

JOSÉ SALAZAR ZANUNCIO JUNIOR

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE *Podisus nigrispinus* (HETEROPTERA:
PENTATOMIDAE) SOBRE *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)

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

2007

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

T

Z34c
2007

Zanuncio Junior, José Salazar, 1975-

Capacidade predatória de *Podisus nigrispinus*
(Heteroptera : Pentatomidae) sobre *Anticarsia gemmatilis*
(Lepidoptera : Noctuidae) / José Salazar Zanuncio
Junior. – Viçosa, MG, 2007.
xi, 64f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Soja - Doenças e pragas - Controle biológico.
2. Pentatomidae. 3. Asopinae. 4. Pragas - Controle
integrado. 5. Percevejo (Inseto). 6. Insetos - Biologia.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 595.75163

JOSÉ SALAZAR ZANUNCIO JUNIOR

CAPACIDADE PREDATÓRIA DE *Podisus nigrispinus* (HETEROPTERA:
PENTATOMIDAE) SOBRE *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)

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: 30 de julho de 2007.

José Lino Neto

Paulo Roberto Cecon

Dirceu Pratissoli

Ricardo Antônio Polanczyk

José Cola Zanuncio
(Orientador)

Ao meu filho Igor Delesposte Zanuncio

À minha esposa Cristina Simão Delesposte Zanuncio

Aos meus pais José Salazar Zanuncio e Maria Lília Astori Zanuncio

A DEUS.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização do curso.

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

Ao Departamento de Biologia Animal do Centro de Ciências Biológicas da UFV, pelo apoio.

Ao professor José Cola Zanuncio, pelos valiosos ensinamentos, pela orientação, pelo estímulo e pela amizade.

Aos conselheiros Dejair Message, José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio pelo apoio e valiosas sugestões durante a realização do trabalho.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Dirceu Pratissoli, Ricardo Polanczyk e Waldir Cintra pela amizade e incentivo durante a passagem da vida acadêmica para a vida profissional, aos quais devo valiosos aprendizados.

À minha irmã Liliana e ao meu cunhado Fabiano, que sempre incentivaram e apoiaram minha vida acadêmica, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Ao amigo José Milton e a professora Terezinha Della-Lucia, pelo incentivo e apoio no ingresso para o doutorado e pela amizade sincera.

Aos companheiros Evaldo, Fabrício, Fernando, Germi, Mábio, Marcus, Robson, Rosenilson e Walter pela amizade, pelo companheirismo e pela convivência agradável durante o doutorado.

Aos amigos da entomologia da Universidade Federal do Espírito Santo, Anderson, Fábio e Ulysses, pelo apoio e, principalmente, pela ajuda e companheirismo em todos os momentos.

Aos funcionários do laboratório de controle biológico de insetos, José Cláudio e Moacir, pelo auxílio incondicional em todos os momentos e pela amizade.

A todos da minha família e aos amigos que, mesmo à distância, sempre me apoiaram e incentivaram minha vida acadêmica.

Aos colegas da pelada de domingo que se mantiveram unidos, pelos momentos de descontração e lazer e pela amizade.

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

BIOGRAFIA

JOSÉ SALAZAR ZANUNCIO JUNIOR, filho de José Salazar Zanuncio e Maria Lília Astori Zanuncio, nasceu em Linhares, Estado do Espírito Santo em 30 de abril de 1975.

Em janeiro de 1990, ingressou no curso Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Alegre, formando-se em dezembro de 1992.

Em março de 1994, iniciou na Universidade Federal de Viçosa, o curso de graduação em Zootecnia, concluído em março de 1999.

Em agosto de 2001, ingressou no curso de Mestrado em Entomologia na UFV, realizando estudos na área de Controle Biológico de Insetos, defendendo tese no dia 31 de julho de 2003.

Em 20 de junho de 2007, submeteu-se ao exame de qualificação, sendo considerado apto à defesa de tese.

Aos 30 de julho de 2007, submeteu-se a defesa de tese de Doutorado, para obtenção do título de *Doctor Science* pela Universidade Federal de Viçosa.

CONTEÚDO

Resumo.....	ix
Abstract	xi
Introdução	1
Referências Bibliográficas	6
Efeito da dieta da fase imatura sobre a resposta funcional de adultos de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae)	11
Introdução	12
Material e Métodos	13
Resultados	16
Discussão.....	18
Agradecimentos.....	21
Referências Bibliográficas	21
Conseqüências da alimentação com presa alternativa sobre a reprodução de descendentes de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) predando <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Noctuidae)	30
Introdução	31
Material e Métodos	32
Resultados	34
Discussão.....	36
Agradecimentos.....	38
Referências Bibliográficas	38
Capacidade predatória e eficiência alimentar de ninfas de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) sobre <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Noctuidae) ...	48
Introdução	49
Material e Métodos	50
Resultados	52
Discussão.....	54

Agradecimentos.....	56
Referências Bibliográficas	56
Considerações Finais.....	63

RESUMO

ZANUNCIO JUNIOR, José Salazar, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Capacidade predatória de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae).** Orientador: José Cola Zanuncio. Co-Orientadores: Dejair Message, José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio.

Podisus nigrispinus (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é um percevejo predador encontrado em sistemas agrícolas e florestais. A capacidade predatória e a reprodução de fêmeas de *P. nigrispinus*, descendentes da criação com a presa alternativa *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) ou a natural *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) foram estudadas com diferentes densidades de lagartas de *A. gemmatalis* em plantas de soja em casa de vegetação. Fêmeas descendentes da criação com a presa alternativa e com a natural apresentaram resposta funcional dos tipos II e III, respectivamente. Isto indica um possível efeito do aprendizado, com esse predador apresentando maior taxa de ataque com o aumento da densidade da presa, com menor tempo de manipulação da presa (T_h) para as descendentes da criação com a presa alternativa. Fêmeas desse predador descendentes da criação com a presa alternativa apresentaram capacidade predatória semelhante àquelas da criação com a presa natural, com máximo de 100 lagartas predadas durante sua vida adulta. A lagarta da soja mostrou ser uma presa adequada para esse predador, com até 570 ovos por fêmea de *P. nigrispinus* recebendo três lagartas de *A. gemmatalis* por planta. Isto indica que esse predador necessita de, pelo menos, três lagartas diariamente para manter sua capacidade reprodutiva. *Podisus nigrispinus* apresentou maior longevidade e menor capacidade reprodutiva com uma lagarta diária de *A. gemmatalis*, mostrando que esse predador

pode se manter e se reproduzir com baixa disponibilidade de presa. A capacidade predatória de ninfas de *P. nigrispinus*, sobre a lagarta da soja mostrou que ninfas de segundo estágio desse predador não foram capazes de matar lagartas de *A. gemmatalis* dos últimos estádios (quarto e quinto), mas apresentaram sobrevivência de 24 e 68% com lagartas de segundo e terceiro estádios dessa presa, respectivamente. A capacidade predatória, sobre lagartas de segundo estágio (23 lagartas predadas), foi maior, mas o ganho de peso foi maior para ninfas com lagartas de terceiro estágio de *A. gemmatalis*. Por isto, a fase ninfal desse predador é importante para o controle biológico de lagartas nos estádios iniciais e podem impedir o crescimento populacional de pragas como a lagarta da soja. O predador *P. nigrispinus* teve alto consumo da presa *A. gemmatalis* (123 lagartas predadas durante as fases ninfal e adulta), conseguindo se desenvolver, reproduzir e, conseqüentemente, aumentar sua população alimentando-se desta presa, mostrando o grande potencial desse predador como agente de controle biológico da lagarta da soja.

ABSTRACT

ZANUNCIO JUNIOR, José Salazar, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2007.

Predatory ability of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) on *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). Adviser: José Cola Zanuncio. Co-Advisers: Dejair Message, José Eduardo Serrão and Teresinha Vinha Zanuncio.

The predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) is commonly found in agricultural and forest systems. The predatory capacity and the reproduction of *P. nigrispinus*, descending from a mass rearing with the alternative prey *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or the natural one *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) were studied at different densities of the velvetbean caterpillars on soybean plants in a greenhouse. Offspring females of *P. nigrispinus* reared with the alternative or the natural one presented functional response of types II and III, respectively. This indicates a possible effect of conditioning this predator and thus increasing its attack rate with the density of the prey. The offspring of the rearing with the alternative prey had shorter handling time of the prey (T_h). Females of *P. nigrispinus* descending from rearing with the alternative prey presented similar predatory capacity to those reared with the natural prey, with a maximum of 100 caterpillars preyed during its adult stage. The velvetbean caterpillar is an adequate prey for this predator which produced 570 eggs per female receiving three caterpillars of *A. gemmatalis* daily, but with similar values up to the density of seven caterpillars. This predator needs, at least, three caterpillars daily to maintain its reproductive capacity.

Podisus nigrispinus presented longer longevity and smaller reproductive capacity with one *A. gemmatalis* caterpillar daily. This shows that this predator can maintain its population and to reproduce in the field even at low prey availability. The predatory capacity of *P. nigrispinus* nymphs on the soybean caterpillars showed that its second instar nymphs can not kill last instars (fourth and fifth) of this prey but they presented survival of 24 and 68% with second and third instars caterpillars of this prey, respectively. Predatory capacity on second instar caterpillars (23 caterpillars killed) was higher and weight gain were higher for nymphs fed with third instar caterpillars of *A. gemmatalis*. For this reason, the nymphal stage of this predator is important for the biological control of the young caterpillars and they can impede population growth of pests, such as velvetbean caterpillar. The predator *P. nigrispinus* had high consumption of *A. gemmatalis* (123 caterpillars) along its lifespan, developing, reproducing and increasing its population. This shows great potential of this predator as a biological control agent of the velvetbean caterpillar.

INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* L. Merrill é um dos principais produtos de exportação de países como os Estados Unidos (Boyd *et al.*, 1997) e Brasil (Suzuki Junior, 2002), onde a rápida expansão de plantios dessa leguminosa se deve à facilidade de seu cultivo (Silveira Neto *et al.*, 1992).

A lagarta desfolhadora *Anticarsia gemmatilis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é um dos mais importantes insetos pragas da cultura da soja e é controlada, principalmente, com produtos químicos e o entomopatógeno *Baculovirus anticarsia*. No entanto, o agroecossistema formado em função do manejo nessa cultura pode apresentar um complexo de predadores que atuam na regulação das populações dessa praga (McPherson *et al.*, 1982). *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) se destaca como um dos mais eficientes predadores em plantios de soja no Brasil (Medeiros *et al.*, 1997).

Predadores generalistas, como *P. nigrispinus*, estão incluídos entre os inimigos naturais como a primeira linha de defesa de plantas contra fitófagos e previnem a ocorrência de surtos (Whitcomb, 1981). O uso de predadores no controle biológico de pragas agrícolas e florestais baseia-se no fato desses insetos poderem utilizar outras presas não pragas (Symondson *et al.*, 2002) ou plantas como suplemento alimentar (Zanuncio *et al.*, 2004; Assis Jr. *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 1996/1997). Isto possibilita a esses inimigos naturais manterem-se no campo por longos períodos quando as pragas alvo estão com populações baixas (Coll & Guershon, 2002), além de

aumentar a sobrevivência e fecundidade, como relatado para *P. nigrispinus* predando *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro (Lemos *et al.*, 2001).

Heterópteros predadores têm sido utilizados para o controle de pragas, como *P. nigrispinus* para o controle de pragas florestais no Brasil (Zanuncio *et al.*, 1992), *Geocoris punctipes* (Say) (Heteroptera: Lygaeidae) e *Orius tristicolor* (Say) (Heteroptera: Anthrenidae) que apresentaram alta capacidade de predação sobre adultos da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) em diversos sistemas de plantio nos Estados Unidos (Hagler *et al.*, 2004), enquanto *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) tem sido utilizado desde 1997 no controle de surtos de lagartas desfolhadoras em cultivos protegidos na Europa (De Clercq, 2000).

A criação massal constitui um dos fundamentos básicos para programas de controle biológico, por permitir a produção de organismos benéficos para liberação no campo (Zanuncio *et al.*, 2002). O objetivo vem sendo produzir comercialmente agentes de controle biológico viáveis para serem usados no manejo de pragas (Cohen *et al.*, 1999). Por isto, têm-se estudado métodos de criação para diminuir os custos de produção de predadores, como uso de dietas artificiais (Saavedra *et al.*, 1992, 1997; Zanuncio *et al.*, 1997) e/ou presas alternativas, como *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) (Oliveira *et al.*, 1999a), *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) (Oliveira *et al.*, 1999b) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Jusselino Filho *et al.*, 2001), pelo alto custo de criação em presas naturais. *T. molitor* tem sido a presa mais utilizada para criação massal de Asopíneos predadores (Molina-Rugama *et al.*, 1998, Zanuncio, *et al.*, 1993), por apresentar adequação nutricional a heterópteros predadores, com 72,6% de eficiência na conversão alimentar por fêmeas de *Supputius*

cincticeps Stål (Heteroptera: Pentatomidae), índice elevado para insetos carnívoros (Beserra *et al.*, 1996). Além disso, a criação massal de *S. cincticeps* em plantas de eucalipto no campo foi sugerida por favorecer sua adaptação às condições climáticas e aumentar a chance de sucesso desse predador no controle biológico de pragas de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 2004). Criações massivas e a avaliação da eficiência no campo de insetos predadores são importantes por representarem a base de programa de controle biológico. No entanto, o alto custo da produção massal de pentatomídeos predadores com presas naturais tem levado à utilização de presas alternativas, como *T. molitor*, *B. mori* e *M. domestica* (Zanuncio *et al.*, 2002).

Podisus nigrispinus apresenta capacidade predatória eficiente sobre pragas como *A. argillacea* (Santos e Boiça Jr., 2002, Santos *et al.*, 1995), *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (De Clercq *et al.*, 2000; Mohaghegh *et al.*, 2001) e pré-pupas de *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera: Notodontidae) (Zanuncio *et al.*, 1993), além de ter sido eficiente no controle de *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) e outras pragas desfolhadoras de eucalipto (Zanuncio *et al.*, 1991). No entanto, estudos da eficiência desses predadores criados em condições artificiais sobre as pragas alvo são escassos e podem limitar o sucesso de seu uso no controle biológico.

