

MARCUS ALVARENGA SOARES

**CAPACIDADE REPRODUTIVA DE *Podisus nigrispinus*
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE) COM DIFERENTES
FREQUÊNCIAS DE ACASALAMENTO E TROCA DE PARCEIROS EM
PLANTAS DE SOJA**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

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

T

S676c
2006

Soares, Marcus Alvarenga, 1981-

Capacidade reprodutiva de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera : Pentatomidae) com diferentes freqüências de acasalamento e troca de parceiros em plantas de soja / Marcus Alvarenga Soares. – Viçosa : UFV, 2006. xi, 102f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Soja - Doenças e pragas - Controle biológico. 2. Pragas - Controle biológico. 3. *Podisus nigrispinus* - Desenvolvimento. 4. *Podisus nigrispinus* - Reprodução. 5. *Podisus nigrispinus* - Morfologia. 6. Acasalamento de animais. 7. Percevejo (Inseto). I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 635.655996

MARCUS ALVARENGA SOARES

**CAPACIDADE REPRODUTIVA DE *Podisus nigrispinus*
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE) COM DIFERENTES
FREQUÊNCIAS DE ACASALAMENTO E TROCA DE PARCEIROS EM
PLANTAS DE SOJA**

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

Aprovada: 21 de setembro de 2006.

Prof. José Eduardo Serrão
(Co-orientador)

Prof. Germano Leão Demolin Leite
(Co-orientador)

Prof. Tocio Sedyama

Prof. Moacil Alves de Souza

Prof. José Cola Zanuncio
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, inteligência suprema, causa primeira de todas as coisas.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudo.

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

Aos co-orientadores, Carlos Siqueyuki Sedyama, José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio pela forma gentil com que me trataram e pelos aconselhamentos durante as fases de planejamento e execução desse trabalho.

Ao co-orientador Germano Leão Demolin Leite pela valiosa contribuição na minha vida profissional e principalmente pela grande amizade.

Aos colegas Ancidérton, Carlos Alberto, Carlos Eduardo, Carolina, Cirlei, Fabrício, Fernando, Gibran, João Paulo, José Milton, José Salazar, Mábio, Robson, Rosenilson, Sheila, Tobias e Walter pela ajuda durante todo o experimento, pela amizade e pelo agradável convívio.

Aos amigos, que estiveram por perto no dia a dia, e tornaram meus momentos em Viçosa mais agradáveis e felizes. Em especial, agradeço ao Péricles, Silma e Christian.

A secretária do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Mara Rodrigues, pela dedicação e presteza.

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

Aos meus queridos pais, Geraldo e Moema, pelo exemplo de vida e perseverança e à minha irmã Gláucia pela torcida.

A Gi, pelos momentos lindos que me proporcionou durante todos esses anos.

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

BIOGRAFIA

MARCUS ALVARENGA SOARES, filho de Geraldo Braz Soares e Moema Alvarenga Lage Soares, nasceu em João Monlevade, estado de Minas Gerais, Brasil em 7 de abril de 1981.

Em fevereiro de 2000 ingressou no curso de graduação em Agronomia, na Universidade Federal de Minas Gerais, graduando-se em janeiro de 2005.

De junho de 2002 à dezembro de 2004 foi estagiário no Laboratório de Entomologia e Insetário George Whashington Gomez de Moraes da Universidade Federal de Minas Gerais.

Em março de 2005 ingressou no Programa de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa defendendo a dissertação em setembro de 2006.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS	6
Reprodução do predador <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) com diferentes frequências de acasalamento e troca de machos em plantas de soja.....	
	14
ABSTRACT.....	15
RESUMO	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS	21
DISCUSSÃO	22
CONCLUSÕES.....	27
AGRADECIMENTOS	27

REFERÊNCIAS	27
Tabelas de fertilidade e esperança de vida de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja, com diferentes frequências de acasalamento e troca de parceiros.....	
	42
ABSTRACT.....	43
RESUMO	44
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS	47
RESULTADOS	50
DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES.....	56
AGRADECIMENTOS	56
REFERÊNCIAS	57

Morfologia da espermoteca de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) após o acasalamento e no término da fertilidade em plantas de soja	
	77
ABSTRACT	78
RESUMO	79
INTRODUÇÃO.....	80
MATERIAIS E MÉTODOS.....	81
RESULTADOS	83

DISCUSSÃO	84
CONCLUSÕES.....	88
AGRADECIMENTOS	88
REFERÊNCIAS	88
RESUMO E CONCLUSÕES GERAIS	101

RESUMO

SOARES, Marcus Alvarenga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2006. **Capacidade reprodutiva de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com diferentes freqüências de acasalamento e troca de parceiros em plantas de soja.** Orientador: José Cola Zanuncio. Co-orientadores: Carlos Siqueyuki Sedyama, Germano Leão Demolin Leite, José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio.

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill é a cultura de exportação mais importante para países como os Estados Unidos, Argentina e o Brasil. Seu cultivo em extensas monoculturas aumenta o risco de pragas como lagartas desfolhadoras e o controle biológico com predadores representa uma ferramenta importante no manejo integrado das mesmas. Os predadores Pentatomidae apresentam *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) como sua espécie mais estudada. Objetivou-se estudar as características reprodutivas, os parâmetros das tabelas de fertilidade e esperança de vida e as mudanças morfológicas da espermateca de *P. nigrispinus* com diferentes freqüências de acasalamento e troca de parceiros em plantas de soja do cultivar Conquista. Os tratamentos foram: T1- um período de acasalamento- casais de *P. nigrispinus* mantidos por cinco dias e separados definitivamente; T2- rodízio de machos- casais mantidos por cinco dias e feito um rodízio dos mesmos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* juntos com as fêmeas por cinco dias e afastados por dez dias durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo. Os casais de *P. nigrispinus* receberam

