6,27; DG = 59,25; TD = 11,95; r_m = 0,058 ; λ = 1,06

57,44	1	119	1,00	0,00	0,00	0,00	6,67	Jovem
	2	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,59	
	3	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,59	
	4	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,59	
	5	75	0,63	0,00	0,00	0,00	10,59	
	6	27	0,23	0,15	0,03	0,20	29,41	Adulta
	7	27	0,23	9,87	2,24	15,68	29,27	
	8	26	0,22	8,61	1,88	15,06	20,14	
	9	24	0,20	5,43	1,09	9,85	12,49	
	10	17	0,14	5,30	0,76	7,57	9,97	
	11	11	0,09	6,93	0,64	7,05	7,21	
	12	5	0,04	0,61	0,03	0,31	0,61	
	13	2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	

TBR = 36,91; R₀ = 6,67; DG = 58,44; TD = 13,49; r_m = 0,051 ; λ = 1,05

x = idade (x = 7 dias); L_x = número de sobreviventes no começo da idade x; m_x = número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x; l_x = taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; VR_x = valor de reprodução na idade x; TBR = taxa bruta de reprodução; R₀ = taxa líquida de reprodução; DG = duração de uma geração (dia); TD = tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (dias); r_m = razão infinitesimal de aumento; λ = razão finita de aumento.

Tabela 2. Valores dos parâmetros da tabela de vida de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Doses (ppb)	TBR	R_0	DG	r_m	λ
Controle	28,14	4,64	59,5	0,055	1,06
$5,74 \times 10^{-3}$	34,27	6,86	58,2	0,056	1,06
$5,74 \times 10^{-2}$	36,11	6,85	58,3	0,053	1,05
$5,74 \times 10^{-1}$	40,80	10,64	57,9	0,058	1,06
5,74	31,54	6,27	59,2	0,058	1,06
57,44	36,91	6,67	58,4	0,051	1,05

TBR = Taxa bruta de reprodução; R_0 = Taxa líquida de reprodução; DG = Duração de uma geração (dias); r_m = Razão infinitesimal de aumento; e λ = Razão finita de aumento.