Um modelo de resposta de predadores a diferentes densidades da presa, conhecido como resposta funcional, foi desenvolvido para se avaliar a eficiência de inimigos naturais no controle de pragas (Holling, 1959; Rogers 1972). O número de presas atacadas aumenta, linearmente, até um nível máximo onde permanece constante no modelo de resposta funcional tipo I (densidade independente), enquanto no tipo II de resposta funcional, esse número assemelha-se a uma assíntota, aumentando com a densidade da presa (densidade dependente inversa) e a do tipo III aumenta na

proporção de presas mortas (densidade dependente) até um ponto de inflexão de uma curva sigmóide, seguida pelo decréscimo da proporção de presas atacadas (Juliano, 2001). Além disso, a resposta funcional do tipo II pressupõe taxa de ataque constante e a do tipo III aumenta com a densidade da presa (De Clercq *et al.*, 2000), o que pode indicar efeito de aprendizado para indivíduos com curvas do tipo III.

O predador *P. maculiventris* apresentou preferência pela presa *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) em relação a *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae), que pode ser devido ao fato dos indivíduos utilizados terem sido provenientes de uma colônia criada com a primeira presa (De Clercq *et al.*, 2002). De forma semelhante, adultos do predador *Orius majusculus* (Reuter) (Heteroptera: Anthocoridae) não localizaram ou consumiram presa diferente daquelas que suas ninfas foram criadas. No entanto, após oito dias de exposição à nova presa, sua capacidade de predação aumentou de 4,4% para 20%, mostrando certo grau de aprendizado (Henaut *et al.*, 2000). Isto indica que heterópteros predadores possam ter sua eficiência modificada ao longo do tempo pelo efeito de aprendizado, o que explicaria a regulação das populações de pragas no campo (Gitonga, *et al.*, 2002). No entanto, *P. nigrispinus* não perdeu sua capacidade de procurar, paralisar e se alimentar da presa natural *A. gemmatilis* sobre plantas de soja em casa de vegetação, após ser criado com dieta artificial ou a presa alternativa *M. domestica* em laboratório (Saavedra *et al.*, 1997). Outro heteróptero predador, *G. punctipes*, também manteve sua habilidade de retornar à presa natural, permanecer no campo e manter sua eficiência metabólica e características bioquímicas após 150 gerações sucessivas (15 anos) em dieta artificial no laboratório (Cohen *et al.*, 1999). Além disso, outro predador generalista, *P. maculiventris*, apresentou grande adaptação à dieta artificial, com custo de produção próximo (1,2 vezes) ao da utilização da presa natural (Coudron

et al., 2002). Isto indica que métodos de criação com dietas alternativas possam ser utilizados para manter populações de percevejos predadores para futuras liberações em campo sem perda de sua eficiência. O estudo da capacidade predatória de inimigos naturais, como *P. nigrispinus*, criados em laboratório com presas alternativas permite avaliar o impacto desses agentes de controle biológico sobre populações de praga. Assim, este trabalho visou avaliar o potencial de *P. nigrispinus*, criado com a presa alternativa *T. molitor*, no controle da lagarta da soja *A. gemmatilis*, estudando-se o comportamento de ataque com a resposta funcional e a quantidade de lagartas consumidas por esse predador durante os estágios imaturo e adulto, permitindo que se avalie o impacto real desse predador generalista sobre a população da lagarta da soja. Os capítulos desta tese foram formatados de acordo com as normas da revista Neotropical Entomology, com adaptações das normas para elaboração de tese da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis Jr., S.L., T.V. Zanuncio, G.P. Santos & J.C. Zanuncio. 1998.** Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 245-253.
- Beserra, E.B., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & E. Menin. 1996.** Efeito de *Zophobas confusa* Geb. e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) na nutrição quantitativa de *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 25: 389-394.
- Boyd, M.L., R.B.L. Boethel, R.J. Habetz, L.P. Brown & W.B. Hallmark. 1997.** Seasonal abundance of arthropod populations on selected soybean varieties grown in early season production systems in Louisiana. Bulletin Number 860, Agricultural Center, 28p.
- Cohen, A.C., D.A. Nordlund & R.A. Smith. 1999.** Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? Biocontrol News and Information, 20: 85-90.
- Coll, M. & M. Guershon. 2002.** Omnivory in terrestrial arthropods: Mixing plant and prey diets. Annual Review of Entomology, 47: 267-297.
- Coudron, T.A., J. Wittmeyer & Y. Kim. 2002.** Life history and cost analysis for continuous rearing of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) on a zoophytophagous artificial diet. Biological Control, 95: 1159-1168.
- De Clercq, P. 2000.** Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae), p.737-789. IN: C.W. Schaefer and A.R. Panizzi, Heteroptera of economic importance. CRC Press, Boca Raton, FL, 828p.
- De Clercq, P., J. Mohaghegh. & L. Tirry. 2000.** Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Biological Control, 18: 65-70.

- De Clercq, P., K. Wyckhuys, H.N. Oliveira & J. Klapwijk. 2002.** Predation by *Podisus maculiventris* on different life stages of *Nezara viridula*. Florida Entomologist, 85: 197-202.
- Gitonga, L.M., W.A. Overholt, B. Lohr, J.K. Magambo & J.M. Mueke. 2002.** Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). Biological Control, 24: 1-6.
- Hagler, J.R., C.G. Jackson, R. Isaacs & S.A. Machtley. 2004.** Foraging behavior and prey interactions by a guild of predators on various lifestages of *Bemisia tabaci*. Journal of Insect Science, 4: 1-13.
- Henaut, Y., C. Alauzet, A. Ferran & T. Williams. 2000.** Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). Journal of Economic Entomology, 93: 252-255.
- Holling, C.S. 1959.** Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Canadian Entomologist, 9: 385-398.
- Juliano S.A. 2001.** Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. In: Scheiner S.M., Gurevitch, J. (eds.). Design and analysis of ecological experiments. Oxford University Press, New York, p.178-196.
- Jusselino Filho, P., J.C. Zanuncio, R.N. Guedes & D.B. Fragoso. 2001.** Desarrollo y reproducción del depredador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado con larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Colombiana de Entomología, 27: 45-48.
- Lemos, W.P., R.S. Medeiros, F.S. Ramalho & J.C. Zanuncio. 2001.** Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). International Journal of Pest Management, 47: 89-93.
- McPherson, R.M., J.C. Smith & W.A. Allen. 1982.** Incidence of arthropod predators in different soybean cropping system. Environmental Entomology, 11: 685-689.
- Medeiros, M.A., F.V.G. Schimidt, M.S. Loíacono, V.F. Carvalho & M. Borges. 1997.** Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26: 397-401.
- Mohaghegh, J., P. De Clercq & L. Tirry. 2001.** Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep.,

- Noctuidae): Effect of temperature. *Journal of Applied Entomology*, 125: 131-134.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, D. Pratissoli & I. Cruz. 1998.** Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27: 77-84.
- Moreira, L.A.; Zanuncio, J.C.; Picanço, M.C.; Guedes, R.N.C. 1996/1997.** Effect of *Eucalyptus* feeding in the development, survival and reproduction of *Tynacantha marginata* (Heteroptera: Pentatomidae). *Revista de Biología Tropical*, 44/45: 253-257.
- Oliveira, H.N., J.C. Zanuncio, M.F. Sossai & D. Pratissoli. 1999a.** Body weight of *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia*, 51: 77-83.
- Oliveira, H.N.; J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1999b.** Nutrición de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado en larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) o *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *AgroCiência*, 15:71-74.
- Rogers, D. 1972.** Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology*, 41: 369-383.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.M.C. Della Lucia & F.P. Reis. 1992.** Efeito da dieta artificial na fecundidade e fertilidade do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 21: 69-76.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & R.N.C. Guedes. 1997.** Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) reared for successive generations on a meridic diet. *Journal of Applied Entomology*, 121: 327-330.
- Santos, T.M. & A.L. Boiça Jr. 2002.** Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. *Scientia Agricola*, 59: 671-675.

- Santos, T.M., E.N. Silva, & F.S. Ramalho. 1995.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemíptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30: 163-167.
- Silveira Neto, S., O. Nakano & R.A. Zucchi. 1992.** Pragas da soja, p. 387-410. In: Curso de entomologia aplicada à agricultura. FEALQ, 760 p.
- Suzuki Junior, J.T. 2002.** Dimensão econômica, desenvolvimento e perspectivas da cultura da soja no Paraná. *Análise Conjuntural*, 24: 12-14.
- Symondson, W.O., K.D. Suderland & M.H. Greenstone. 2002.** Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology*, 47: 561- 594.
- Whitcomb, W.H. 1981.** The use of predators in insect control, p.105-123. IN: D. Pimentel, *CRC handbook of pest management in agriculture*, Boca Raton: CRC.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, C.S. Sartório & J.E.M. Leite. 1992.** Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 21: 245-251.
- Zanuncio, J.C., J. Didonet, W.L. Gasperazzo & G.P Santos. 1993.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com pré-pupas de *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera: Notodontidae) e larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 37: 523-527.
- Zanuncio, J.C., J.L.D. Saavedra, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1997.** Desarrollo y reproducción de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) en dieta artificial por dos generaciones. *Revista de Biología Tropical*, 44/45: 247-251.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, H.N. Oliveira & T.V. Zanuncio. 2002.** Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios, p. 495-509. IN: J.R. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira and J.M.S. Bento. *Controle Biológico no Brasil*. Editora Manole, São Paulo, Brasil, 635p.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, G.P. Santos, R.C. Sartório & F.A. Araújo. 1991.** Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 20: 243-249.
- Zanuncio J.C., M.C. Lacerda, J.S. Zanuncio Junior, T.V. Zanuncio, A.M.C. Silva & M.C. Espindula. 2004.** Fertility table and rate of population growth of the

predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. Annals of Applied Biology, 144: 357-361.

Efeito da dieta da fase imatura sobre a resposta funcional de adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)

RESUMO - A resposta funcional pode indicar o potencial de agentes de controle biológico. O predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) foi criado em laboratório com a presa alternativa *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) ou a natural *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) por uma, duas ou três gerações. A capacidade predatória de fêmeas de *P. nigrispinus* foi estudada através dos parâmetros da resposta funcional com diferentes densidades de lagartas de *A. gemmatalis* em plantas de soja em casa de vegetação. Fêmeas desse predador, descendentes da criação com as presas alternativa ou natural, apresentaram respostas dos tipos II e III, respectivamente. Isto indica possível efeito do aprendizado desse predador, pois a taxa de ataque aumentou com a densidade da presa para a resposta funcional do tipo III. Fêmeas de *P. nigrispinus* descendentes da criação com a presa alternativa, apresentaram menor tempo de manipulação da presa (T_h) que as descendentes da criação com a presa natural. Fêmeas desse predador, descendentes da criação com a presa alternativa, tiveram capacidade predatória semelhante àquelas criadas com a presa natural, com máximo de 100 lagartas de *A. gemmatalis* predadas durante a vida adulta de *P. nigrispinus*. Isto indica que esse predador pode ser criado com a presa alternativa *T. molitor* e apresentar alto potencial para o controle biológico da lagarta da soja *A. gemmatalis*.

Palavras chave: Percevejo predador, controle de qualidade, criação massal, presa alternativa, condicionamento.

Introdução

Estudos de parâmetros populacionais representam a base para o entendimento da dinâmica de populações e o conhecimento dos fatores que afetam a predação pode ajudar a descrever e explicar os princípios da predação em insetos (Holling, 1961). A habilidade de predadores em estabelecer populações e alterar a dinâmica populacional de pragas é afetada pela densidade e número de presas atacadas, o que é denominado resposta funcional (O'Neil & Stimac, 1988), a qual, de acordo com a densidade da presa é definida por diferentes modelos para insetos predadores (Rogers, 1972) e pode indicar o potencial desses inimigos naturais no controle biológico. Efeitos de interações tritróficas, como espécie (Skirvin & Fenlon, 2001; De Clercq *et al.*, 2000) e arquitetura (Rutledge & O'Neil, 2005) das plantas, além do tamanho da presa (Cogni *et al.*, 2002) e de fatores abióticos como temperatura (Gitonga *et al.*, 2002; Mohaghegh *et al.*, 2001) podem ser demonstrados com a resposta funcional, visando a avaliação de inimigos naturais.

A criação massal de insetos entomófagos tem sido estudada para aumentar sua eficiência no controle biológico (Castañé & Zapata, 2005; Thompson, 1999; Zanuncio *et al.*, 2004), mas o sucesso nessas criações, com a elaboração de dietas artificiais para insetos entomófagos tem sido pouco utilizada em criações massiva para comercialização destes organismos para o controle biológico aplicado (Cohen *et al.*, 1999). No entanto, predadores onívoros criados em laboratório por várias gerações em dieta artificial apresentaram consumo e tempo de manipulação de presa semelhante àqueles de indivíduos silvestres (Cohen, 2000), o que demonstra alta capacidade de adaptação desses predadores às condições artificiais.

A lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga, comumente, atacada por artrópodes predadores como insetos e aranhas (O'Neil

& Stimac, 1988). Espécies do gênero *Podisus* (Heteroptera: Pentatomidae) têm sido encontradas atacando essa lagarta e outras pragas da soja (Wiedenmann & O'Neil, 1992). Além disso, *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) apresentou capacidade predatória semelhante sobre *A. gemmatilis* em casa de vegetação, após ser criado com larvas de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) ou em dieta artificial por três gerações (Saavedra *et al.*, 1997).

Efeitos do hospedeiro alternativo sobre a resposta funcional de descendentes de parasitóides sobre a praga alvo têm sido relatados (Allahyari *et al.*, 2004), mas não para predadores. Além disso, a eficiência de inimigos naturais, principalmente predadores criados em condições artificiais, tem sido discutida devido a possível perda de sua eficiência no controle de pragas por não estarem adaptados a encontrá-las em ambientes naturais (Cohen, 2000). Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento alimentar durante sua fase ninfal, estimando-se a resposta funcional e a predação de fêmeas de *P. nigrispinus* sobre a lagarta da soja *A. gemmatilis* após ser criado com a presa alternativa *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) em laboratório.

Material e Métodos

Criação do predador

Cem ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram obtidas da criação do laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, sendo alimentadas com pupas da presa alternativa (*T. molitor*) em grupos de 10 ninfas por placa de Petri (9,0 x 1,5 cm). As fêmeas de *P. nigrispinus* obtidas foram acasaladas quatro dias após a emergência (Zanuncio *et al.*, 1992) e as posturas coletadas diariamente. Trezentas e sessenta ninfas foram selecionadas, sendo

180 alimentadas, durante sua fase ninfal, com lagartas de terceiro ou quarto estádios (1,0 a 1,5 cm) de *A. gemmatalis* (*A. gemmatalis*) e 180 alimentadas com pupas da presa alternativa *T. molitor* (*T. molitor*). As fêmeas originadas dessas ninfas foram utilizadas na montagem do experimento.

Obtenção da presa natural e seu alimento

Lagartas de *A. gemmatalis* foram obtidas da criação massal do Laboratório de Controle Biológico do BIOAGRO, acondicionadas em potes plásticos de 1100 mL, com tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração e alimentadas com dieta artificial modificada (Greene *et al.*, 1976) à temperatura de $25 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas. A dieta artificial consistiu de 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de agar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B₁₂).