água, diariamente, e quatro pupas de *T. molitor* duas vezes por semana. O número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* foi semelhante entre tratamentos, com $520,81 \pm 77,33$, $509,00 \pm 61,10$, $615,81 \pm 90,54$ e $496,87 \pm 35,37$ ovos nos T1, T2, T3 e T4, respectivamente, mas o de ninfas foi menor no T1, com $256,12 \pm 54,58$. A sobrevivência de fêmeas de *P. nigrispinus* foi menor nos tratamentos T2 e T4 e a taxa líquida de reprodução (R_o) menor no T1, com $115,34 \pm 15,65$ fêmeas produzidas por fêmea. Os demais tratamentos tiveram valores semelhantes de R_o com $184,86 \pm 23,04$, $209,27 \pm 28,91$ e $182,03 \pm 27,01$ fêmeas produzidas, respectivamente nos T2, T3 e T4. A taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ) foram menores no tratamento T1 e os valores reprodutivos máximos (VR_x) de *P. nigrispinus* foram de 40,44, 32,76, 48,09 e 35,14 fêmeas por fêmea nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 respectivamente. Um único período de acasalamento não foi suficiente para manter a viabilidade dos ovos de *P. nigrispinus*. Os menores valores das R_o , r_m e λ no T1 reforçam o fato de fêmeas desse predador não manterem sua fertilidade, apenas, com um período de acasalamento. A espermateca de fêmeas de *P. nigrispinus* não possui volume para armazenar espermatozóides suficientes para todo o ciclo de vida desse inimigo natural com, apenas, um período de acasalamento. Logo após o acasalamento, a espermateca apresenta-se arredondada e com grande quantidade de espermatozóides e secreções em seu interior. No entanto, ao longo do tempo esse órgão torna-se alongado e vazio, com dobras em sua epiderme, pela depleção dos espermatozóides. Os períodos entre acasalamentos são benéficos, para manterem o número e a viabilidade de ovos e aumentar a sobrevivência das fêmeas de *P. nigrispinus*. Os maiores picos de fertilidade específica (m_x) e do valor reprodutivo (VR_x) no T3 que nos T2 e T4 mostram que o acasalamento, seguido por períodos de ausência do macho, estimula a fertilidade de *P. nigrispinus*.

ABSTRACT

SOARES, Marcus Alvarenga, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2006. **Reproductive capacity of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) with different frequencies of mating and changing of males in soy plants.** Adviser: José Cola Zanuncio. Co-advisers: Carlos Siqueyuki Sedyama, Germano Leão Demolin Leite, José Eduardo Serrão and Teresinha Vinha Zanuncio.

The soy, *Glycine max* (L.) Merrill, is the most important export culture for many countries such as the United States, Argentina and Brazil. Its cultivation in extensive monocultures can increase the risk of pests including defoliating caterpillars and the biological control with predators represent an important tool in the integrated pest management of them. *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) is the most studied Pentatomidae predator for this crop. The objective of this research was to study the reproductive characteristics, the parameters of the fertility and life expectancy tables and morphological changes of the spermatheca of *P. nigrispinus* with different mating frequencies and change of males on soy plants of the Conquest cultivar. The treatments were: T1- one mating period- pairs of *P. nigrispinus* were maintained together during five days and separated definitively; T2- changing males- males of this predator was changed every five days randomly during the whole life of the female; T3- intermittent periods of mating- males of *P. nigrispinus* were separately from the females during periods of ten days every five days during the whole life of the females; T4- continuous contact- males and females of *P. nigrispinus* were maintained together during their whole life. The pairs of *P. nigrispinus* received water, daily, and four pupae of *T. molitor* twice a week. The number of eggs per

female of *P. nigrispinus* was similar between treatments with 520.81 ± 77.33 , 509.00 ± 61.10 , 615.81 ± 90.54 and 496.87 ± 35.37 eggs in the T1, T2, T3 and T4, respectively but that of the nymphs was lower in the T1 with 256.12 ± 54.58 . The survival of females of *P. nigrispinus* was lower in the treatments T2 and T4 and the liquid reproductive rate (R_o) smaller in the T1 with 115.34 ± 15.65 females produced per female of this predator. The other treatments had values of R_o similar with 184.86 ± 23.04 , 209.27 ± 28.91 and 182.03 ± 27.01 females produced, respectively in the T2, T3 and T4. The intrinsic growth rate (r_m) and the finite reason of increase (λ) were lower in the treatment T1 and the maximum reproductive value (VR_x) of *P. nigrispinus* was 40.44, 32.76, 48.09 and 35.14 females per female in the treatments T1, T2, T3 and T4 respectively. A single mating period was not enough to maintain the egg viability of *P. nigrispinus*. The smallest values of R_o , and r_m in the T1 reinforce the fact that females of this predator do not maintain its fertility, only, with a mating period. The espermateca of *P. nigrispinus* females does not present a volume sufficient to store enough spermatozoids for their whole life. The espermateca is of round shape with great amount of spermatozoids and secretions in its interior after the mating. However, this organ becomes prolonged and empty with folds in its epiderm along the lifetime of females of this predator due to the depletion of spermatozoids. On the other hand, the periods between mating are beneficial to maintain the number and the appropriate viability of eggs and to increase the survival of *P. nigrispinus* females. The highest peak of specific fertility (m_x) and the reproductive value (VR_x) in the T3 than in the T2 and T4 shows that repeated mating followed by periods of absence of males can stimulate the fertility of *P. nigrispinus*.

INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é a cultura de exportação mais importante para países como os Estados Unidos (Boyd et al. 1997), a Argentina e o Brasil (Smil 2000) em termos de total de produção e comércio internacional. O apoio governamental foi fundamental para a expansão da soja a partir da década de 1980 nos estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e em áreas da Amazônia Legal (região Norte, Mato Grosso e Maranhão) (Figueiredo & Santos 2005).

A soja está, fortemente, incluída na dieta mundial; seu molho se tornou um condimento universal e o consumo *in natura* tem crescido por seus benefícios à saúde humana, como a redução dos riscos de câncer, níveis de colesterol no sangue e doenças cardiovasculares (Smil 2000). Em função da alta demanda dessa leguminosa, áreas agrícolas cada vez maiores são manejadas e exploradas como ecossistemas, ecologicamente diferentes daqueles da vegetação natural ou dos policultivos. No entanto, as extensas monoculturas de soja são favoráveis a surtos de pragas e doenças (Zanuncio et al. 1993, Hoffmann et al. 2004). Os insetos pragas causam prejuízos e aumentam o custo de produção na cultura da soja pela desfolha, sucção da seiva e diminuição do estande de plantas, além de poderem transmitir viroses e causarem injúrias que favorecem a entrada de agentes fitopatogênicos (Belorte et al. 2003).