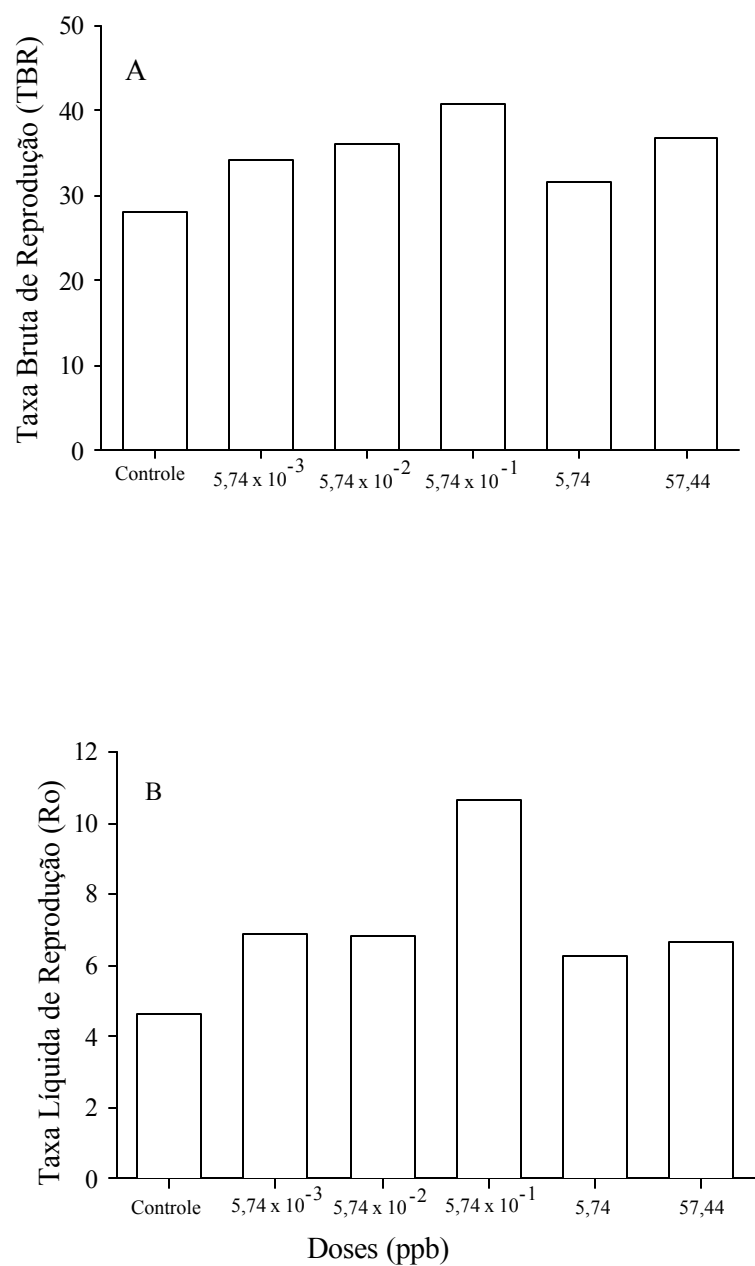
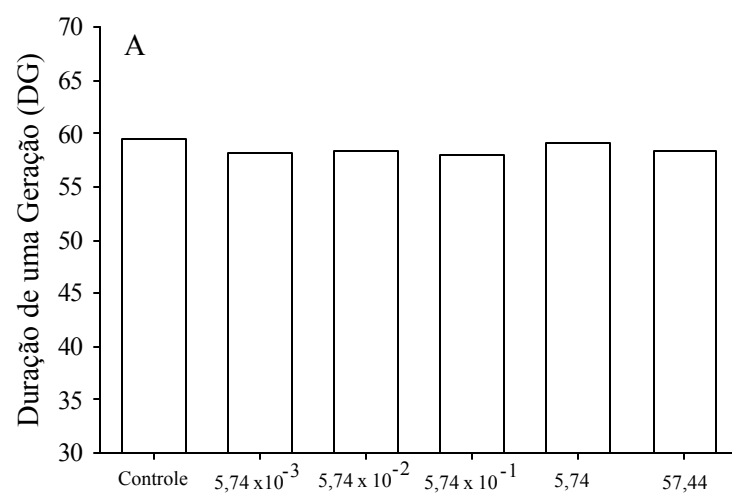


Figura 1. A – taxa bruta (TBR) e B – líquida (R_0) de reprodução de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.



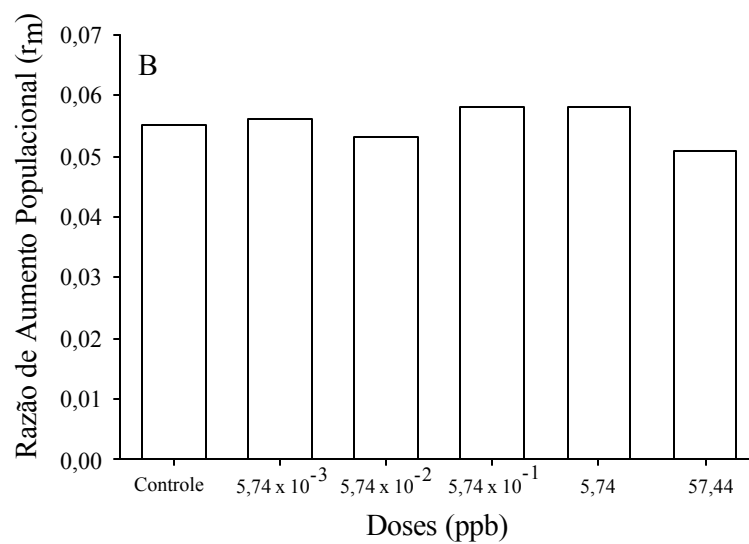


Figura 2. A - duração de uma geração (DG) e B - razão de aumento populacional (r_m) de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