Os adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (30 x 30 x 30 cm) com as laterais teladas e tampa de vidro, recebendo solução nutritiva embebida em algodão, composta por 10,5 g de mel, 350 mL de cerveja, 60 g de sacarose, 1,05 g de nipagin e 1,05 g de ácido ascórbico diluídos em 1050 mL de água destilada,. As posturas desse lepidóptero foram coletadas em folha de papel branco dispostas no interior das gaiolas, as quais foram recortadas e colocadas nos potes de criação com a dieta artificial.

Plantio da soja

Plantas de soja UFV 16 foram cultivadas em área experimental da Universidade Federal de Viçosa com plantios escalonados a cada 20 dias, para se obter,

continuamente, plantas entre os estágios vegetativos finais (V3 a V5). Essas plantas foram cultivadas em vasos de plástico (cinco litros), com uma mistura de três partes de solo argiloso e uma de esterco bovino e adubado com a formulação 4-14-8 no plantio e a cada 20 dias. As plantas foram tutoradas com bambu para evitar acamamento. O controle de pragas foi mecânico, sem a utilização de agrotóxicos que poderiam interferir nos resultados.

Montagem do experimento

Cada fêmea de *P. nigrispinus* foi acondicionada em um saco de organza (70 x 40 cm) envolvendo uma planta de soja UFRV 16 em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Lagartas de *A. gemmatilis* foram fornecidas, diariamente, de terceiro e/ou quarto estádios (1,0 a 1,5 cm de comprimento) na densidade de uma, três, cinco ou sete lagartas por fêmea de *P. nigrispinus*, descendentes das criações com as presas *T. molitor* ou *A. gemmatilis* em laboratório. Cada densidade teve quatro repetições e a unidade experimental consistiu de uma fêmea desse predador por saco de organza.

As fêmeas de *P. nigrispinus* foram acasaladas quatro dias após a emergência durante 24 horas e os machos retirados, após a cópula, por ser esta suficiente para promover eficiência reprodutiva máxima desse predador (Torres *et al.*, 1997).

Análise dos dados

A taxa de predação diária por fêmea de *P. nigrispinus* foi calculada com a fórmula:

$$TPdj = \frac{\sum_{i=1}^n NLPi}{Long_j}$$
 Onde: TPdj= número de lagartas predadas por dia pela fêmea “j”, NLPi= número de lagartas predadas no dia “i” e Long_j= longevidade da fêmea “j” (dias).

A eficiência de busca foi estimada com a fórmula: $Eb = (N_a / N)$, onde: Eb= eficiência de busca, N_a = número de lagartas predadas e N= número de lagartas de *A. gemmatalis* oferecidas (O’Neil & Stimac, 1988).

O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo os dados analisados com a decomposição da densidade de presa em polinômios ortogonais e as equações de regressão estimadas e analisadas ao nível de 5% de probabilidade. Essas equações foram utilizadas para se identificar o tipo de resposta funcional, usando-se o número de lagartas predadas como variável dependente. A “equação disco” de Holling, utilizada para estimar a taxa de ataque e o tempo de manipulação da presa foi: $N_e = aNT / (1 + aNT_h)$ e $N_e = bN^2T / (1 + bN^2T_h)$ para resposta funcional dos tipos II e III, respectivamente, onde: N_e = número de lagartas predadas, N= densidade da presa, a= taxa de ataque ou taxa de encontro do predador com a presa, T= tempo para contato entre a presa e o predador, T_h = tempo de manipulação da presa e b= constante. A taxa de ataque (a) para o tipo III de resposta funcional varia em função da densidade da presa ($a = bN$) (Holling, 1959).

Todos os procedimentos foram analisados pelo Sistema para Análises Estatísticas (SAEG) da Universidade Federal de Viçosa.

Resultados

A densidade e o tipo de presa afetaram a predação diária e a eficiência de busca de fêmeas de *P. nigrispinus*, mas sem interação entre esses fatores (Tabela 1). Por isto, os dados serão apresentados em função do efeito simples.

O número total de lagartas predadas foi semelhante entre fêmeas de *P. nigrispinus* descendentes da criação com as presas natural *A. gemmatalis* ($87,69 \pm 43,24$) e a presa alternativa *T. molitor* ($72,63 \pm 48,00$) (Tabela 1). No entanto, fêmeas desse predador,

descendentes da criação com *A. gemmatalis*, tiveram maior predação diária que aquelas criadas com a presa alternativa, com valores de $2,27 \pm 0,79$ e $1,75 \pm 0,81$ lagartas predadas por dia, respectivamente (Tabela 1). A eficiência de busca foi, também, maior para fêmeas descendentes da criação com a presa natural ($0,66 \pm 0,24$) que aquelas criadas com a alternativa ($0,55 \pm 0,26$) (Tabela 1).

O número de lagartas de *A. gemmatalis* predadas por fêmea desse predador aumentou com a densidade da presa, com valor máximo estimado de 100 lagartas por fêmea de *P. nigrispinus*, 4,5 lagartas diariamente (Figura 1). A eficiência de busca de fêmeas desse predador decresceu com a densidade de presas fornecidas diariamente, com valores de 0,83 a 0,34; com menor eficiência de busca em maiores densidades de presa (Figura 2).

O coeficiente linear da regressão, que indica o tipo de resposta funcional de predadores, mostrou que fêmeas de *P. nigrispinus* apresentam resposta funcional do tipo II (coeficiente negativo) quando alimentadas anteriormente com a presa alternativa *T. molitor* e do tipo III (coeficiente positivo) com a presa natural *A. gemmatalis* (Tabela 2).

A taxa de ataque de *P. nigrispinus* aumentou com a densidade da presa (resposta tipo III) para fêmeas desse predador, descendentes da criação com a presa natural e constante (resposta tipo II) para aquelas descendentes da criação com a presa alternativa (Figura 3, Tabela 3). Assim, a taxa de ataque para fêmeas de *P. nigrispinus* descendentes da criação com *T. molitor* (0,07), foi semelhante àquelas descendentes da criação com *A. gemmatalis*, apenas, em baixa densidade da presa (0,06). No entanto, fêmeas desse predador, descendentes da criação com a presa natural, apresentaram maiores taxas de ataque (0,19 a 0,45) que aquelas descendentes da criação com a presa alternativa em altas densidades de *A. gemmatalis* (Tabela 3). Por outro lado, o tempo

de manipulação da presa (Th) variou com o tipo de presa, sendo maior para fêmeas descendentes da criação com *A. gemmatalis* (Tabela 3).

Discussão

A maior predação diária de *P. nigrispinus*, criado com a presa natural por uma geração que com a presa alternativa, concorda com a teoria de que animais adotam informações de determinado evento alimentar para moldar seu comportamento em episódios posteriores (Forbes, 2001). O predador, durante sua fase ninfal, recebe os estímulos da presa e aprende a reconhecê-los na fase adulta, o que aumenta sua capacidade de predação. De forma semelhante, adultos do predador generalista *Orius majusculus* (Reuter) (Heteroptera: Anthocoridae) tiveram sua capacidade de encontrar e consumir a presa natural de acordo com a dieta das ninfas que as originou (Henaut *et al.*, 2000). Por outro lado, o predador onívoro *Geocoris punctipes* Say (Heteroptera: Geocoridae) não apresentou deterioração das suas capacidades biológicas após domesticação em dieta artificial, o que pode estar relacionado à adaptação alimentar em plantas e presas imóveis como pulgões e ovos de insetos, que produziriam uma pré-adaptação alimentar a dieta artificial (Cohen, 2000), o que não ocorre com o predador *P. nigrispinus*, que se alimenta principalmente de presas móveis com grande capacidade de defesa. Assim, um efeito de aprendizado durante a fase ninfal, confirmado pela maior eficiência de busca de fêmeas descendentes da criação com a *A. gemmatalis*, pode facilitar o encontro com a presa natural no campo por *P. nigrispinus*, mas não pode ser generalizado para outros predadores.

O decréscimo da eficiência de busca de fêmeas de *P. nigrispinus* com o aumento da densidade da presa assemelha-se ao comportamento do predador *Cosmoclopius nigroannulatus* (Hemiptera: Reduviidae) sobre a presa *Spartocera dentiventris* (Hemiptera: Coreidae) (Rocha & Redaelli, 2004) e ao relatado para a resposta

funcional do predador *Podisus connexivus* (= *P. nigrispinus*) (Heteroptera: Pentatomidae) a *A. gemmatilis* em laboratório (Saini *et al.*, 1997), indicando que heterópteros predadores podem gastar mais tempo procurando a presa quando estas estão em menores densidades e diminuindo sua eficiência de busca com o aumento da densidade da presa, com o modelo teórico da equação disco de Holling (Holling, 1961).

A resposta funcional sobre *A. gemmatilis* do tipo II, para fêmeas de *P. nigrispinus* descendentes da criação com a presa alternativa *T. molitor* e a do tipo III para as descendentes da criação com a presa natural, mostra aumento da taxa de ataque desse predador pelo contato anterior com a presa natural, semelhante ao observado para *Orius albidipennis* Reuter (Hemiptera: Anthocoridae) (Gitonga *et al.*, 2002). De forma semelhante, a resposta funcional de outros artrópodes predadores, como o ácaro *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae), foi afetada pela dieta da geração parental na criação massal (Castagnoli & Simoni, 1999). A resposta funcional do tipo II pressupõe taxa de ataque constante e a do tipo III aumenta com a densidade da presa (De Clercq *et al.*, 2000). Isto indica que esses predadores possam satisfazer suas necessidades nutricionais ajustando seu comportamento por “tentativa e erro” para a utilização de recursos (Forbes, 2001). Além disso, as maiores taxas de ataque em altas densidades de *A. gemmatilis* por fêmeas descendentes da criação com a presa natural, mostraram uma pré-adaptação desses indivíduos à presa, o que pode aumentar a eficiência desse predador no controle biológico de *A. gemmatilis* em liberações inundativas.

O tempo semelhante de manipulação de lagartas de *A. gemmatilis* por *P. nigrispinus*, alimentado durante sua fase ninfal com a presa natural em laboratório ao desse predador com lagartas de quarto estágio de *S. exigua* (De Clercq *et al.*, 2000)

comportamento parecido com lagartas de tamanho semelhante, independente da espécie da presa. Por outro lado, o menor tempo de manipulação da presa, por fêmeas descendentes da criação com a alternativa, mostra que esses indivíduos levem mais tempo para alcançar a saciedade, fazendo com que procurem novas presas mais rapidamente, o que é uma característica desejável em inimigos naturais no manejo de pragas.

A variação da resposta funcional de *P. nigrispinus* sobre *A. gemmatalis* concorda com respostas funcionais dos tipos II e III desse predador com *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (De Clercq *et al.*, 2000; Mohaghegh *et al.*, 2001). No entanto, esses autores trabalharam com ensaios de curta duração (24 horas), enquanto o presente estudo foi realizado durante toda a vida das fêmeas desse predador, com densidade constante da presa até a morte das mesmas. Isto mostra que *P. nigrispinus* mantém sua capacidade predatória ao longo de sua vida e que estimativas da resposta funcional por curtos períodos são eficientes para se avaliar o potencial de predação e o comportamento de predadores onívoros. A habilidade de predadores em localizar e matar a maior parte das pragas quando estas estão em baixas densidades pode definir seu potencial em suprimir surto dessas pragas e, conseqüentemente, sua eficiência no controle biológico (Rutledge & O'Neil, 2005). Por isto, trabalhos avaliando parâmetros da resposta funcional de predadores criados com presas alternativas podem indicar o potencial desses predadores no controle biológico de pragas e sua viabilidade de produção massal para liberações no campo.

Podisus nigrispinus apresentou alta taxa de ataque sobre a lagarta da soja *A. gemmatalis*, independente da presa em que foi criado. Isto mostra que esse predador, criado em condições artificiais de laboratório com a presa alternativa, pode contribuir para o controle de populações de pragas em plantios de soja. A estimativa desses

componentes da resposta funcional contribui para entender a dinâmica populacional da praga e identificar a densidade na qual possa escapar da predação. No entanto, são necessárias avaliações no campo, pois o estágio de desenvolvimento e arquitetura da planta podem interferir no comportamento (Rutledge & O'Neil, 2005) e modificar a resposta funcional de predadores no campo.

A criação de *P. nigrispinus* pode ser incrementada com presas Lepidoptera (Oliveira *et al.*, 2004). O predador *P. nigrispinus* apresentou alta capacidade predatória sobre a lagarta da soja *A. gemmatilis*, mostrando potencial para ser utilizado no controle biológico de populações dessa praga, mesmo quando criado com a presa alternativa *T. molitor*. Assim, a utilização da lagarta da soja é uma alternativa para incrementar a criação e melhorar a eficiência de *P. nigrispinus* no controle biológico, mas sugere-se que estudos da viabilidade econômica da criação massal desse predador com a presa natural são importantes para a aplicabilidade desse inimigo natural 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) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências Bibliográficas

- Allahyari, H., P.A. Fard & J. Nozardi. 2004.** Effects of host on functional response of offspring in two populations of *Trissolcus grandis* on the sunn pest. Journal of Applied Entomology, 128: 39-43.
- Castagnoli, M. & S. Simoni. 1999.** Effect of long-term feeding history on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 23: 217-234.

- Castañé, C. & R. Zapata. 2005.** Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet. *Biological Control*, 34: 66-72.
- Cogni, R, A.V.L. Freitas & B.F. Amaral-Filho. 2002.** Influence of prey size on predation success by *Zelus longipes* L. (Het., Reduviidae). *Journal of Applied Entomology*, 126: 74-78.
- Cohen, A.C. 2000.** Feeding fitness and quality of domesticated and feral predators: Effects of long-term rearing on artificial diet. *Biological Control*, 17: 50-54.
- Cohen, A.C., D.A. Nordlund & R.A. Smith. 1999.** Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? *Biocontrol News Information*, 20: 85-90.
- De Clercq, P., J. Mohaghegh. & L. Tirry. 2000.** Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control*, 18: 65-70.
- Forbes, J.M. 2001.** Consequences of feeding for future feeding. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 128A: 463-470.
- Gitonga, L.M., W.A. Overholt, B. Lohr, J.K. Magambo & J.M. Mueke. 2002.** Functional response of *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) to *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *Biological Control*, 24: 1-6.
- Greene, G.L.; N.C. Leppla, W.A. Dickerson. 1976.** Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, 69: 487-488.
- Henaut, Y., C. Alauzet, A. Ferran & T. Williams. 2000.** Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 252-255.
- Holling, C.S. 1959.** Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist*, 9: 385-398.
- Holling, C.S. 1961.** Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology*, 6: 163-182.
- Mohaghegh, J., P. De Clercq & L. Tirry. 2001.** Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep., Noctuidae): Effect of temperature. *Journal of Applied Entomology*, 125: 131-134.