A agricultura convencional e os métodos de controle de pragas podem provocar impactos negativos, sobretudo na fauna benéfica e no meio ambiente. No entanto, a competição internacional e o mercado têm exigido a produção de

alimento com quantidade e qualidade e menor impacto ambiental (Altieri et al. 2003). Desta forma, a pesquisa busca alta produtividade, baixa relação custo-benefício e preservação dos ecossistemas nativos e cultivados. Além disso, os custos e impactos sociais e ecológicos dos produtos químicos usados no controle de pragas têm aumentado a importância de inimigos naturais no Manejo Integrado de Pragas (Molina-Rugama et al. 1997, Lemos et al. 2001). Nesse contexto, o controle biológico é indispensável para o estabelecimento de programas sustentáveis de manejo de pragas (Zanuncio et al. 2001a).

O controle biológico natural é importante, mas deve-se estimular o controle biológico aplicado, com a introdução e manipulação de inimigos naturais (De Clercq 2002). Predadores e parasitóides, de diversas ordens de insetos como Hymenoptera, Diptera, Coleoptera e Hemiptera, ocorrem em cultivos de soja, algodão, hortaliças, citros, milho, abacate e eucalipto (Zanuncio et al. 1994, McCutcheon & Durant 1999, Galvan et al. 2002, Carvalho et al. 2002, Godoy et al. 2004, Pratisoli et al. 2005). Os predadores podem ser importantes para programas de Manejo Integrado de Pragas (De Clercq et al. 2002). Para a liberação desses predadores é necessário conhecer-se a biologia e técnicas de criação para se produzir o maior número possível de indivíduos desses inimigos naturais (Zanuncio et al. 2001b). Além disso, os inimigos naturais produzidos devem ter desempenho biológico e reprodutivo elevados e serem eficientes após a liberação no campo. Assim, espécies de Heteroptera (Hemiptera) têm despertado a atenção de pesquisadores para o controle biológico de pragas em sistemas agrícolas, florestais ou agroflorestais (Lemos et al. 2001, 2003, 2005a,b, Oliveira et al. 2002, Mourão et al. 2003, Zanuncio et al. 2003).

A subordem Heteroptera apresenta predadores, nas famílias Pentatomidae, Reduviidae e Lygaeidae, com potencial para supressão de pragas (Jahnke et al. 2002, Sahayaraj & Martin 2003). A família Pentatomidae tem, na sub-família Asopinae, cerca de 10% das 300 espécies de percevejos conhecidos e estudados (De Clercq et al. 2002). Esses predadores são generalistas e a espécie mais estudada desse grupo é *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae)

com ocorrência na Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana, Panamá, Paraguai, Peru, e Suriname (Thomas 1992). Essa família apresenta, também, *Brontocoris tabidus* (Signoret), *Supputius cincticeps* (Stål), *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) e *Tynacantha marginata* (Dallas) (Zanuncio et al. 1994, Jusselino-Filho et al. 2003, Oliveira et al. 2005). Os Pentatomidae entomófagos no Brasil foram estudados a partir da década de 1930 (Silva 1933), o que têm mostrado o potencial desses predadores na regulação de populações de pragas, especialmente Lepidoptera e Coleoptera (Lemos et al. 2001). O ciclo de vida, métodos de criação massal, preferência por presas, desenvolvimento em dietas artificiais, características reprodutivas, sobrevivência e taxa de predação desses percevejos predadores têm sido estudados (Molina-Rugama et al. 1998, 2001, Medeiros et al. 2000, 2003, Zanuncio et al. 2005).

A eficiência de *P. nigrispinus*, no campo, está ligada à sua capacidade de reprodução, pois o número de ovos produzidos e a sobrevivência da progênie vão garantir a permanência dessa espécie e o controle de pragas. No entanto, as estratégias para se aumentar o número de ovos produzidos e o desempenho da progênie variam entre organismos (Katvala 2003).

A frequência de acasalamentos pode afetar o ciclo e o número de descendentes de fêmeas poliândricas, ou seja, aquelas que se acasalam com diferentes machos. Isto representa uma estratégia evolutiva e pode aumentar a fertilidade das fêmeas que possuem tal tipo de reprodução (Wheeler 1996). Os acasalamentos múltiplos podem, ainda, reduzir ou evitar a incompatibilidade genética, depleção dos espermatozóides e incrementar da sobrevivência da prole (Jennions & Petrie 2000, Kaitala & Katvala 2001, Fedorka & Mousseau 2004). No entanto, esses benefícios requerem que espermatozóides de diferentes machos se misturem no trato reprodutivo da fêmea, para competição direta pós-cópula (Uhl et al. 2005). Insetos poliândricos desenvolveram estratégias coevolutivas importantes para garantir a fertilização. Os machos precisam assegurar que seus gametas sejam transferidos para a fêmea e que migrem para o local de armazenamento (Chapman et al. 2000). Isto explica a duração de acasalamento

do predador *P. nigrispinus* de uma a 12 horas (Carvalho et al. 1995), pois o número de espermatozóides transferidos durante o acasalamento depende da duração do acasalamento (Edvardsson & Arnqvist 2000). Os machos podem, também, estimular as taxas reprodutivas das fêmeas para maximizar o número de ovos produzidos e fertilizados por seus espermatozóides (Rooney & Lewis 2002, Chapman et al. 2003, Civetta 2003, Wedell & Karlsson 2003). Neste caso, os machos garantem uma vantagem competitiva para a fertilização dos ovos em relação a outros que venham a acasalar com a mesma fêmea, pois a transferência de peptídeos e proteínas com a ejaculação pode tornar a fêmea não receptiva a um novo acasalamento (Andrés & Arnqvist 2001).

O estado de acasalamento afetou a reprodução de *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) com fêmeas não acasaladas ovipositando baixo número de ovos, todos inférteis e acasalamentos múltiplos estimularam a oviposição desse predador (De Clercq & Degheele 1997). Isto ocorre pelo fato de *P. maculiventris* ser, fortemente, sinovigênica, por tender a ter uma vida longa com maturação contínua dos ovos. Além disso, o número de ovos imaturos aumenta com a idade desse predador, indicando ovogenese contínua durante a fase adulta desse inimigo natural (Legaspi & Legaspi Jr. 2004). Fêmeas de *Photinus ignitus* (Fall) (Coleoptera: Lampyridae) armazenaram substâncias produzidas por glândulas acessórias do aparelho reprodutor do macho, as digeriram no trato reprodutivo e translocaram os aminoácidos derivados para os ovócitos em, até, dois dias após o acasalamento (Rooney & Lewis 1999). O estado de acasalamento pode, ainda, afetar a taxa de controle de pragas, pois fêmeas de *P. maculiventris*, acasaladas, predaram quatro vezes mais lagartas de *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) que as não acasaladas (De Clercq & Degheele 1997).