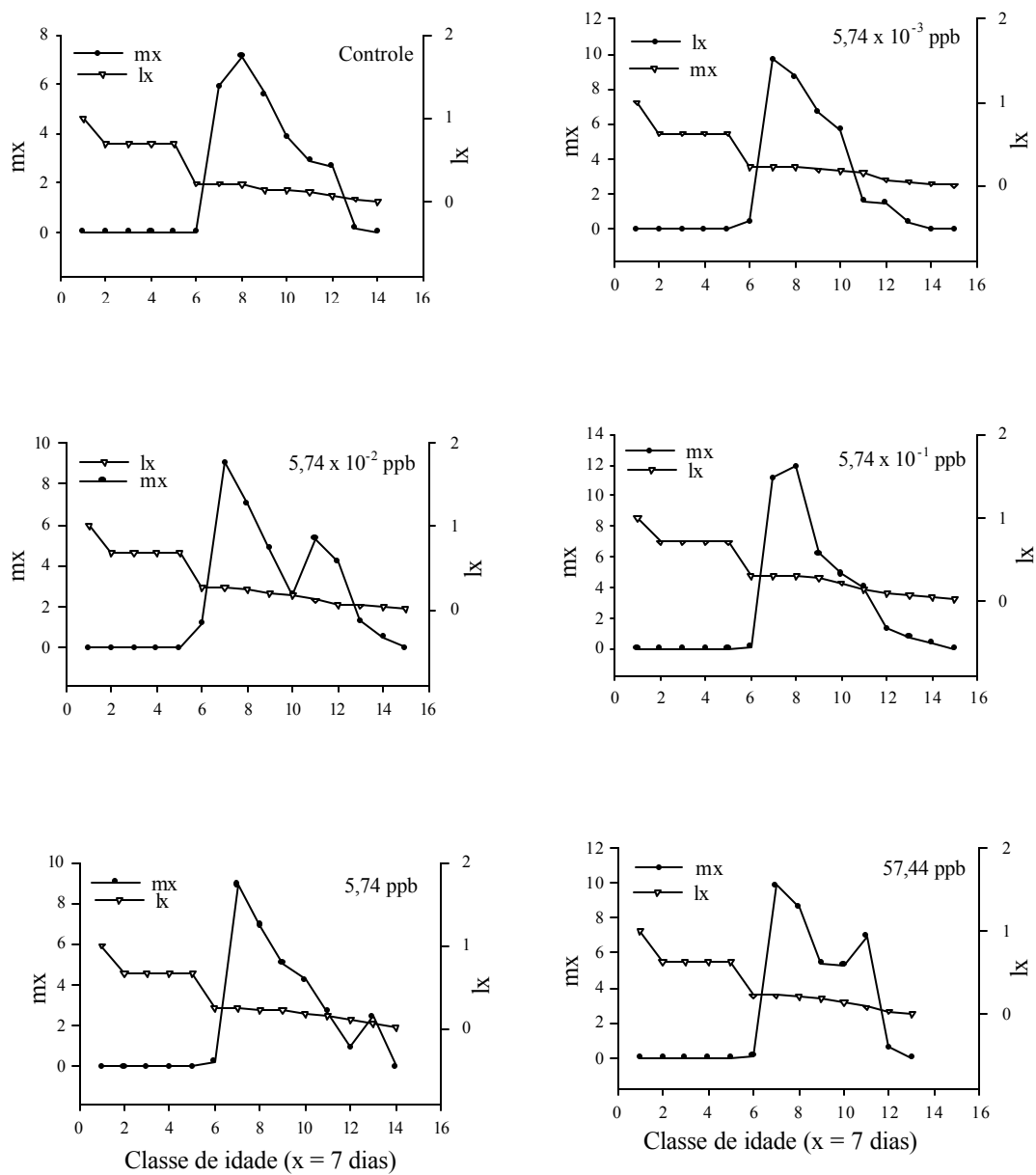


Figura 3. Fertilidade (m_x) e sobrevivência (l_x) de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