- Oliveira, H.N., D. Pratissoli, E.P. Pedruzzi & M.C. Espindula. 2004.** Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39: 947-951.
- O'Neil, R.J. & Stimac, J.L. 1988.** Model of arthropod predation on velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in soybeans. Environmental Entomology, 17: 983-987.
- Rocha, L. & L.R. Redaelli. 2004.** Functional response of *Cosmoclopius nigroannulatus* (Hem.: Reduviidae) to different densities of *Spartocera dentiventris* (Hem.: Coreidae) nymphae. Brazilian Journal of Biology, 64: 309-316.
- Rogers, D. 1972.** Random search and insect population models. Journal of Animal Ecology, 41: 369-383.
- Rutledge, C.E. & R.J. O'Neil. 2005.** *Orius insidiosus* (Say) as a predator of the soybean aphid *Aphis glycines* Matsumura. Biological Control, 33: 56-64.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & R.N.C. Guedes. 1997.** Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) reared for successive generations on a meridic diet. Journal of Applied Entomology, 121: 327-330.
- Saini, E., G. Quintana, M. Grondona & L. Alvarado. 1997.** Respuesta funcional de *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae) a la densidad de larvas de *Anticarsia gemmatilis* larvae (Lepidoptera: Noctuidae). Revista de la Sociedad Entomologica de Argentina, 56: 91-95.
- Skirvin, D.J. & J.S. Fenlon. 2001.** Plant species modifies the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): implications for biological control. Bulletin of Entomological Research, 91: 61-67.
- Thompson, S.N. 1999.** Nutritional and culture of entomophagous insects. Annual Review of Entomology, 44: 561-592.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & M.C. Oliveira. 1997.** Mating frequency and its effects on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Universiteit Gent, 62(2b): 491-498.

- Wiedenmann, R. & R.J. O'Neil. 1992.** Searching strategy of the predator *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). Environmental Entomology, 21: 1-9.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, C.S. Sartório & J.E.M. Leite. 1992.** Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 21: 245-251.
- Zanuncio J.C., M.C. Lacerda, J.S. Zanuncio Junior, T.V. Zanuncio, A.M.C. Silva & M.C. Espindula. 2004.** Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. Annals of Applied Biology, 144: 357-361.

Tabela 1. Análise de variância com decomposição da densidade de presa *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em polinômios ortogonais e do efeito da presa fornecida previamente ao predador sobre o número de lagartas predadas durante a fase adulta, predação diária e eficiência de busca de fêmeas do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

Fonte de variação	GL	Lagartas		Taxa de predação		Eficiência de	
		predadas		diária		busca	
		F	P-Value	F	P-Value	F	P-Value
Presa	1	1,30	0,27	7,01	0,01	5,54	0,03
Densidade	3	1,84	0,17	21,43	<0,01	16,99	<0,01
Linear	1	1,23	0,28	50,83	<0,01	49,07	<0,01
Quadrática	1	4,29	0,05	11,70	<0,01	0,06	>0,05
Cúbica	1	0,13	>0,05	1,76	0,20	1,85	0,19
Presa x Densidade	3	0,07	>0,05	0,80	>0,05	0,57	>0,05
Peso Linear	1	0,37	0,18	1,37	0,25	0,58	>0,05
Resíduo	23						
CV (%)		51,87		26,45		22,86	

Tabela 2. Análise de regressão linear do número de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) predadas por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentada por uma geração com a presa alternativa ou por uma, duas ou três gerações com a natural. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

Presa	Coefficiente	Estimativa	Desvio	t	P-Value
<i>Tenebrio molitor</i>	Constante	0,7113			
	Linear	-0,0141	0,9627	-0,04	0,49
	Quadrático	0,1615	0,2815	3,86	0,29
	Cúbico	-0,1809	0,2332	-3,18	0,23
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Constante	0,5646			
	Linear	0,1094	1,1180	0,10	0,46
	Quadrático	0,2233	0,3269	0,68	0,25
	Cúbico	-0,0276	0,0271	-1,02	0,16

Tabela 3. Parâmetros estimados pela “equação disco” de Holling, indicando a resposta funcional do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre lagartas de terceiro ou quarto estádios de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

Presa	Tipo	a (por h)	b ¹ *	T _h (h)*	r ²
<i>Tenebrio molitor</i>	II	$0,070 \pm 0,025$	-	$4,48 \pm 1,07$	0,65
<i>Anticarsia gemmatalis</i> (1 ^a)	III	-	$0,064 \pm 0,028$	$4,99 \pm 0,47$	0,70

¹ no modelo de resposta funcional tipo III, a taxa de ataque (a) aumenta em função da densidade da presa ($a = bN$). Onde: b= constante, N= densidade da presa.

*Parâmetros diferentes de zero pelo teste “t”, ao nível de 5% de probabilidade.

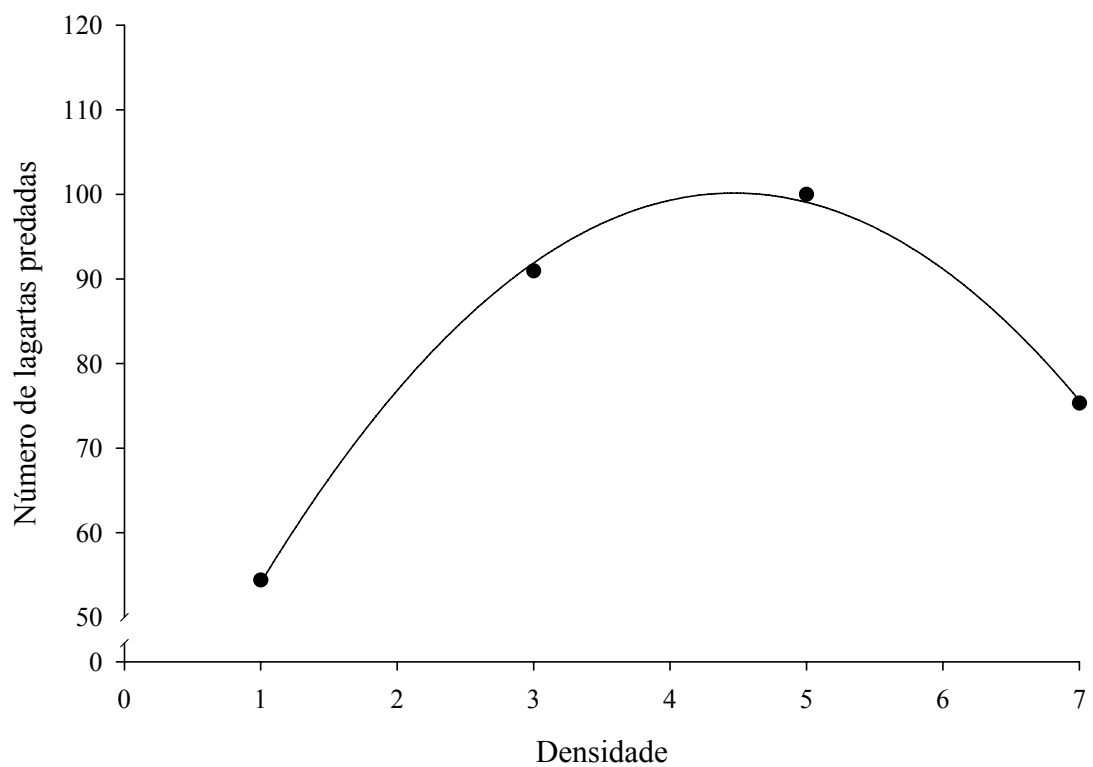


Figura 1. Número de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) predadas, durante a fase adulta, por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 23,68 + 34,22 \cdot x - 3,83 \cdot x^2$; $R^2 = 0,99$; $F = 306,2$; $Gl = 2$; $p = 0,04$). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

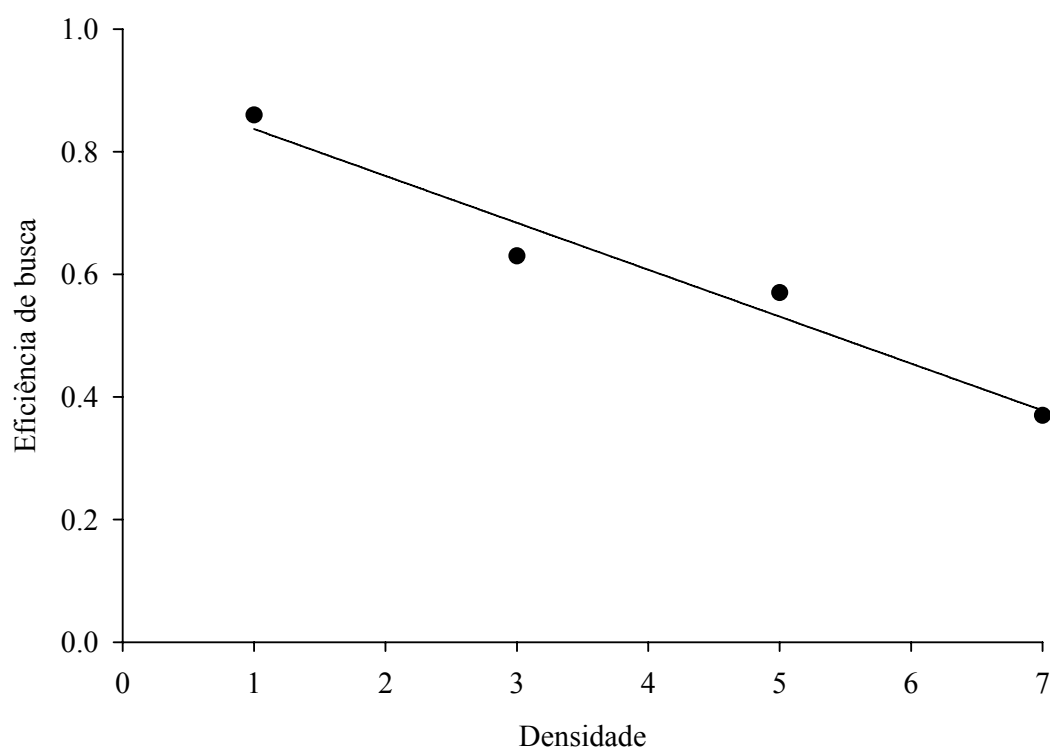


Figura 2. Eficiência de busca de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 0,91 - 0,08 \cdot x$; $r^2 = 0,96$; $F = 46,54$; $Gl = 1$; $p = 0,02$). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

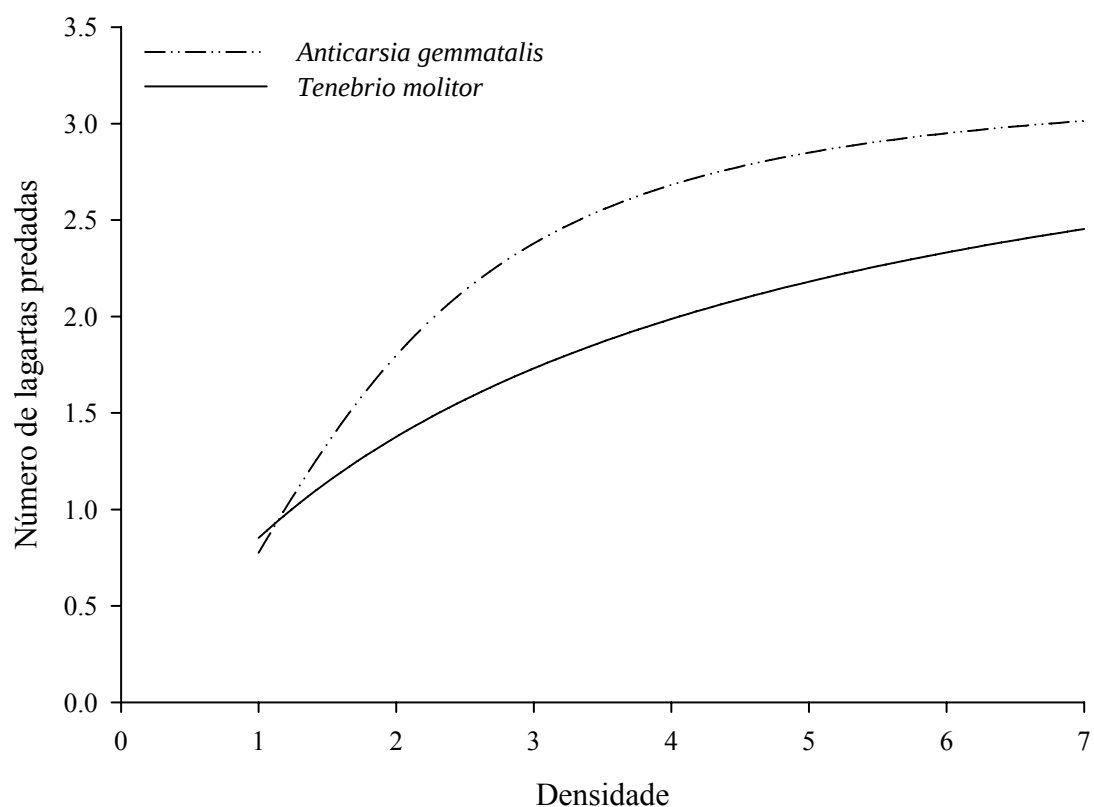


Figura 3. Curvas de resposta funcional de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) a *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de soja cultivadas em casa de vegetação. Modelo ajustado pela “equação disco” de Holling para resposta funcional do tipo II (*Tenebrio molitor*) e tipo III (*Anticarsia gemmatalis*). Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

Consequências da alimentação com presa alternativa na reprodução de descendentes de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) predando *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)

RESUMO- *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é um predador de pragas agrícolas e florestais e, por isto, sua produção massal tem sido feita com presas alternativas. O efeito da dieta ninfal e da disponibilidade da presa *A. gemmatalis* foi avaliado nas características biológicas desse predador. Fêmeas de *P. nigrispinus* foram criadas em laboratório com pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) ou com lagartas de terceiro e quarto estádios de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Os parâmetros reprodutivos de descendentes de *P. nigrispinus*, alimentado com a lagarta da soja, foram avaliados em casa de vegetação. Cada fêmea de *P. nigrispinus* foi acondicionada em sacos de organza envolvendo uma planta de soja com uma, três, cinco ou sete lagartas de *A. gemmatalis* de terceiro ou quarto estádios, diariamente. O condicionamento alimentar não afetou os parâmetros reprodutivos de *P. nigrispinus*. Além disso, a lagarta da soja mostrou ser uma presa adequada para esse predador, com pico de 570 ovos por fêmea de *P. nigrispinus* recebendo quatro lagartas de *A. gemmatalis* diariamente. Isto indica que esse predador necessita de, pelo menos, quatro lagartas diariamente para manter sua capacidade reprodutiva. Por outro lado, *P. nigrispinus* apresentou maior longevidade com uma lagarta diária de *A. gemmatalis*. Isto mostra que esse predador pode se manter por longos períodos com baixa disponibilidade de presas e aumentar sua capacidade reprodutiva com maior disponibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, criação massal, lagarta da soja, controle biológico.