Os acasalamentos múltiplos podem, também, gerar custos para as fêmeas de *P. nigrispinus*, mas seu efeito na performance desse inimigo natural no campo pode não ser facilmente previsto, especialmente pelo fato de atuarem em diferentes componentes da história de vida de insetos (Härdling & Kaitala 2005).

Esses custos incluem a exposição do inseto aos seus predadores durante o acasalamento e de danos às fêmeas pela interação com os machos. As proteínas produzidas por glândulas acessórias do aparelho reprodutor do macho podem ter efeitos positivos ou negativos na taxa de produção de ovos e efeitos negativos na sobrevivência das fêmeas de insetos por ação tóxica (Chapman et al. 1995, Torres et al. 1997, Civetta & Clark 2000, Kawagoe et al. 2001, Omkar & Mishra 2005). Fêmeas de *Drosophila melanogaster* (Meigen) (Diptera: Tephritidae) acasaladas, isoladamente, produziram maior progênie que aquelas acasaladas com um segundo macho. Isto sugere um mecanismo de competição entre espermatozoides, pois substâncias da ejaculação do segundo macho poderiam remover ou destruir aqueles do primeiro macho (Chapman et al. 1995, Civetta & Clark 2000).

Os benefícios e custos dos acasalamentos de *P. nigrispinus*, em plantas de soja, não são conhecidos e ensaios de laboratório podem não representar as condições naturais, pela ausência da planta hospedeira, a qual é importante para a biologia reprodutiva de insetos (Evangelista Jr. et al. 2003). A qualidade da planta hospedeira afeta, diretamente, o crescimento, desenvolvimento e fecundidade de Artropoda (Awmack & Leather 2002) o que pode melhorar o tamanho, sobrevivência e a densidade populacional de inimigos naturais não, estritamente, carnívoros (Bottrell et al. 1998, Evangelista Jr. et al. 2003).

A geração de conhecimentos sobre a reprodução é fundamental para o uso de *P. nigrispinus* em programas de manejo integrado de pragas. Criações massais comerciais mantem os machos com as fêmeas de *P. nigrispinus*, continuamente, o que torna o processo de criação mais caro, pela maior demanda de presas e gera o risco de predação para a fêmea (Torres & Zanuncio 2001). A determinação das taxas de desenvolvimento desse predador, com diferentes frequências de acasalamentos e troca de parceiros, permite estudar os benefícios e custos do acasalamento e aperfeiçoar as técnicas de criação massal de *P. nigrispinus*. Com isto, será possível melhorar as metodologias para produzir o maior número possível de indivíduos, com menor custo, melhor desempenho em campo e

parâmetros reprodutivos e populacionais adequados, como maior número de posturas/fêmea, ovos/fêmea/dia, ovos/postura, viabilidade de ovos, período de oviposição e longevidade de adultos.

Os objetivos foram: 1- avaliar o efeito de diferentes frequências de acasalamento e da troca de machos na reprodução de *P. nigrispinus*; 2- estudar o efeito de diferentes frequências de acasalamento e da troca de machos nos parâmetros das tabelas de fertilidade e esperança de vida do percevejo predador *P. nigrispinus*; 3- avaliar mudanças morfológicas da espermateca de *P. nigrispinus* após o acasalamento e no término da fertilidade de seus ovos em plantas de soja do cultivar Conquista.

A introdução geral e os artigos desta dissertação foram redigidos baseados nas normas do periódico Neotropical Entomology.

REFERÊNCIAS

- Andrés, J.A. & G. Arnqvist. 2001.** Genetic divergence of the seminal signal-receptor system in houseflies: the footprints of sexually antagonistic coevolution? *Proceedings of the Royal Entomological Society of London B* 268: 399–405.
- Altieri, M.A., E.N. Silva & C.I. Nicholls. 2003.** O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto: Holos, 226p.
- Awmack, C.S., & S.R. Leather. 2002.** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817–44.
- Belorte, L.C., Z.A. Ramiro, A.M. Faria & C.A.B. Marino. 2003.** Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. *Arquivos do Instituto Biológico*: 70: 169-175.
- Bottrell, D.G., P. Barbosa & F. Gould. 1998.** Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology* 43: 347–67.
- 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. Bull. Num. 860, Agricultural Center, 28p.
- Carvalho, G.A., C.F. Carvalho, B. Souza & J.L.R. Ulhôa. 2002.** Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotropical Entomology 31: 615-621.
- Carvalho, R.S., E.F. Vilela, M., Borges & J.C. Zanuncio. 1995.** Comportamento de acasalamento do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) em laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24: 165-171.
- Chapman, T., D.M. Neubaum, M.F. Wolfner & L. Partridge. 2000.** The role of male accessory gland protein Acp36DE in sperm competition in *Drosophila melanogaster*. Proceedings of the Royal Entomological Society of London B 267: 1097-1105.
- Chapman, T., L.F. Liddle, J.M. Kalb, M.F. Wolfner & L. Partridge. 1995.** Cost of mating in *Drosophila melanogaster* is mediated by male accessory gland products. Nature 373: 241–244.
- Chapman, T., J. Bangham, G. Vinti, B. Seifried, O. Lung, M.F. Wolfner, H.K. Smith, & L. Partridge. 2003.** The sex peptide of *Drosophila melanogaster*: Female post-mating responses analyzed by using RNA interference. Proceedings of the National Academy of Sciences 100: 9923–9928.
- Civetta, A. 2003.** Shall we dance or shall we fight? Using DNA sequence data to untangle controversies surrounding sexual selection. Genome 46: 925–926.
- Civetta, A. & A.G. Clark. 2000.** Correlated effects of sperm competition and postmating female mortality. Proceedings of the National Academy of Sciences 97: 13162–13165.
- De Clercq, P. 2002.** Dark clouds and their silver linings: exotic generalist predators in augmentative biological control. Neotropical Entomology 31: 169-176.
- De Clercq, P. & D. Degheele, 1997.** Effects of mating status on body weight,

- oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America* 90: 121-127.
- De Clercq, P., K. Wyckhuys, H. Oliveira & J. Klapwijk. 2002.** Predation by *Podisus maculiventris* on different life stages of *Nezara viridula*. *Florida Entomologist* 85: 197-202.
- Edvardsson, M. & G. Arnqvist. 2000.** Copulatory courtship and cryptic female choice in red flour beetles. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 267: 559-563.
- Evangelista Jr., W.S., M.G.C. Gondim Jr., J.B. Torres & E.J. Marques. 2003.** Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology* 32: 677-684.
- Fedorka, K.M. & T.A. Mousseau. 2004.** Female mating bias results in conflicting sex-specific offspring fitness. *Nature* 429: 65-67.
- Figueiredo, A.M. & M.L. Santos. 2005.** Evolução das vantagens comparativas do Brasil no comércio mundial de soja. *Revista de Política Agrícola* 14: 9-16.
- Galvan, T.L., M.C. Picanço, L. Bacci, E.J.G. Pereira & A.L.B. Crespo. 2002.** Seletividade de oito inseticidas a predadores de lagartas em citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 117-122.
- Godoy, M.S., G.A. Carvalho, J.C. Moraes, M.G. Júnior, A.A. Morais & L.V. Cosme. 2004.** Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology* 33: 639-646.
- Härdling, R. & A. Kaitala. 2005.** The evolution of repeated mating under sexual conflict. *Journal of Evolutionary Biology* 18: 106–115.
- Hoffmann, L.L., E.M. Reis, C.A. Forcelini, E. Panisson, C.S. Mendes & R.T. Casa. 2004.** Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. *Fitopatologia Brasileira* 29: 245-251.

- Jahnke, S.M., L.R. Redaelli & L.M.G. Diefenbach. 2002.** Population dynamics of *Cosmoclopius nigroannulatus* Stål (Hemiptera, Reduviidae) in tobacco culture. *Brazilian Journal of Biology* 62: 819-826.
- Jennions, M.D. & M. Petrie. 2000.** Why do females mate multiply? A review of the genetic benefits. *Biology Reviews* 75: 21–64.
- Jusselino-Filho, P.J., J.C. Zanuncio, D.B. Fragoso, J.E. Serrão & M.C. Lacerda. 2003.** Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Brazilian Journal of Biology* 63: 463-468.
- Kaitala, A. & M. Katvala. 2001.** Sexual interactions and conspecific exploitation in an egg-carrying bug. *Annales Zoologici Fennici* 38: 215–221.
- Katvala, M. 2003.** Female reproduction and conspecific utilisation in an egg-carrying bug. Who carries, who cares? *Dissertação de Mestrado em Ciências, Universidade de Oulu, Linnanmaa.* 37p.
- Kawagoe, T., N. Suzuki & K. Matsumoto. 2001.** Multiple mating reduces longevity of females of the windmill butterfly *Atrophaneura alcinous*. *Ecological Entomology* 26: 258-269.
- Legaspi, J.C. & B.C. Legaspi Jr. 2004.** Does a polyphagous predator prefer prey species that confer reproductive advantage? Case study of *Podisus maculiventris*. *Environmental Entomology* 33: 1401-1409.
- 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* 27: 89-93.
- Lemos, W.P., F.S. Ramalho, J.E. Serrão & J.C. Zanuncio, 2003.** Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. *Journal of Applied Entomology* 127: 389-395.
- Lemos, W.P., F.S. Ramalho, J.E. Serrão & J.C. Zanuncio. 2005a.** Morphology of female reproductive tract of the predator *Podisus nigrispinus*

- (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on different diets. Brazilian Archives of Biology and Technology 45: 129-138.
- Lemos, W.P., J.E. Serrão, F.S. Ramalho, J.C. Zanuncio & M.C. Lacerda. 2005b.** Effect of diet on male reproductive tract of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Brazilian Journal of Biology 65: 91-96.
- McCutcheon, G.S. & J. Durant, 1999.** Survival of selected generalist predaceous insects exposed to insecticide residues on cotton. Journal of Cotton Science 3: 102-108.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos & J.C. Zanuncio. 2000.** Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). Journal of Applied Entomology 124: 319-324.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, J.C. Zanuncio & J.E. Serrão, 2003.** Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. Journal of Applied Entomology 127: 209- 213.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, J.B. Torres & T.V. Zanuncio. 1997.** Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. Revista de Biologia Tropical 45: 1125-1130.
- 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: 77-83.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, E. Vinha & F.S. Ramalho. 2001.** Daily rate of egg laying of the predator *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera, Pentatomidae) under different feeding intervals. Revista Brasileira de Entomologia 45: 1-5.
- Mourão, S.A., J.C. Zanuncio, A.J. Molina-Rugama, E.F. Vilela & M.C. Lacerda 2003.** Efeito da escassez de presa na sobrevivência e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Neotropical

- Entomology 32: 469-473.
- Oliveira, I., J.C. Zanuncio, J.E. Serrão, T.V. Zanuncio, T.B.M. Pinon & M.C.Q. Fialho, 2005.** Effect of female weight on reproductive potential of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae). Brazilian Archives of Biology and Technology 48: 295-301.
- 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.
- Omkar & G. Mishra. 2005.** Mating in aphidophagous ladybirds: costs and benefits. Journal of Applied Entomology 129: 432–436.
- Pratissoli, D., J.C. Zanuncio, U.R. Vianna, J.S. Andrade & T.B.M. Pinon. 2005.** Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). Brazilian Archives of Biology and Technology 48:7-13.
- Rooney, J. & S.M. Lewis. 1999.** Differential allocation of male-derived nutrients in two lampyrid beetles with contrasting life-history characteristics. Behavioral Ecology 10: 97–104.
- Rooney, J. & S.A. Lewis. 2002.** Fitness advantage from nuptial gifts in female fire flies. Ecological Entomology 27: 373–377.
- Sahayaraj, K. & P. Martin. 2003.** Assessment of *Rhynocoris marginatus* (Fab.) (Hemiptera: Reduviidae) as augmented control in groundnut pests. Journal of Central European Agriculture (on line) 4: 130-110.
- Silva, A.G.A. 1933.** Contribuição para o estudo da biologia de três Pentatomídeos: o possível emprego destes insetos no combate biológico de espécies nocivas. O Campo 43: 23-25.
- Smil, V. 2000.** Magic beans. Nature 407: 567.
- Thomas, D.B. 1992.** Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere. Lanham, Entomological Society of