Tabela 3. Tabela de esperança de vida (e_x) para *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Doses (ppb)	x	L_x	d_x	l_x	S_x	tx	e_x	100_{qx}	Forma
Controle	1	109	34	1,00	92,00	485,50	4,45	31,19	Jovem
	2	75	0	0,63	75,00	388,50	5,18	0,00	
	3	75	0	0,63	75,00	313,50	4,18	0,00	
	4	75	0	0,63	75,00	238,50	3,18	0,00	
	5	75	51	0,63	49,50	163,50	2,18	68,00	
	6	24	0	0,20	24,00	114,00	4,75	0,00	Adulta
	7	24	1	0,20	23,50	90,00	3,75	4,17	
	8	23	8	0,19	19,00	66,50	2,89	34,78	
	9	15	0	0,13	15,00	47,50	3,17	0,00	
	10	15	3	0,13	13,50	32,50	2,17	20,00	
	11	12	4	0,10	10,00	19,00	1,58	33,33	
	12	8	4	0,07	6,00	9,00	1,13	50,00	
	13	4	3	0,03	2,50	3,00	0,75	75,00	
	14	1	1	0,01	0,50	0,50	0,50	100,00	
$5,74 \times 10^{-3}$	1	119	44	1,00	97,00	518,00	4,35	36,97	Jovem
	2	75	0	0,66	75,00	423,50	5,65	0,00	
	3	75	0	0,66	75,00	348,50	4,65	0,00	
	4	75	0	0,66	75,00	273,50	3,65	0,00	
	5	75	48	0,66	51,00	198,50	2,65	64,00	
	6	27	0	0,24	27,00	147,50	5,46	0,00	Adulta
	7	27	1	0,24	26,50	120,50	4,46	3,70	
	8	26	3	0,23	24,50	94,00	3,62	11,54	
	9	23	2	0,20	22,00	69,50	3,02	8,70	
	10	21	3	0,18	19,50	47,50	2,26	14,29	
	11	18	9	0,16	13,50	28,00	1,56	50,00	
	12	9	3	0,08	7,50	14,50	1,61	33,33	
	13	6	3	0,05	4,50	7,00	1,17	50,00	
	14	3	2	0,03	2,00	2,50	0,83	66,67	
	15	1	1	0,01	0,50	0,50	0,50	100,00	

Tabela 3, Cont.

Doses (ppb)	x	L _x	dx	l _x	S _x	t _x	e _x	100 _{qx}	Forma
5,74 x 10 ⁻²	1	111	36	1,00	93,00	512,50	4,62	32,43	Jovem
	2	75	0	0,68	75,00	422,50	5,63	0,00	
	3	75	0	0,68	75,00	347,50	4,63	0,00	
	4	75	0	0,68	75,00	272,50	3,63	0,00	
	5	75	45	0,68	52,50	197,50	2,63	60,00	Adulta
	6	30	1	0,27	29,50	145,00	4,83	3,33	
	7	29	1	0,26	28,50	115,50	3,98	3,45	
	8	28	6	0,25	25,00	87,00	3,11	21,43	
	9	22	3	0,20	20,50	62,00	2,82	13,64	
	10	19	6	0,17	16,00	41,50	2,18	31,58	
	11	13	6	0,12	10,00	25,50	1,96	46,15	
	12	7	1	0,06	6,50	15,50	2,21	14,29	
	13	6	2	0,05	5,00	9,00	1,50	33,33	
	14	4	2	0,04	3,00	4,00	1,00	50,00	
	15	2	2	0,02	1,00	1,00	0,50	100,00	
5,74 x 10 ⁻¹	1	105	30	1,00	90,00	634,50	6,04	28,57	Jovem
	2	75	0	0,71	75,00	541,50	7,22	0,00	
	3	75	0	0,71	75,00	376,50	5,02	0,00	
	4	75	0	0,71	75,00	301,50	4,02	0,00	
	5	75	42	0,71	54,00	226,50	3,02	56,00	Adulta
	6	33	0	0,31	33,00	172,50	5,23	0,00	
	7	33	2	0,31	32,00	139,50	4,23	6,06	
	8	31	2	0,30	30,00	107,50	3,47	6,45	
	9	29	6	0,28	26,00	77,50	2,67	20,69	
	10	23	8	0,22	19,00	51,50	2,24	34,78	
	11	15	4	0,14	13,00	32,50	2,17	26,67	
	12	11	4	0,10	9,00	19,50	1,77	36,36	
	13	7	2	0,07	6,00	10,50	1,50	28,57	
	14	5	3	0,05	3,50	4,50	0,90	60,00	
	15	2	2	0,02	1,00	1,00	0,50	100,00	