Introdução

O desenvolvimento de tecnologias de produção de agentes de controle biológico viáveis para o manejo de pragas tem sido objetivo de estudos (Cohen *et al.*, 1999) e a criação massiva desses agentes constitui um dos fundamentos básicos para programas eficientes de controle biológico, por permitir a criação de organismos benéficos para liberação no campo (Zanuncio *et al.*, 2002).

Espécies do gênero *Podisus* são predadores generalistas com grande variedade de presas. Por isto, esses inimigos naturais têm sido criados com presas alternativas como *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) (Lacerda *et al.*, 2004; Nascimento *et al.*, 1997), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) (Lacerda *et al.*, 2004; Zanuncio *et al.*, 2001) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) com desenvolvimento semelhante aos criados com presas naturais (Oliveira *et al.*, 2004).

Podisus nigrispinus (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é um predador neotropical comumente associado aos plantios de soja (De Nardo *et al.*, 2001) e com potencial para ser utilizado no controle de pragas, como *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão (Santos *et al.*, 1995) e *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) em eucalipto, além de outros lepidópteros desfolhadores (Zanuncio *et al.*, 1991).

Predadores generalistas devem apresentar maior eficiência para encontrar e subjugar a presa natural quando teve contatos prévios com esta, o que pode afetar sua eficiência de predação (Henaut *et al.*, 2000; Ferran *et al.*, 1997). No entanto, estudos do potencial reprodutivo de descendentes de predadores criados com presas alternativas sobre as pragas alvo são escassos, o que pode limitar seu sucesso no controle de pragas. O objetivo foi avaliar o efeito da presa fornecida durante a fase ninfal de *P. nigrispinus*

sobre as características biológicas desse predador com diferentes densidades da presa natural *A. gemmatalis*.

Material e Métodos

Criação do predador

Cem ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram obtidas da criação do laboratório de Controle Biológico de Insetos do BIOAGRO da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, sendo alimentadas com pupas da presa alternativa (*T. molitor*) em grupos de 10 ninfas por placa de Petri (9,0 x 1,5 cm). As fêmeas de *P. nigrispinus* obtidas foram acasaladas quatro dias após a emergência (Zanuncio *et al.*, 1992) e as posturas coletadas diariamente. Trezentas e sessenta ninfas foram selecionadas, sendo 180 alimentadas, durante sua fase ninfal, com lagartas de terceiro ou quarto estádios (1,0 a 1,5 cm) de *A. gemmatalis* (*A. gemmatalis*) e as outras 180 com pupas da presa alternativa *T. molitor* (*T. molitor*). As fêmeas originadas dessas ninfas foram utilizadas na montagem do experimento.

Obtenção da presa natural e seu alimento

Lagartas de *A. gemmatalis* foram obtidas da criação massal do laboratório de Controle Biológico de Insetos do BIOAGRO da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil e acondicionadas em potes plásticos de 1100 ml com tampa cortada e fechada com organza para aumentar a aeração e alimentada com dieta artificial à temperatura de $25 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas em câmaras climatizadas. A dieta artificial modificada consistiu de 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de agar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 ml de formol (40%) e 10 g de solução vitamínica (Greene *et al.* 1976).

Os adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (30 x 30 x 30 cm) com as laterais teladas e com tampa de vidro, recebendo solução nutritiva, composta por 10,5 g de mel, 350 ml de cerveja, 60 g de sacarose, 1,05 g de nipagin e 1,05 g de ácido ascórbico diluídos em 1050 ml de água destilada, embebida em algodão. As posturas desse lepidóptero foram coletadas em folhas de papel branco, recortados ao redor das mesmas e colocados nos potes de criação com a dieta artificial até a fase de pupa, quando foram transferidas para as gaiolas de criação de adultos.

Plantio da soja

A soja foi cultivada em área experimental da Universidade Federal de Viçosa em plantios escalonados a cada 20 dias, o que permitiu obterem-se, continuamente, plantas entre os estágios vegetativos finais (V3 a V5). Essas plantas foram cultivadas em vasos plásticos (cinco litros), com uma mistura de três partes de solo argiloso e uma de esterco bovino e adubado com formulação 4-14-8 no plantio e a cada 20 dias. As plantas foram tutoradas com bambu para evitar acamamento. O controle de pragas foi mecânico, sem agrotóxicos que poderiam interferir nos resultados.

Montagem do experimento

Cada fêmea de *P. nigrispinus* foi acondicionada em um saco de organza (70 x 40 cm) envolvendo uma planta de soja UFV 16 em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Lagartas de *A. gemmatalis* de terceiro e/ou quarto estádios (1,0 a 1,5 cm de comprimento) foram fornecidas como presa, na densidade de uma, três, cinco ou sete lagartas por fêmea de *P. nigrispinus*, descendentes das criações com as presas *T. molitor* ou *A. gemmatalis* no laboratório. Cada densidade teve quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma fêmea desse predador.

As fêmeas de *P. nigrispinus* foram acasaladas quatro dias após a emergência durante 24 horas e os machos retirados, após uma cópula, por ser esta suficiente para promover eficiência reprodutiva máxima desse predador (Torres et al., 1997).

Análise dos dados

Os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, a longevidade de fêmeas, o número de ovos e de ninfas por fêmea, o de posturas e de ovos por postura, o intervalo entre posturas e a taxa de oviposição diária (número de ovos totais dividido pelo período de oviposição) foram avaliados. Os dados foram submetidos à análise de variância com decomposição da densidade da presa *A. gemmatalis* em polinômios ortogonais, sendo o efeito do tipo de presa fornecida anteriormente comparado pelo teste de F e a densidade de presas por regressão linear, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, em delineamento inteiramente casualizado. As análises foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas da Universidade Federal de Viçosa (SAEG).

Resultados

O condicionamento alimentar durante a fase ninfal (*T. molitor* e *A. gemmatalis*) e a densidade de presa natural *A. gemmatalis* oferecida não mostraram interação para as características avaliadas (Tabela 1). Por isto, os resultados foram apresentados e discutidos em função dos efeitos simples (presa fornecida durante a fase ninfal e densidade da presa *A. gemmatalis*).

O número de ovos, o período de oviposição e a longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus* não foram afetados pelo tipo de presa (Tabela 1). O número médio de ovos foi de 461,7 e 474,6 para fêmeas, que receberam durante sua fase ninfal a presa

alternativa *T. molitor* e a natural *A. gemmatalis*, respectivamente, independentemente da densidade de presa (Tabela 2).

O número total de ovos por fêmea desse predador descendente de ninfas criadas com a presa alternativa *T. molitor* ou com *A. gemmatalis* mostrou produção máxima de 570 ovos com, em torno, de quatro lagartas por planta diariamente e com valores decrescendo a partir desta densidade (Figura 1).

A taxa diária de oviposição de *P. nigrispinus* aumentou com a densidade de presas até sete lagartas diárias por fêmea desse predador, com valores crescentes de sete a 20 ovos por dia entre as densidades de uma a sete lagartas diariamente (Figura 2). A fecundidade desse predador não foi afetada pela densidade da presa *A. gemmatalis*, com o número semelhante de ninfas em diferentes densidades de presa ($F= 3,58$, $GL= 2$, $p= 0,35$).

A longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus* foi maior para aquelas que receberam uma lagarta de *A. gemmatalis* diariamente (61 dias) e decrescendo com o aumento da disponibilidade dessa presa até sete lagartas diariamente (26 dias) (Figura 3). O período de oviposição, também, decresceu linearmente com a densidade de presas, com maior período para fêmeas de *P. nigrispinus* com, apenas, uma lagarta de *A. gemmatalis* (48 dias) e menor para aquelas com sete lagartas diariamente (21 dias) (Figura 4).

O tipo de presa não afetou o intervalo entre posturas dos descendentes de *P. nigrispinus* ($F= 0,30$; $Gl= 3$, $p> 0,05$), mantendo-se constante com o aumento da densidade da presa natural *A. gemmatalis* (Figura 5).

Discussão

A capacidade de *P. nigrispinus* se alimentar da presa natural *A. gemmatalis* e manter sua capacidade reprodutiva e fecundidade, mesmo criado com pupas da presa alternativa *T. molitor*, indica que esse predador consegue adaptar-se a diferentes presas, o que é uma característica importante para aqueles generalistas e suprimir surtos de pragas.

O maior número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* com a lagarta da soja *A. gemmatalis* que aquele relatado para esse predador com a presa alternativa *T. molitor* (Zanuncio *et al.*, 2001), *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Oliveira *et al.*, 2002) e semelhante com lagartas de quarto estágio de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Oliveira *et al.*, 2004) mostra ser esta uma presa adequada para esse predador. No entanto, o menor número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* que aquele relatado para esse predador com lagartas de quinto estágio (243,3 mg) de *A. argillacea* (Medeiros *et al.*, 2003) pode ser devido ao tamanho da presa oferecida, pois as lagartas de *A. gemmatalis* fornecidas ao predador estavam no terceiro ou quarto estádios (50 mg). Os predadores tendem a diminuir o tempo de manipulação sobre presas menores, aumentando a produção de enzimas para a digestão extra-oral (Cohen, 1995), maior gasto de energia para encontrar a presa e diminuindo a alocação de energia para a reprodução. Por outro lado, a maior produção de ovos por fêmea, com três e cinco lagartas diárias, mostra que houve maior quantidade de nutrientes disponíveis para o predador entre essas densidades, fazendo com que fêmeas de *P. nigrispinus* produzam maior quantidade de ovos.

A maior taxa de oviposição diária de fêmeas de *P. nigrispinus* predando lagartas de *A. gemmatalis* que de *A. argillacea* (Oliveira *et al.*, 2002) mostra que esse predador deve apresentar crescimento populacional alimentando-se de *A. gemmatalis*

podendo evitar que a população dessa praga atinja o nível de dano econômico. Além disso, a criação massal com presa alternativa é viável para a produção de *P. nigrispinus* visando liberações inoculativas desse predador em plantios de soja. De forma semelhante, *S. frugiperda* foi uma presa adequada para o desenvolvimento de *P. nigrispinus* e podendo ser utilizada para a criação desse predador (Oliveira *et al.*, 2004). Isto indica que *P. nigrispinus* seja mais bem adaptado às presas Lepidoptera e que apresente potencial como agente de controle biológico dessas pragas.

A relação linear negativa do período de oviposição e da longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus* com a densidade de lagartas de *A. gemmatalis* mostra que esse predador pode ter acumulado mais, rapidamente, a quantidade de nutrientes necessários ao processo de maturação dos ovos e estímulo da oviposição devido à maior disponibilidade de presa. A qualidade nutricional das presas pode afetar o desenvolvimento e a reprodução de Asopíneos predadores (Beserra *et al.*, 1996), com maior peso de adultos de *P. nigrispinus* obtidos com as presas *T. molitor* ou *Zophobas confusa* Gebien (Coleoptera: Tenebrionidae) que com *M. domestica*. Isto sugere que as duas primeiras apresentem maior quantidade de nutrientes (Zanuncio *et al.*, 2005). No entanto, a menor longevidade com o aumento da densidade de presas pode ser devido à troca na alocação de recursos energéticos entre diferentes processos fisiológicos, como a reprodução e a sobrevivência, fazendo com que o predador reduza a longevidade e se reproduza mais e com maior frequência e com maior disponibilidade de presa (Sibly & Calow, 1986).

Predadores generalistas como *P. nigrispinus* conseguem se reproduzir com diferentes tipos de presas, como *T. molitor*, *B. mori*, *A. argillacea*, *A. gemmatalis* e *S. frugiperda* (Lacerda *et al.*, 2004; Nascimento *et al.*, 1997, Oliveira *et al.*, 2004, 2002; Zanuncio *et al.*, 2001). Assim, as características reprodutivas dos descendentes desse

predador não devem ser afetadas pelo tipo de presa recebida durante a fase imatura. Isto mostra que o predador *P. nigrispinus*, criado com a presa alternativa *T. molitor*, consegue se adaptar à presa natural *A. gemmatalis* e se reproduzir, o que pode possibilitar seu estabelecimento em plantios de soja. Além disso, a maior disponibilidade de presas aumentou a reprodução desse predador e isto, possivelmente, deverá aumentar sua população até a estabilidade da mesma. Assim, a criação de percevejos predadores com a presa alternativa *T. molitor* pode ser viável para a criação massal e utilização de percevejos predadores no controle biológico de *A. gemmatalis* e de outras pragas através de liberações inoculativas. Além disso, *P. nigrispinus* pode estabelecer de suas populações em campo alimentando-se de *A. gemmatalis*. Isto mostra que esse predador é adequado para manter em equilíbrio populações dessa praga e evitar que atinja nível de dano econômico.

Agradecimentos

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

Referências Bibliográficas

- Beserra, E.B., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & E. Menin. 1996.** Efeito de *Zophobas confusa* Geb. e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) na nutrição quantitativa de *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 25: 389-394.
- Cohen, A.C. 1995.** Extra-oral digestion in predaceous terrestrial Arthropoda. Annual Review of Entomology, 40: 85-103.
- Cohen, A.C., D.A. Nordlund & R.A. Smith. 1999.** Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? Biocontrol News and Information, 20: 85N-90N.