- America, 156p.
- Torres, J.B. & J.C. Zanuncio. 2001.** Effects of sequential mating by males on reproductive output of the stinkbug predator, *Podisus nigrispinus*. *BioControl* 46: 469–480.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & M.C. Oliveira. 1997.** Mating frequency and its effect on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 62: 491-498.
- Uhl, G., S. Schmitt & M.A. Schäfer. 2005.** Fitness benefits of multiple mating versus female mate choice in the cellar spider (*Pholcus phalangioides*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 34: 127-132
- Wedell, N. & B. Karlsson. 2003.** Paternal investment directly affects female reproductive effort in an insect. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London B* 270: 2065–2071.
- Wheeler, D. 1996.** The role of nourishment in oogenesis. *Annual Review of Entomology* 41: 407-431.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, T.V. Zanuncio & A.P. Cruz. 1993.** Descrição das ninfas do predador *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Hemiptera: Pentatomidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 37: 403-408.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management* 65: 65-73.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, T.V. Zanuncio & A.S. Fabres. 2001a.** Species richness and abundance of defoliating Lepidoptera associated with *Eucalyptus grandis* in Brazil and their response to plant age. *Austral Ecology* 26: 582-589.
- Zanuncio, J.C., A.J. Molina-Rugama, J.E. Serrão & D. Pratisoli. 2001b.** 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, T.V., J.E. Serrão, J.C. Zanuncio & R.N.C. Guedes. 2003. Permethrin-induced hormesis on the predator *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). Crop Protection 22: 941-947.

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) or *Musca domestica* (Dip.: Muscidae). Brazilian Archives of Biology and Technology 48: 771-777.

CAPÍTULO 1

**Reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)
com diferentes frequências de acasalamento e troca de machos em plantas
de soja**



ABSTRACT - The state of mating of females is a key factor to be considered for the reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), but the costs and benefits of this behavior are still poorly studied for Artropoda and, especially, Insecta. The objective was to study the effect of different mating frequencies and the change of males in the reproduction of *P. nigrispinus*. This work was developed in the Federal University of Viçosa on plants of soy of the cultivars Conquest with the treatments: T1- one mating period- pairs of *P. nigrispinus* were maintained together during five days and separated definitively; T2- changing of males- males of this predator was changed every five days randomly during the whole life of the female; T3- intermittent periods of mating- males of *P. nigrispinus* were separately from the females during periods of ten days every five days during the whole life of the females; T4- continuous contact- males and females of *P. nigrispinus* were maintained together during their whole life. The number of eggs per female, the oviposition, pos-oviposition and incubation periods, the longevity of females and the number of egg masses per female of *P. nigrispinus* were similar but the egg viability and the number of eggs and nymphs per egg mass had lower values with, only, a mating period (T1). The number of eggs for female had positive correlation with their longevity ($r = 0.86$). The number of mating is important to maintain the egg viability and the number of nymphs produced per *P. nigrispinus*.

KEY WORDS: Asopinae, biological control, Hemiptera.

RESUMO – O estado de acasalamento das fêmeas é considerado um fator chave para a reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), mas os custos e benefícios desse comportamento têm sido pouco estudados para Artropoda e, especialmente, Insecta. O objetivo foi estudar o efeito de diferentes frequências de acasalamento e da troca de machos na reprodução de *P. nigrispinus*. Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa em plantas do cultivar de soja Conquista, com os tratamentos: T1- um período de acasalamento- um casal de *P. nigrispinus* mantido por cinco dias e, posteriormente, separados definitivamente; T2- rodízio de machos- um casal junto por cinco dias e, posteriormente, feito um rodízio de machos entre as fêmeas, de forma aleatória. T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* com fêmeas por cinco dias e afastados por dez dias durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* mantidos juntos durante todo o ciclo. O número de ovos por fêmea, os períodos de oviposição e pós-oviposição, a longevidade das fêmeas, o período de incubação e o número de posturas por fêmea de *P. nigrispinus* foram semelhantes, mas a viabilidade dos ovos e o número de ovos e de ninfas por postura foram menores com, apenas, um período de acasalamento (T1). O número de ovos por fêmea apresentou correlação positiva com a longevidade das mesmas ($r= 0,86$). O número de acasalamentos é importante para a manutenção da viabilidade dos ovos e do número de ninfas produzidas por *P. nigrispinus*.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, controle biológico, Hemiptera.

INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill é uma das principais “commodities” mundiais pelo fato do grão dessa planta ter muitas utilidades, sendo seu óleo bem aceito e seus derivados utilizados na alimentação humana e animal, com demanda anual superior a 180 milhões de toneladas (Lustosa et al. 1999, Mueller & Bustamante 2002, Figueiredo & Santos 2005).

A cultura da soja está sujeita a danos por insetos, praticamente, durante todo seu ciclo. Após a emergência, insetos como a lagarta rosca, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Pyralidae), e a broca do colo, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Noctuidae), atacam plântulas de soja. Durante a fase vegetativa, as principais pragas são a lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hubner), a lagarta falsa medideira, *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) e a broca-das-axilas, *Epinotia aporema* (Wals) (Lepidoptera: Tortricidae). Na fase reprodutiva, surgem os percevejos-praga, *Nezara viridula* (L.), *Piezodorus guildinii* (Westwood) e *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) que podem prejudicar a formação das vagens até o final do desenvolvimento das sementes (Embrapa Soja 2001).

O controle de pragas da soja tem-se baseado no uso de pesticidas convencionais, incluindo carbamatos, organofosforados e piretróides (Ballenger & Jouffret 1997, Panizzi et al. 2000). No entanto, a resistência de plantas a insetos (Leite et al. 1999) e o controle biológico (Zanuncio et al. 2001) com diversas espécies de parasitóides (Corrêa-Ferreira 1986, Corrêa-Ferreira & Moscardi 1996, Avanci et al. 2005) e predadores (Belorte et al. 2004) são importantes no manejo integrado de pragas (Yang et al. 2005, Medina et al. 2005).

O predador generalista *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) tem sido utilizado no Brasil em essências florestais (Zanuncio et al. 1994) e na Europa, em casas de vegetação, para o controle biológico aumentativo de lagartas desfolhadoras (De Clercq et al. 1998, De Clercq 2000). A ação desse predador foi, também, relatada na cultura da soja,

predando *Anticarsia gemmatalis* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Grazia & Hildebrand 1986).