Tabela 3, Cont.

Doses (ppb)	x	L_x	d_x	l_x	S_x	t_x	e_x	$100q_x$	Forma
5,74	1	114	39	1,00	94,50	523,50	4,59	34,21	Jovem
	2	75	0	0,63	75,00	426,50	5,69	0,00	
	3	75	0	0,63	75,00	351,50	4,69	0,00	
	4	75	0	0,63	75,00	276,50	3,69	0,00	
	5	75	48	0,63	51,00	201,50	2,69	64,00	Adulta
	6	27	0	0,23	27,00	150,50	5,57	0,00	
	7	27	2	0,23	26,00	123,50	4,57	7,41	
	8	25	0	0,21	25,00	97,50	3,90	0,00	
	9	25	4	0,21	23,00	72,50	2,90	16,00	
	10	21	3	0,18	19,50	49,50	2,36	14,29	
	11	18	5	0,15	15,50	30,00	1,67	27,78	
	12	13	6	0,11	10,00	14,50	1,12	46,15	
	13	7	6	0,06	4,00	4,50	0,64	85,71	
	14	1	1	0,01	0,50	0,50	0,50	100,00	
57,44	1	119	44	1,00	97,00	502,50	4,22	36,97	Jovem
	2	75	0	0,69	75,00	401,50	5,35	0,00	
	3	75	0	0,69	75,00	326,50	4,35	0,00	
	4	75	0	0,69	75,00	251,50	3,35	0,00	
	5	75	48	0,69	51,00	176,50	2,35	64,00	Adulta
	6	27	0	0,25	27,00	125,50	4,65	0,00	
	7	27	1	0,25	26,50	98,50	3,65	3,70	
	8	26	2	0,24	25,00	72,00	2,77	7,69	
	9	24	7	0,22	20,50	47,00	1,96	29,17	
	10	17	6	0,16	14,00	26,50	1,56	35,29	
	11	11	6	0,10	8,00	12,50	1,14	54,55	
	12	5	3	0,05	3,50	4,50	0,90	60,00	
	13	2	2	0,02	1,00	1,00	0,50	100,00	

Idade ($x = 7$ dias); L_x = Número de sobreviventes no início da idade x ; d_x = Número de indivíduos mortos durante o intervalo x ; l_x = Taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x ; S_x = Taxa de sobrevivência durante a idade x ; t_x = Número total de insetos de idade x , além da idade x ; e_x = Esperança de vida para os indivíduos de idade x ; e $100 q_x$ = Razão de mortalidade por intervalo de idade.