- De Nardo, E.A.B., A.H.N. Maia & M.A. Watanabe. 2001.** Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using the fertility life table parameters. *Environmental Entomology*, 30: 1164-1173.
- Ferran, A., J. Gambier, S. Parent, K. Legendre, R. Tourniere & L. Giuge. 1997.** The effect of rearing the ladybird *Harmonia axyridis* on *Ephestia kuehniella* eggs on response of its larvae to aphid tracks. *Journal of Insect Behaviour*, 10: 129-144.
- Greene, G.L., N.C. Leppla & W.A. Dickerson. 1976.** Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Journal of Economic Entomology*, 69: 487-488.
- Henaut, Y., C. Alauzet, A. Ferran & T. Williams. 2000.** Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Journal of Economic Entomology*, 93: 252-255.
- Lacerda, M.C., A.M.R.M. Ferreira, T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio, A.S. Bernardino & M.C. Espindula. 2004.** Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Brazilian Journal of Biology*, 64: 237-242.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, J.E. Serrão & J.C. Zanuncio. 2003.** Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larva *Alabama argillacea*. *BioControl*, 48: 695-704.
- Nascimento, E.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & T.V. Zanuncio. 1997.** Desenvolvimento de *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Heteroptera: Pentatomidae) em *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 57: 195-201.
- Oliveira, H.N., D. Pratissoli, E.P. Pedruzzi & M.C. Espindula. 2004.** Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 947-951.
- Oliveira, J.E.M., J.B. Torres, A.F. Carrano-Moreira & F.S. Ramalho. 2002.** Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 7-14.
- Sibly, R.M. & Calow, P. 1986.** Physiological ecology of animals: an evolutionary approach. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 179p.

- Santos, T.M. & A.L. Boiça Jr. 2002.** Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. *Scientia Agricola*, 59: 671-675.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1995.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30: 163-167.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & M.C. Oliveira. 1997.** Mating frequency and its effects on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, University of Gent* 62: 491-498.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, G.P. Santos, R.C. Sartório & F.A. Araújo. 1991.** Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 20: 243-249.
- Zanuncio, J.C., A.J. Molina-Rugama, J.E. Serrão & D. Pratissoli. 2001.** Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Biocontrol Science and Technology*, 11: 331-337.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, H.N. Oliveira & T.V. Zanuncio. 2002.** Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios, p. 495-509. IN: J.R. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira and J.M.S. Bento, *Controle Biológico no Brasil*. Editora Manole, São Paulo, Brasil, 635p.
- Zanuncio, J.C., E.B. Beserra, A.J. Molina-Rugama, T.V. Zanuncio, T.B.M. Pinon & V.P. Maffia. 2005.** Reproduction and longevity of *Supputius cincticeps* (Het.: Pentatomidae) fed with larvae of *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae) of *Musca domestica* (Dip.: Muscidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48: 771-777.

Tabela 1. Análise de variância com decomposição do efeito da densidade de presa fornecida durante a fase ninfal em polinômios ortogonais e da densidade de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) no número de ovos, período de oviposição e longevidade de fêmeas do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$

Fonte de variação	GL	Número de ovos		Longevidade		Período de oviposição	
		F	P	F	P	F	P
Presa (P)	1	0,22	>0,05	0,21	>0,050	0,31	>0,050
Densidade (D)	3	1,14	0,35	6,21	<0,001	4,13	0,018
Linear	1	0,36	>0,05	18,27	<0,001	12,17	0,002
Quadrática	1	3,03	0,09	0,24	>0,050	0,025	>0,050
Cúbica	1	0,20	>0,05	0,11	>0,050	0,188	>0,050
P x D	3	0,12	>0,05	1,06	0,38	1,02	0,402
Peso Linear	1	1,98	0,17	0,23	>0,050	1,00	>0,050
Resíduo	23						
CV (%)		55,64		39,44		47,70	

Tabela 2. Efeito da presa sobre o número total de ovos por fêmea (NOF), a taxa de oviposição diária (TOvD), a longevidade e o período de oviposição (POv) de descendentes do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) predando *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de soja em casa de vegetação. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

Presa	NOF	TOvD	Longevidade	POv
<i>T. molitor</i>	$461,7 \pm 78,54a$	$14,8 \pm 1,50a$	$40,8 \pm 5,45a$	$32,9 \pm 4,90a$
<i>A. gemmatalis</i>	$474,6 \pm 44,72a$	$15,7 \pm 1,80a$	$42,9 \pm 5,16a$	$35,8 \pm 4,38a$
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F ($p>0,05$)				

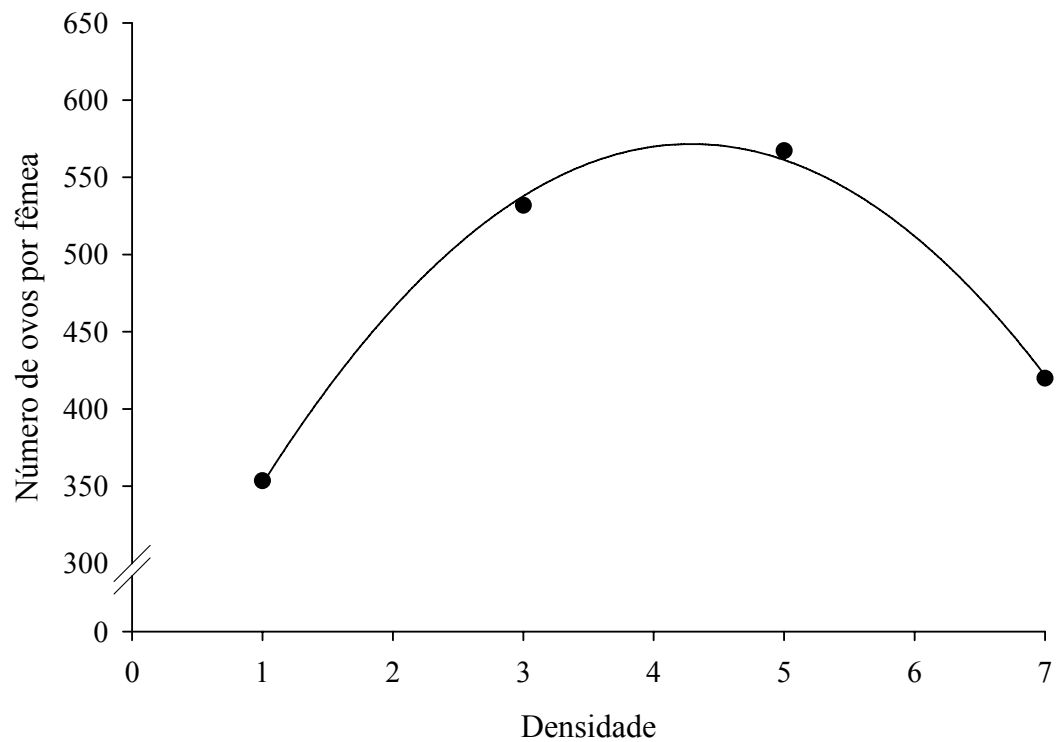


Figura 1. Número de ovos por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 197,3 + 174,6 \cdot x - 20,36 \cdot x^2$); $R^2 = 0,99$; $F = 185,3$; $Gl = 2$; $p = 0,05$). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

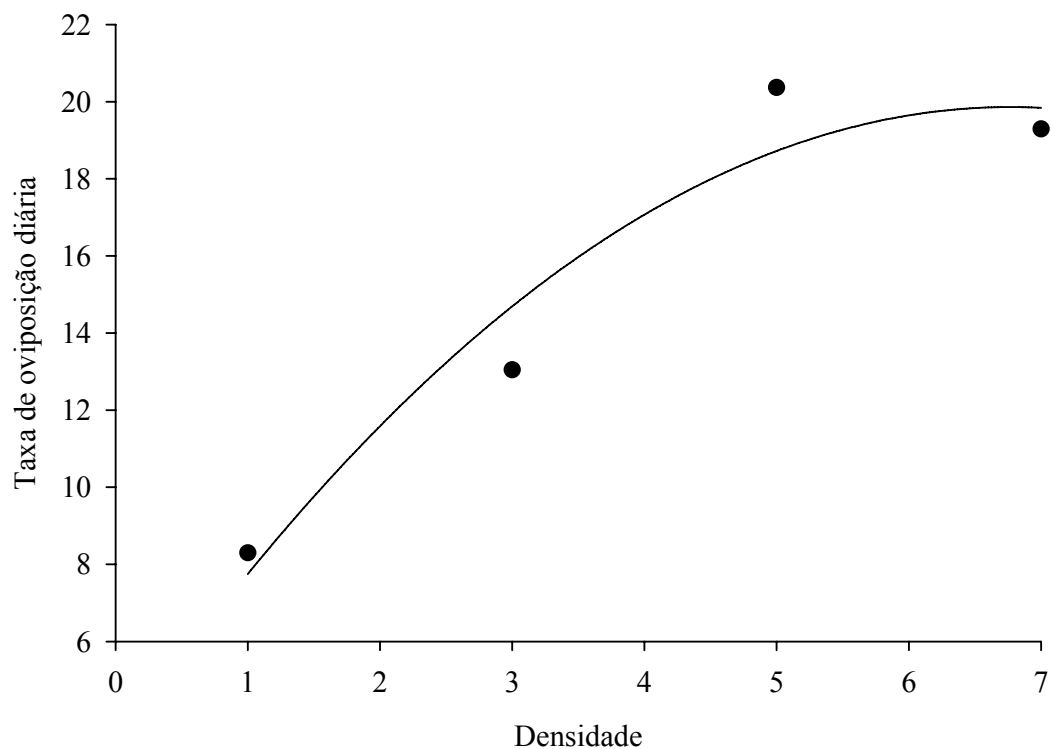


Figura 2. Número diário de ovos por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas de *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 21,2 \cdot (1 - \exp(-0,411 \cdot x))$; $R^2 = 0,90$; $F = 18,6$; $Gl = 1$; $p = 0,05$). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

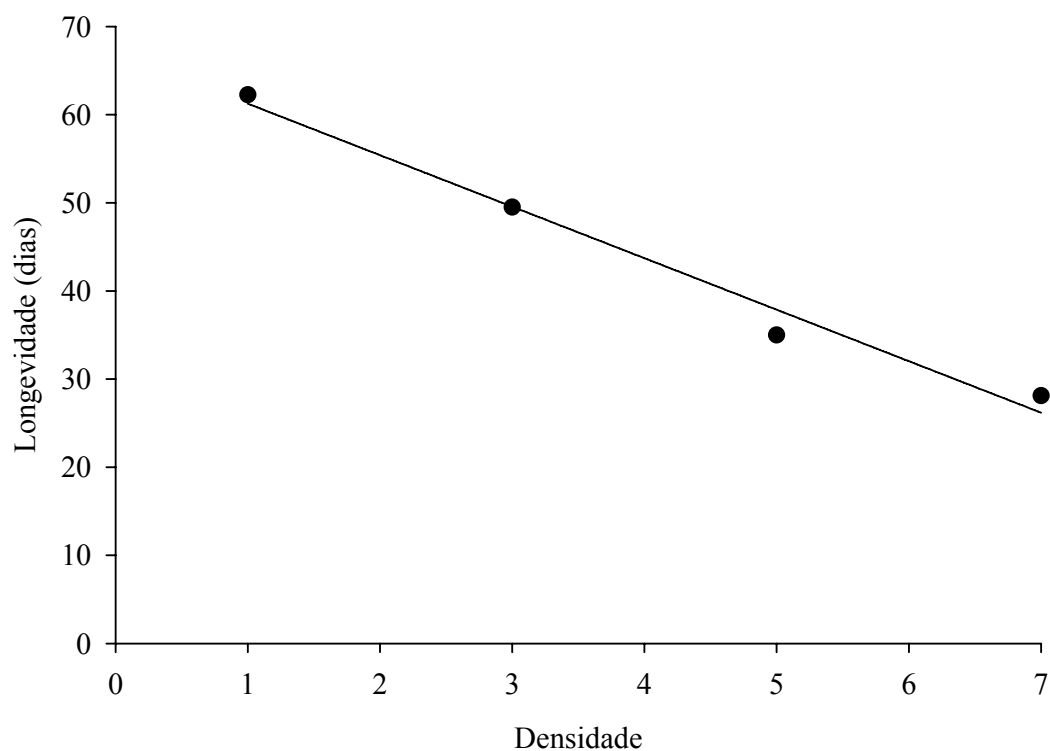


Figura 3. Longevidade de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 67,1 - 5,84 \cdot x$; $r^2 = 0,98$; $F = 104,9$; $Gl = 1$; $p = 0,01$). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

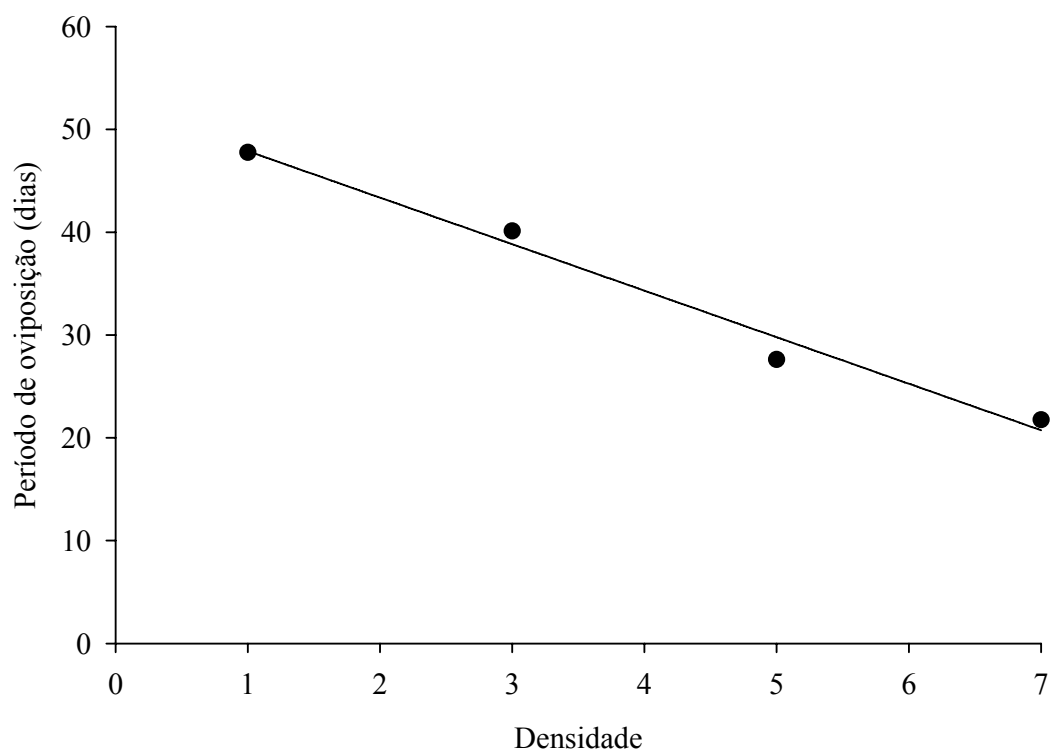


Figura 4. Período de oviposição de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 52,4 - 4,53 \cdot x$; $r^2 = 0,98$; $F = 111,0$; $Gl = 1$, $p = 0,01$). *Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