O estado de acasalamento das fêmeas é considerado um fator chave para a reprodução de *Podisus* (De Clercq & Degheele 1997). Fêmeas não acasaladas de *P. nigrispinus* reduziram sua oviposição e apresentaram maior período de pré-oviposição (Torres et al. 1997a). Assim, acasalamentos repetidos, e de preferência com diferentes machos, podem ser necessários para se manter alta a fertilidade desse predador (De Clercq & Degheele 1990). O rodízio de machos permite à fêmea escolher o macho pelo tamanho do corpo, idade, corte ou feromônios. Deste modo, a seleção dos machos para acasalamentos é uma característica evolutiva importante, por poder aumentar a variabilidade genética dos descendentes e melhorar a performance no campo (Svesson 1996, Jennions & Petrie 2000, Pizzari & Birkhead 2002, Fedorka & Mousseau 2004). Além disso, fatores ambientais como o fotoperíodo, temperatura, vento e planta hospedeira podem afetar a produção de feromônios, probabilidade de acasalamento e a história de vida de adultos de *P. nigrispinus* no campo (Torres et al. 1997a).

Os custos e benefícios do acasalamento são pouco estudados para animais e, especialmente, Insecta. Acasalamentos seqüenciais geram gasto de tempo e energia para as fêmeas (Martens & Rehfeldt 1989) e maiores riscos de injúrias, doenças e predação (Ward et al. 1992). Por outro lado, os acasalamentos podem beneficiar a fêmea, pelo suprimento de nutrientes no material ejaculado pelos machos (Rooney & Lewis 2002, Chapman et al. 2003, Civetta 2003, Wedell & Karlsson 2003).

O presente trabalho visou estudar o efeito de diferentes freqüências de acasalamento e da troca de machos na reprodução de *P. nigrispinus* em plantas de soja do cultivar Conquista.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. O cultivar

O cultivar de soja utilizado foi o MG/BR- 46 (Conquista) (Tabela 1), por ser recomendado para o estado de Minas Gerais, possuir alta produtividade e resistência às principais doenças da cultura da soja.

Tabela 1. Principais características do cultivar de soja MG/BR- 46 (Conquista)

Características	MG/BR – 46 (Conquista)
Ciclo (dias)	126 – 140
Ciclo (classificação)	Semitardio (MG)
Altura da planta (cm)	80 a 100 cm
Altura de inserção da primeira vagem (cm)	14 a 16 cm
Número de dias para floração	48 a 54
Número de dias para maturação	140 (MG)
Hábito de crescimento	Determinado
Cor do hipocótilo	Verde arroxeado
Cor da flor	Roxa
Cor da pubescência	Marrom
Cor do tegumento	Amarelo
Cor do hilo	Preto
Peso médio (100 sementes)	15,8g
Deiscência das vagens	Resistente
Teor de óleo	19,7 %
Teor de proteína	42,7 %
Época de semeadura recomendada	15 de outubro a 20 de dezembro

Fonte: Embrapa (2000)

2. Plantio da soja

As sementes do cultivar Conquista foram obtidas da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e semeadas em vasos plásticos (33 cm de diâmetro de boca x

31 cm de altura x 24 cm de diâmetro de base) com capacidade para 16 litros, preenchidos com mistura de terra e composto orgânico (3:1) em casa de vegetação do departamento de Fitotecnia da UFV.

As plantas foram irrigadas, diariamente, e desbastadas nos estádios V3 e V4 (Fehr & Caviness 1977), mantendo-se duas plantas de soja por vaso. O controle de pragas foi feito, apenas, por catação manual.

3. Obtenção das ninfas

Ninfas de *P. nigrispinus* foram provenientes da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), onde esse predador é criado a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Posturas e ninfas de primeiro estágio de *P. nigrispinus* foram mantidas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada. Duzentas ninfas de *P. nigrispinus*, no início do segundo estágio, foram transferidas para 10 sacos de tecido de organza branca (20 x 30 cm), com 20 ninfas por saco, envolvendo plantas de soja do cultivar Conquista a partir do estágio vegetativo V4 (>30 dias da emergência) e alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) da criação massal do insetário da UFV.

A água foi borrifada, diariamente, na superfície dos sacos de tecido organza. A mudança de estágio do predador *P. nigrispinus* foi avaliada pela sua morfologia externa.

4. Obtenção dos adultos de *Podisus nigrispinus* e montagem do experimento

Adultos de segunda geração de *P. nigrispinus*, com menos de 24 horas de idade, criados na soja com pupas de *T. molitor*, foram sexados, pesados em balança com precisão de 0,1 mg, individualizados em sacos de organza branca envolvendo uma folha de soja e acasalados aos quatro dias de idade, com um casal por saco de organza (Zanuncio et al. 1992).

Os tratamentos foram: T1- um período de acasalamento- casais de *P.*

nigrispinus mantidos por cinco dias e, posteriormente, separados definitivamente; T2- rodízio de machos- casais mantidos juntos por cinco dias e, posteriormente, feito um rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* com as fêmeas por cinco dias, e afastados por dez dias durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* mantidos juntos durante todo o ciclo. Os casais de *P. nigrispinus* receberam água, diariamente, e quatro pupas de *T. molitor* duas vezes por semana.

Os machos de *P. nigrispinus*, que morreram durante o experimento, foram substituídos por outros de mesma idade. Os machos do tratamento com períodos intermitentes de acasalamento (T3), quando retirados, permaneceram nas condições anteriores, individualizados, nos sacos de organza.