Tabela 4. Análise de “probit” de esperança de vida (e_x) em função da sobrevivência (l_x), para *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas

Dose (ppb)	Características				
	Equação	Probabilidade de χ^2	χ^2	$e_{x_{50}}$ (dias)	IC (95%) (dias)
Controle	$Y' = 2,6280 - 0,0732 x$	1,00	13,81	35,8	(34,74 – 37,05)
$5,74 \times 10^{-3}$	$Y' = 2,8128 - 0,0722 x$	1,00	16,56	38,9	(37,91 – 40,04)
$5,74 \times 10^{-2}$	$Y' = 2,1350 - 0,0602 x$	0,99	45,52	35,4	(34,30 – 36,53)
$5,74 \times 10^{-1}$	$Y' = 2,4991 - 0,0662 x$	1,00	22,53	37,7	(36,72 – 38,76)
5,74	$Y' = 2,6328 - 0,0617 x$	1,00	15,99	42,6	(41,43 – 43,82)
57,44	$Y' = 2,2179 - 0,0672 x$	1,00	22,10	33,2	(32,31 – 34,14)

IC = Intervalo de confiança de ($e_{x_{50}}$) a 95% de probabilidade; χ^2 = Qui-quadrado; Y' = Esperança de vida em “probit”; e x = Logaritmo decimal da sobrevivência (%).