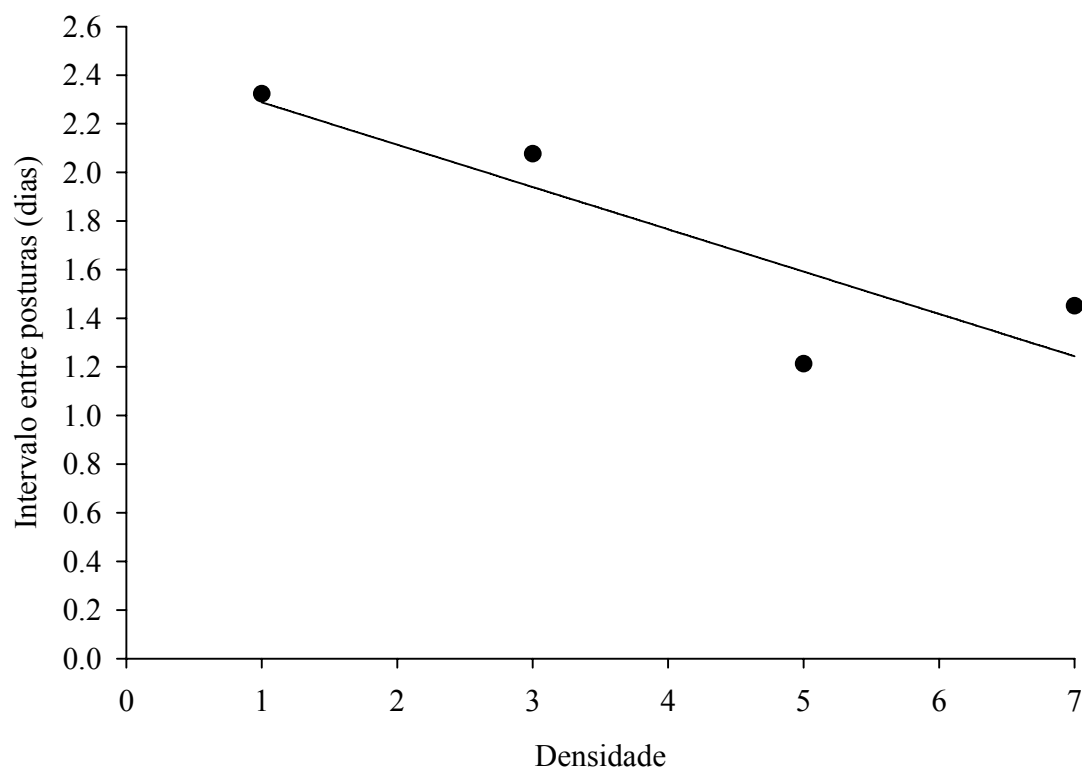


Figura 5. Intervalo entre posturas de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em relação à densidade de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta de soja, em casa de vegetação ($\hat{y} = 2,46^* - 0,174^{ns}x$; $r^2 = 0,75$; $F = 5,86$; $Gl = 1$, $p = 0,13$). *Significativo ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo. Temperatura de $29,1 \pm 3,7$ e umidade relativa de $62,0 \pm 13,85\%$.

Capacidade predatória e eficiência alimentar de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)

RESUMO – O predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é encontrado em sistemas agrícolas e florestais. A capacidade predatória sobre a lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), desenvolvimento e a sobrevivência de ninfas de *P. nigrispinus* foram avaliados. Ninfas desse predador foram alimentadas com lagartas de *A. gemmatalis* de segundo, terceiro, quarto ou quinto estádios, sendo avaliados o número de lagartas predadas, o consumo de presa, o ganho de peso e a conversão alimentar. Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* tiveram 24 e 68% de mortalidade com lagartas de segundo e terceiro estádios dessa presa, respectivamente. *Podisus nigrispinus* apresentou maior capacidade predatória sobre lagartas de segundo estágio (23 lagartas predadas), mas o ganho de peso foi maior para ninfas com lagartas de terceiro estágio de *A. gemmatalis*. O consumo de presa e a conversão alimentar de ninfas de *P. nigrispinus* foi semelhante para aquelas alimentadas com lagartas de estádios iniciais da lagarta da soja *A. gemmatalis*, com alta capacidade predatória sobre as mesmas, principalmente sobre lagartas de menor tamanho. Por isto, a fase ninfal desse predador é importante para o controle biológico de lagartas nos estádios iniciais e podem impedir o crescimento populacional de pragas como a lagarta da soja.

PALAVRAS-CHAVE: Predação, eficiência alimentar, consumo de presa, controle biológico.

Introdução

A lagarta desfolhadora *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas da cultura da soja e tem sido controlada, principalmente, com produtos químicos e *Baculovirus anticarsia* (De Nardo *et al.*, 2001). No entanto, o agroecossistema formado pela cultura da soja pode apresentar um complexo de predadores que atuam na regulação das populações dessa praga, evitando que atinjam o nível de dano econômico (McPherson *et al.*, 1982). Esse grupo inclui o predador generalista *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), o qual tem se destacado como um dos mais eficientes predadores associado aos plantios de soja no Brasil (Medeiros *et al.*, 1997).

Predadores generalistas, como *P. nigrispinus* estão incluídos, entre os inimigos naturais como a primeira linha de defesa de plantas contra fitófagos e podem prevenir a ocorrência de surtos (Whitcomb, 1981). O uso de predadores no controle biológico de pragas agrícolas e florestais baseia-se no fato desses insetos poderem utilizar outras presas não pragas (Symondson *et al.*, 2002) ou plantas como suplemento alimentar (Zanuncio *et al.*, 2004; Assis Jr. *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 1996/1997). Isto possibilita a esses inimigos naturais manterem-se no campo mesmo quando as pragas alvo estão em populações baixas (Coll & Guershon, 2002), além de aumentar sua sobrevivência e fecundidade, como relatado para *P. nigrispinus* com *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão (Lemos *et al.*, 2001).

A criação massal constitui um dos fundamentos básicos para a eficiência de programas de controle biológico aplicado, pois pressupõe a criação de organismos benéficos para liberação no campo (Zanuncio *et al.*, 2002). Os agentes de controle biológico produzidos devem ser viáveis para o manejo de pragas e sua produção comercial pode incrementar a utilização de métodos alternativos no controle de pragas (Cohen *et al.*,

1999). Por isto, têm-se estudado métodos de criação para diminuir os custos de produção de predadores, como dietas artificiais (Saavedra *et al.*, 1997, Zanuncio *et al.*, 1997) e presas alternativas, como *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) (Oliveira *et al.*, 1999a), *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) (Oliveira *et al.*, 1999b) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Jusselino Filho *et al.*, 2001), pelo alto custo da criação das presas naturais.

O predador *P. nigrispinus* tem sido criado em laboratório com a presa alternativa *T. molitor*, mas poucos estudos sobre sua capacidade predatória e desenvolvimento ninfal foram desenvolvidos com presas naturais como lagarta da soja *A. gemmatilis*. Esse trabalho visa avaliar o desenvolvimento ninfal, a capacidade predatória e a eficiência alimentar de ninfas de *P. nigrispinus* sobre a lagarta da soja *A. gemmatilis*.

Material e Métodos

Criação do predador

A criação de *P. nigrispinus* foi realizada no laboratório de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Esse predador foi criado com pupas de *T. molitor* em placas de Petri (15 x 1,5cm) em sala climatizada a 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas (Zanuncio *et al.*, 1992).

Obtenção da presa e seu alimento

Lagartas de *A. gemmatilis* foram obtidas da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do BIOAGRO da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, em potes plásticos de 1100 mL, com tampa furada e vedada com organza para aumentar a aeração e alimentadas com dieta artificial modificada (Greene *et al.* 1976) à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm$

5% e fotofase de 12 horas. A dieta artificial consistiu de 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de agar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B₁₂).

Os adultos de *A. gemmatalis* foram acondicionados em gaiolas de madeira (30 x 30 x 30 cm) com as laterais teladas e tampa de vidro, recebendo solução nutritiva embebida em algodão, composta por 10,5 g de mel, 350 mL de cerveja, 60 g de sacarose, 1,05 g de nipagin e 1,05 g de ácido ascórbico diluídos em 1050 mL de água destilada,. As posturas desse lepidóptero foram coletadas em folhas de papel branco dispostas no interior das gaiolas, as quais foram recortadas e colocadas nos potes de criação com a dieta artificial.

Montagem do Experimento

O experimento teve dois tratamentos com cinco repetições, sendo cada uma representada por um grupo de cinco ninfas de *P. nigrispinus* de segundo estágio por placa e alimentadas com a presa *A. gemmatalis*. Os tratamentos foram: T1- uma lagarta de segundo estágio ($4,9 \pm 1,88$ mg) por ninfa desse predador diariamente; T2- uma lagarta de terceiro estágio ($15,5 \pm 3,02$ mg) por ninfa diariamente. Essas lagartas foram pesadas antes de serem colocadas nas placas de Petri (15 x 1,5 cm) e, no dia seguinte, pesadas, novamente, para se avaliar o consumo e a eficiência alimentar das ninfas. Foi avaliado, também, o número de lagartas predadas. A cada mudança de estágio, as ninfas desse predador foram pesadas, individualmente, e ao atingirem o quinto estágio, individualizadas em placas de Petri (9 x 1,5 cm) por apresentarem menor comportamento gregário.

O desenvolvimento e a sobrevivência de cada estágio e da fase ninfal, além do número de lagartas predadas, o consumo de presa, o ganho de peso e a conversão alimentar por estágio e durante a fase ninfal foram avaliadas.

Análise dos dados

O número de lagartas predadas, consumo, ganho de peso, desenvolvimento, sobrevivência e conversão alimentar de *P. nigrispinus* foram avaliados com as fórmulas a seguir:

O consumo de *P. nigrispinus* foi avaliado com a fórmula: $C = PLF - PLR$; onde: C = consumo (mg) do conteúdo da lagarta, PLF = peso de lagartas antes de predadas, PLR = peso de lagartas não predadas e restos das predadas. O ganho de peso (GP), com a fórmula: $GP_i \text{ (mg)} = PN_{i+1} - PN_i$, onde: GP_i = ganho de peso do estágio i , PN_{i+1} = peso da ninfa no estágio posterior e PN_i = peso da ninfa de estágio i .

A conversão alimentar foi calculada por: $CA_i = C_i / GP_i$, onde CA_i é a conversão alimentar no estágio i e C_i é o consumo do estágio i .

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, adotando-se o nível de 5% de significância pelo teste de Tukey com o programa estatístico SAEG da Universidade Federal de Viçosa.

Resultados

Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* predaram apenas lagartas de segundo ou terceiro estádios de *A. gemmatilis*, não sendo capazes de matar e consumir lagartas de estádios finais dessa presa, pois todas morreram antes de atingir o terceiro estágio. A duração do quinto estágio e da fase ninfal de *P. nigrispinus* foi maior com lagartas de segundo estágio que com aquelas de terceiro, com duração semelhante para os segundo, terceiro e quarto estádios desse predador (Tabela 1).

A sobrevivência de ninfas de *P. nigrispinus* foi semelhante nos segundo e quarto estádios, mas nos terceiro e quinto e na fase ninfal foi maior com lagartas de segundo estádio que de terceiro (Tabela 1). No entanto, o tamanho da presa não afetou o peso das ninfas e de adultos recém emergidos de *P. nigrispinus* (Tabela 1).

A capacidade predatória de ninfas de *P. nigrispinus* foi maior sobre lagartas de segundo que de terceiro estádio de *A. gemmatalis*, com valores de 1,4 a 11,3 lagartas predadas dependendo do estádio do predador e da presa (Tabela 2). Ninfas de quarto estádio predaram quantidade semelhante de lagartas de terceiro ou quarto estádios (Tabela 2). Ninfas do quinto estádio tiveram maior consumo de presa, aqueles de segundo e terceiro tiveram menor consumo e ninfas de quarto estádio apresentaram consumo intermediário (Tabela 2). O consumo total foi semelhante entre tratamentos (Tabela 2). Ninfas de quinto estádio apresentaram de 53 a 62% do consumo total de presa. *Podisus nigrispinus* consumiu de 11 a 23 lagartas de *A. gemmatalis* de segundo e terceiro estádios, respectivamente, até a fase adulta, mas com quantidade semelhante de presa consumida (Tabela 2). Isto mostra que esse predador necessita de 130 a 153 mg de presa para alcançar a fase adulta, com aumento do ciclo até obter nutrientes em quantidade necessária ao seu desenvolvimento completo (Tabela 1).

O ganho de peso de ninfas de *P. nigrispinus* foi maior com lagartas de terceiro que de segundo estádio de *A. gemmatalis* e semelhante para ninfas de segundo estádio com essas presas (Tabela 2). No entanto, a conversão alimentar foi semelhante entre tratamentos, exceto para ninfas de segundo estádio que apresentaram menor conversão com lagartas de segundo que de terceiro estádio (Tabela 2), mas com maior aproveitamento de presas menores.

Discussão

Diferenças na duração, apenas, dos estádios iniciais do predador *P. nigrispinus* se deve a necessidade de menor quantidade de alimento para atingir a muda, o que foi confirmado pela maior duração dos estádios posteriores com lagartas menores de *A. gemmatalis*. Dois períodos de predação, nos estádios iniciais, são suficientes para completar a muda, mas as ninfas desse predador necessitam de maior quantidade de alimento para atingirem a muda a partir do quarto estágio (Oliveira *et al.*, 2002). Isto mostra que ninfas de quinto estágio de *P. nigrispinus* necessitam acumular reservas suficientes (81 mg de presa) para alcançarem a fase adulta, independente do estágio da presa. Por isto, podem prolongar seu ciclo de vida e, conseqüentemente, seu período de alimentação de acordo com a disponibilidade de alimento. Assim, devido a maior necessidade nutricional das ninfas de quinto estágio, estas predaram maior número de lagartas de *A. gemmatalis* de segundo que de terceiro estágio.

Podisus nigrispinus apresentou maior capacidade predatória sobre lagartas de segundo estágio de *A. gemmatalis* que sobre aquelas de quarto de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) (Boiça Jr. *et al.*, 2002). Isto pode ser devido ao menor tamanho da presa, pois o predador *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) apresentou maior taxa de ataque sobre lagartas menores de *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) (Mukerj & LeRoux, 1969). No entanto, a duração do desenvolvimento e a sobrevivência de ninfas de *P. distictictus* foram semelhantes aquelas ninfas *P. nigrispinus* com *A. argillacea*, mostrando que esse predador apresenta fácil adequação às diferentes presas. Além disso, *P. nigrispinus* apresentou alto consumo de presa, de forma semelhante a outros Asopíneos predadores (Beserra *et al.*, 1996), mostrando que esse predador apresenta grande

potencial para o controle biológico da lagarta da soja, pois maior taxa de consumo de presa pressupõe um desenvolvimento ninfal mais rápido (Silva *et al.*, 1997).

Ninfas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de *A. gemmatalis* apresentaram duração semelhante da fase ninfal comparada aquelas alimentadas com presas alternativas como *B. mori*, *M. domestica*, *T. molitor* ou a combinação destas (Lacerda *et al.*, 2004; Zanuncio *et al.*, 2001). Isto mostra que ninfas desse predador conseguem se adaptar às diferentes presas, embora sua sobrevivência possa ser afetada pela defesa das mesmas, confirmada pela menor sobrevivência desse predador com lagartas maiores. Predadores, como *P. nigrispinus*, são capazes de sobreviver com presas de menor qualidade como a lagarta do tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), ajustando sua performance de acordo com o tipo de presa disponível, independentemente das condições ambientais (Vivan *et al.*, 2003).

Predadores generalistas se alimentam de grande variedade de presas, mas a experiência adquirida durante a fase ninfal afeta o comportamento de adultos desses predadores como *Orius majusculus* (Reuter) (Heteroptera: Miridae) (Henaut *et al.*, 2000). Isto mostra a importância de se conhecer o comportamento alimentar sobre a praga alvo, pois predadores generalistas, como *P. nigrispinus*, podem aumentar sua eficiência após uma adaptação à presa, antes de sua liberação no campo (Oliveira *et al.*, 2004).

A maior capacidade predatória de ninfas de *P. nigrispinus* sobre os estádios iniciais da lagarta da soja *A. gemmatalis* mostra que esse predador deve apresentar maior eficiência no controle de lagartas de menor tamanho. No entanto, presas maiores, previamente, imobilizadas (como lagartas de quarto e quinto estádios do curuquerê do algodoeiro) proporcionaram aos predadores capacidade máxima de consumo induzindo a saciação (Silva *et al.*, 1997). Presas maiores proporcionam maior

disponibilidade nutricional aos predadores, mas lagartas menores de *S. Frugiperda* foram mais atacadas que lagartas de médio e grande porte, por reduzirem o risco de injúrias ao predador (Cogni *et al.*, 2002). Por outro lado, uma população saciada por grande disponibilidade de alimento (lagartas maiores) terá melhores chances de sobreviver e se reproduzir (Garcia, 1991), o que aumentaria sua eficiência no controle de pragas.

Predadores preferem presas de menor tamanho que o seu, por estas mais susceptíveis ao ataque (Cogni *et al.*, 2002). Ninfas de predadores generalistas, como *P. nigrispinus*, podem ser importantes para o controle biológico de lagartas de *A. gemmatilis* nos estádios iniciais, por apresentarem maior capacidade predatória sobre lagartas pequenas e, assim, poderia impedir o crescimento populacional dessa praga na cultura da soja. Isto aumentaria a importância de *P. nigrispinus* no controle de pragas, atuando em nível local e atacando a praga na fase que ainda não causem danos à cultura. Isto é importante, pois mostra a parte do ciclo de vida da praga que seria mais, eficientemente, suprimida no campo por este predador.

Agradecimentos

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

Referências Bibliográficas

- Assis Jr., S.L., T.V. Zanuncio, G.P. Santos & J.C. Zanuncio. 1998.** Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 245-253.
- Beserra, E.B., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & E. Menin. 1996.** Efeito de *Zophobas confusa* Geb. e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) na nutrição

quantitativa de *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 25: 389-394.

Boiça Júnior, A.L., T.M. Santos & J.J. Soares. 2002. Influência de genótipos de algodoeiro sobre o desenvolvimento e capacidade predatória de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). Arquivos do Instituto Biológico, 69: 73-80.

Cogni, R., A.V.L. Freitas & F. Amaral Filho. 2002. Influence of prey size on predation success by *Zelus longipes* L. (Het. Reduviidae). Journal of Applied Entomology, 126: 74-78.

Cohen, A.C., D.A. Nordlund & R.A. Smith. 1999. Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural? Biocontrol News and Information, 20: 85-90.

Coll, M. & M. Guershon. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: Mixing plant and prey diets. Annual Review of Entomology, 47: 267-297.

De Nardo, E.A.B.; A.H.N. Maia, M.A. Watanabe. 2001. Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using the fertility life table parameters. Environmental Entomology, 30: 1164-1173.

Garcia, M.A. 1991. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres, p. 289-311. In: A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas, São Paulo, E. Manole.

Greene, G.L., N.C. Leppla & W.A. Dickerson. 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. Journal of Economic Entomology, 69: 487-488.

Henaut, Y., C. Alauzet, A. Ferran & T. Williams. 2000. Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). Journal of Economic Entomology, 93: 252-255.

Jusselino Filho, P., J.C. Zanuncio, R.N. Guedes & D.B. Fragoso. 2001. Desarrollo y reproducción del depredador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Colombiana de Entomologia, 27: 45-48.

- Lacerda, M.C., A.M.R.M. Ferreira, T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio, A.S. Bernardino & M.C. Espindula. 2004.** Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). Brazilian Journal of Biology, 64: 237-242.
- Lemos, W.P., R.S. Medeiros, F.S. Ramalho & J.C. Zanuncio. 2001.** Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). International Journal of Pest Management, 47: 89-93.
- McPherson, R.M., J.C. Smith & W.A. Allen. 1982.** Incidence of arthropod predators in different soybean cropping system. Environmental Entomology, 11: 685-689.
- Medeiros, M.A., F.V.G. Schimidt, M.S. Loíacono, V.F. Carvalho & M. Borges. 1997.** Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26: 397-401.
- Moreira, L.A.; Zanuncio, J.C.; Picanço, M.C.; Guedes, R.N.C. 1996/1997.** Effect of *Eucalyptus* feeding in the development, survival and reproduction of *Tynacantha marginata* (Heteroptera: Pentatomidae). Revista de Biologia Tropical, 44/45: 253-257.
- Mukerj, M.K. & E.J. LeRoux. 1969.** The effect of predator age on the functional response of *Podisus maculiventris* to the prey size of *Galleria mellonella*. Canadian Entomologist, 101: 314-327.
- Oliveira, H.N., J.C. Zanuncio, M.F. Sossai & D. Pratissoli. 1999a.** Body weight of *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Brenesia, 51: 77-83.
- Oliveira, H.N.; J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1999b.** Nutrición de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado en larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) o *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). AgroCiência, 15:71-74.
- Oliveira, J.E.M., J.B. Torres, A.F. Carrano-Moreira & F.S. Ramalho. 2002.** Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37: 7-14.

- Oliveira, H.N., D. Pratissoli, E.P. Pedruzzi & M.C. Espindula. 2004.** Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39: 947-951.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & R.N.C. Guedes. 1997.** Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) reared for successive generations on a meridic diet. Journal of Applied Entomology, 121: 327-330.
- Silva, E.N., T.M. Santos & F.S. Ramalho. 1997.** Consumo alimentar e crescimento do predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentando-se de lagartas de curuquerê-do-algodoeiro. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 26: 349-357.
- Symondson, W.O., K.D. Suderland & M.H. Greenstone. 2002.** Can generalist predators be effective biocontrol agents? Annual Review of Entomology, 47: 561- 594.
- Vivan, L.M., J.B. Torres & A.F.S.L. Veiga. 2003.** Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus*, in relation to two different prey types and environmental conditions. BioControl, 48: 155-168.
- Whitcomb, W.H. 1981.** The use of predators in insect control, p.105-123. In: D. Pimentel, CRC handbook of pest management in agriculture, Boca Raton: CRC.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, C.S. Sartório & J.E.M. Leite. 1992.** Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 21: 245-251.
- Zanuncio, J.C., J.L.D. Saavedra, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1997.** Desarrollo y reproducción de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) en dieta artificial por dos generaciones. Revista de Biología Tropical, 44/45: 247-251.
- Zanuncio, J.C., A.J. Molina-Rugama, J.E. Serrão & D. Pratissoli. 2001.** Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. Biocontrol Science and Technology, 11: 331-337.

Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, H.N. Oliveira & T.V. Zanuncio. 2002. Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios, p. 495-509. IN: J.R. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento. Controle Biológico no Brasil, São Paulo, Manole.

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

Tabela 1. Duração, sobrevivência por estágio e da fase ninfal e peso de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentadas com lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Tratamento	Duração (dias)				
	2°	3°	4°	5°	Total
Lagarta 2°	$4,1 \pm 0,65\text{cA}$	$3,6 \pm 0,68\text{cA}$	$5,2 \pm 1,38\text{bA}$	$13,4 \pm 2,73\text{aA}$	$25,9 \pm 3,26\text{A}$
Lagarta 3°	$4,5 \pm 0,86\text{bcA}$	$3,8 \pm 1,30\text{cA}$	$5,0 \pm 1,07\text{bA}$	$7,3 \pm 0,50\text{aB}$	$18,0 \pm 1,41\text{B}$
Tratamento	Sobrevivência (%)				
	2°	3°	4°	5°	Total
Lagarta 2°	$88,0 \pm 33,2\text{aA}$	$95,5 \pm 21,3\text{aA}$	$85,7 \pm 35,9\text{aA}$	$94,4 \pm 23,6\text{aA}$	$68,0 \pm 47,6\text{A}$
Lagarta 3°	$88,0 \pm 33,2\text{aA}$	$72,7 \pm 45,6\text{aB}$	$87,5 \pm 34,2\text{aA}$	$42,9 \pm 51,4\text{bB}$	$24,0 \pm 43,6\text{B}$
Tratamento	Peso (mg)				
	3°	4°	5°	Fêmea	Macho
Lagarta 2°	$3,4 \pm 0,9\text{cA}$	$7,5 \pm 2,0\text{bA}$	$18,2 \pm 3,2\text{aA}$	$38,0 \pm 6,2\text{A}$	$35,1 \pm 6,0\text{A}$
Lagarta 3°	$3,1 \pm 1,6\text{cA}$	$8,5 \pm 3,0\text{bA}$	$18,7 \pm 4,0\text{aA}$	$51,0 \pm 6,1\text{B}$	$33,9 \pm 7,2\text{A}$

Média seguidas de mesma letra minúscula entre estádios e maiúscula entre tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Capacidade predatória e conversão alimentar (média $\pm$ DP) de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentadas com lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Tratamento	Número de lagartas predadas				
	2°	3°	4°	5°	Total
Lagarta 2°	$2,48 \pm 0,5\text{cA}$	$3,5 \pm 0,7\text{bcA}$	$5,8 \pm 2,2\text{bA}$	$11,3 \pm 1,9\text{aA}$	$23,0 \pm 3,9\text{A}$
Lagarta 3°	$1,36 \pm 0,7\text{cB}$	$1,8 \pm 0,5\text{bcB}$	$4,0 \pm 0,8\text{abA}$	$4,1 \pm 1,0\text{aB}$	$11,1 \pm 1,8\text{B}$
Tratamento	Consumo (mg)				
	2°	3°	4°	5°	Total
Lagarta 2°	$6,6 \pm 0,9\text{cA}$	$14,8 \pm 3,2\text{cA}$	$28,3 \pm 11,5\text{bA}$	$81,0 \pm 13,0\text{aA}$	$130,6 \pm 23,4\text{A}$
Lagarta 3°	$12,2 \pm 5,9\text{cB}$	$20,8 \pm 6,3\text{cA}$	$44,3 \pm 13,8\text{bA}$	$81,0 \pm 9,5\text{aA}$	$153,3 \pm 20,4\text{A}$
Tratamento	Ganho de peso (mg)				
	2°	3°	4°	5°	Total
Lagarta 2°	$2,8 \pm 0,6\text{cA}$	$3,5 \pm 0,5\text{cA}$	$9,5 \pm 1,6\text{bA}$	$18,0 \pm 4,3\text{aA}$	$33,8 \pm 3,5\text{A}$
Lagarta 3°	$3,0 \pm 0,4\text{cA}$	$4,9 \pm 0,8\text{cB}$	$10,9 \pm 1,1\text{bA}$	$28,5 \pm 7,7\text{aB}$	$47,1 \pm 8,9\text{B}$
Tratamento	Conversão alimentar				
	2°	3°	4°	5°	Total
Lagarta 2°	$2,4 \pm 0,7\text{bA}$	$4,4 \pm 1,2\text{abA}$	$3,0 \pm 1,3\text{abA}$	$4,7 \pm 1,5\text{aA}$	$3,9 \pm 0,7\text{A}$
Lagarta 3°	$5,4 \pm 2,7\text{aB}$	$4,2 \pm 0,8\text{aA}$	$4,0 \pm 1,0\text{aA}$	$3,1 \pm 1,4\text{aA}$	$3,3 \pm 0,8\text{A}$
Médias seguidas da mesma letra minúscula entre estádios e maiúscula entre tratamento não diferem entre si pelo teste Tukey e F, respectivamente, a 5% de probabilidade					

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O predador *P. nigrispinus* mostrou ser um agente promissor de controle biológico de *A. gemmatalis*, por ter apresentado alta taxa de ataque sobre essa presa. Criações massais com a presa alternativa *T. molitor* proporcionaram diferenças no comportamento desse predador, alterando sua resposta funcional sobre a lagarta da soja, com resposta do tipo II, para fêmeas descendentes da criação com a presa alternativa e tipo III com a presa natural, mostrando um efeito de aprendizado pelo predador. No entanto, essas diferenças não afetaram o número de lagartas predadas e a eficiência de busca de fêmeas de *P. nigrispinus*. Isto mostra que sua eficiência é maior com o aumento da densidade da presa, quando este já teve contato prévio com a mesma.

Podisus nigrispinus apresentou alta fecundidade sobre lagartas de *A. gemmatalis*, após ser criado com a presa alternativa *T. molitor* ou a presa natural, mostrando possuir grande capacidade de adaptação à presa disponível. Desta forma, a criação massiva com presa alternativa, para liberação no campo, visando o controle de pragas como a lagarta da soja *A. gemmatalis*, pode ser viável e diminuindo o custo de produção sem prejuízo da qualidade desse inimigo natural.

Ninfas de *P. nigrispinus* podem ser um componente importante no controle de pragas, por apresentarem alta capacidade predatória sobre lagartas de estádios iniciais de *A. gemmatalis*. Essas ninfas consumiram quantidade significativa de lagartas de *A. gemmatalis* durante seu desenvolvimento, mostrando serem capazes de subjugar e

matar essa presa. Adultos desse predador devem consumir presas de maior porte, por apresentarem maior quantidade de nutrientes, em uma situação de campo. Por isto, a interação entre as fases de desenvolvimento de *P. nigrispinus* pode potencializar sua ação contra as pragas, com ninfas nos estádios iniciais atacando lagartas menores e adultos e ninfas maiores predando lagartas maiores, o que aumentaria a eficiência desse inimigo natural no controle dessa praga.