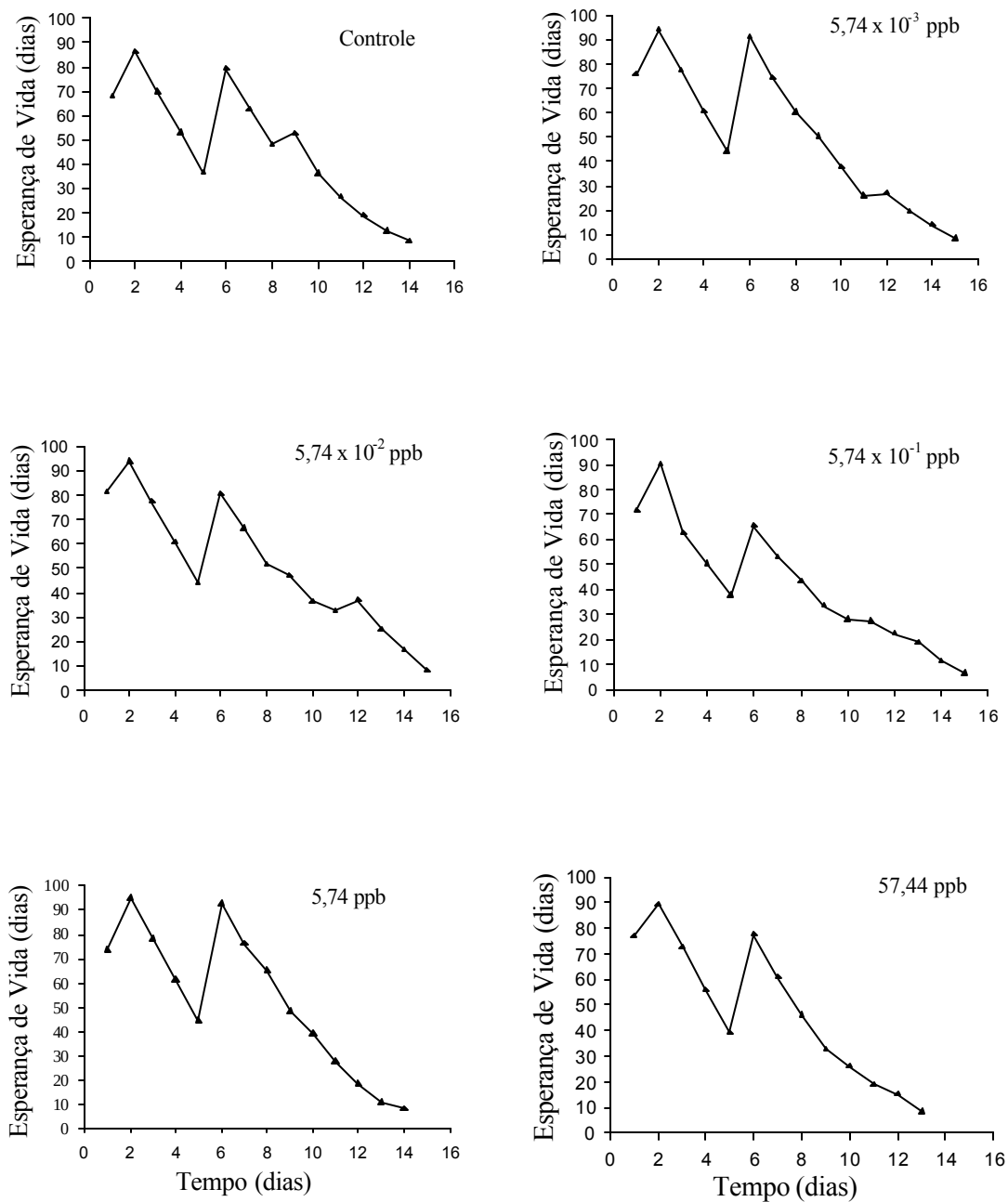


Figura 4. Esperança de vida (e_x) de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae), submetido a cinco doses subletais de permetrina e ao controle, a 25 ± 1 °C, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. O objetivo foi avaliar o efeito de doses subletais ($5,74 \times 10^{-3}$ ppb, $5,74 \times 10^{-2}$ ppb, $5,74 \times 10^{-1}$ ppb, 5,74 ppb e 57,44 ppb de permetrina) e no controle, acetona, aplicadas topicamente em ninfas de terceiro instar do predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae), e verificar se essas doses poderiam estimular a performance desse predador, quando exposto a baixas doses de permetrina, conhecido como hormese.

O inseticida permetrina, nas doses subletais intermediárias causou uma redução significativa na duração do terceiro instar de fêmeas ($F = 4,15$, $p < 0,05$) aumentou a do quinto instar de machos ($F = 5,18$, $p < 0,05$), causou ganho de peso nas fêmeas ($F = 3,87$, $p < 0,05$), e aumentou a sobrevivência ($F = 4,43$, $p < 0,05$) de *S. cincticeps*, evidenciando a hormese.

As fêmeas apresentaram menor período de pré-oviposição ($p < 0,05$) de *S. cincticeps*, nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$ e de $5,74 \times 10^{-2}$ ppb ($7,96 \pm 0,73$ e $8,10 \pm 0,64$ dias) e maior na de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb ($11,33 \pm 0,88$ dias). No entanto, o período de oviposição, o número de posturas e de ovos por fêmea, o número de ninfas, a viabilidade ninfal e a longevidade de adultos de *S. cincticeps* não foram afetados pelas doses de permetrina ($p > 0,05$). Fêmeas desse predador apresentaram cerca de 50% do seu potencial reprodutivo até o 20^o dia no controle e nas doses de $5,74 \times 10^{-3}$, $5,74 \times 10^{-1}$ e 5,74 ppb, enquanto isto ocorreu até o 15^o e 16^o dias nas doses de $5,74 \times 10^{-2}$ e de 57,44 ppb, respectivamente. Os valores da taxa bruta (TBR) e líquida (R_0) de reprodução, duração de uma geração (DG), tempo necessário para a população do predador dobrar em número de indivíduos (TD), razão infinitesimal (r_m) e finita de aumento populacional (λ) e esperança de

vida para a metade da população (ex_{50}), e da tabela de vida de fertilidade, foram semelhantes para as diferentes doses de permetrina ($p > 0,05$). No entanto, a dose de $5,74 \times 10^{-1}$ ppb apresentou valores maiores de R_0 (10,64), de VR_x (33,85 ovos) e menor duração de uma geração (57,9 dias), mostrando maior aumento populacional quando exposto a essa dose de permetrina, indicando hormese. Considerando esses resultados e o fato da permetrina ter-se mostrado seletiva ao predador *S. cincticeps* e que esta é, normalmente, aplicada no controle de lagartas desfolhadoras onde esse predador pode ser encontrado, e que doses reduzidas desse inseticida possam estimular o desenvolvimento do mesmo, conclui-se que o predador e o inseticida podem ser utilizados, de forma conjunta, em Programas de Manejo Integrado de Pragas.