Os números de ovos e de ninfas, a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, longevidade, viabilidade e período de incubação dos ovos, números de ovos e de ninfas por postura, total de posturas, taxa de oviposição e de eclosão das ninfas por fêmea de *P. nigrispinus*, além da temperatura da casa de vegetação foram avaliados, diariamente. As posturas desse predador foram coletadas, diariamente, e acondicionadas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada e as ninfas contadas 24 horas após a eclosão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições, constituídas, cada uma, por duas fêmeas de *P. nigrispinus*, sendo uma por saco de organza. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, com o Sistema de Análises Estatísticas (SAEG) (Gomes 1985). A relação entre os parâmetros observados foi avaliada por correlação linear de Pearson e seu coeficiente “r” submetido ao teste t, ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

As fêmeas de *P. nigrispinus* pesaram $64,52 \pm 8,29$ e os machos $46,96 \pm$

7,65. O número de ovos por fêmea desse predador foi semelhante entre tratamentos, com $520,81 \pm 77,33$, $509,00 \pm 61,10$, $615,81 \pm 90,54$ e $496,87 \pm 35,37$ ovos com um período de acasalamento (T1), rodízio de machos (T2), períodos intermitentes de acasalamento (T3) e contato contínuo (T4), respectivamente. Por outro lado, o número de ninfas foi menor no tratamento com um período de acasalamento (T1) ($256,12 \pm 54,58$) que nos demais, os quais tiveram valores semelhantes entre si (Tabela 2).

Os períodos de oviposição e pós-oviposição foram semelhantes nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, mas o de pré-oviposição foi menor naquele com, apenas, um período de acasalamento (T1) ($4,94 \pm 0,45$) (Figuras 1 e 2). A longevidade das fêmeas, o período de incubação dos ovos e o número de posturas por fêmea de *P. nigrispinus* (Tabela 2) foram semelhantes entre tratamentos. As fêmeas de *P. nigrispinus* tiveram menor sobrevivência nos tratamentos com machos durante todo o ciclo (T2 e T4) (Figuras 1 e 2).

Os números de ovos (Tabela 2) e de ninfas por postura (Figuras 3 e 4) e a viabilidade dos ovos (Figuras 5 e 6) de *P. nigrispinus* foram menores no tratamento com um período de acasalamento (T1). As taxas de oviposição e de eclosão de ninfas tiveram comportamento semelhante, mas as fêmeas desse predador depositaram quase 100% dos ovos até os 70 dias de sua emergência quando em contato contínuo com machos (T4) (Tabela 3).

O número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* apresentou correlação positiva com a longevidade das mesmas ($r= 0,88$), mas isto não ocorreu para os demais parâmetros avaliados.

As temperaturas médias na casa de vegetação foram de $26,28^{\circ}\text{C}$, com mínima de $13,5^{\circ}\text{C}$ e máxima de $43,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 7).

DISCUSSÃO

O número semelhante de ovos por fêmea entre tratamentos mostra que os acasalamentos múltiplos não estimulam a ovogênese das fêmeas de *P. nigrispinus*, com presa e planta, em casa de vegetação. No entanto, a produção de

ovos no tratamento T1 decresceu, a partir dos 45 dias de emergência das fêmeas. Mesmo antes do acasalamento, as fêmeas de *Podisus* podem iniciar a ovogênese como relatado para aquelas não copuladas de *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) com ovos maduros aos 21 dias de idade (De Clercq & Degheele 1997). Isto demonstra ser a ovogênese uma característica intrínseca de fêmeas Pentatomidae/Asopinae quando, fisiologicamente, aptas para o acasalamento no quarto dia de sua emergência (Zanuncio et al. 1992). Por outro lado, o maior período de pré-oviposição de fêmeas não fertilizadas de *P. nigrispinus* ($12,5 \pm 5,5$) (Torres et al. 1997a) pode representar uma adaptação desse predador, para permitir encontrar um parceiro e fertilizar seus ovos. No entanto, essas fêmeas depositam ovos inférteis caso não encontrem um macho, por não possuírem mecanismos para reabsorvê-los (Lespasi & O'Neil 1993, Torres et al. 1997a). Contudo, acasalamentos múltiplos podem estimular a oviposição e diminuir o período de pré-oviposição de insetos, possivelmente, pela ação das secreções transferidas com os espermatozóides, pelos machos (Rooney & Lewis 2002, Chapman et al. 2003, Civetta 2003, Wedell & Karlsson 2003). A temperatura pode, também, afetar o número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus*, com menores valores acima de 30°C (Didonet et al. 1996). No entanto, este parâmetro poderia ter afetado esse predador, apenas, no final do ciclo, pois a temperatura média esteve entre valores ótimos para o desenvolvimento de *P. nigrispinus*, de 26 e 27°C (Didonet et al. 1996). O pico acima de 30°C ocorreu, apenas, aos 72 dias após a eclosão das fêmeas desse predador, quando a maioria dos ovos já havia sido depositada.

O menor número de ninfas por fêmea de *P. nigrispinus* com um período de acasalamento (T1) discorda do maior número de ninfas por fêmea desse predador, com uma cópula, sem planta e em laboratório (Torres et al. 1997a). Isto pode ser explicado pela maior longevidade ($60,75 \pm 6,50$) e produção de ovos por fêmea ($520,81 \pm 77,33$) desse predador com um único período, em casa de vegetação. Esses valores foram superiores aos de Torres et al. (1997a), possivelmente devido à obtenção de nutrientes das plantas de soja por *P.*

nigrispinus. Isto ocorre pelo fato de plantas hospedeiras poderem melhorar o desenvolvimento, longevidade, tamanho, sobrevivência e população de inimigos naturais não, estritamente, carnívoros (Awmack & Leather 2002, Bottrell et al. 1998, Coll & Guershon 2002, Evangelista Jr. et al. 2003). Essa complementação nutricional aumentou, também, o período de oviposição de *P. nigrispinus*, mas a viabilidade dos ovos chegou a zero a partir dos 45 dias de idade dessas fêmeas, reduzindo o número de ninfas por fêmea. Por outro lado, a duração da longevidade desse predador em laboratório ($43,1 \pm 27,5$) pode ter sido insuficiente para a perda da viabilidade de seus ovos (Torres et al. 1997a).

O menor período de pré-oviposição e de ovos por postura de fêmeas de *P. nigrispinus*, acasaladas por um único período de cinco dias (T1), pode ser explicado pelo fato de não precisarem se esquivar do assédio do mesmo quando não estão receptivas. Nesses casos, a fêmea afasta o macho com as pernas posteriores e evita o acasalamento ao impossibilitar a união das genitálias (Carvalho et al. 1995), o que pode reduzir o número de posturas, aumentar o período de pré-oviposição e o número de ovos por postura.

Os valores semelhantes da longevidade, período de oviposição e número de posturas por fêmea de *P. nigrispinus*, entre tratamentos, difere do relatado para esse predador, com menores valores para suas fêmeas submetidas a um maior número de acasalamentos em laboratório (Torres et al. 1997a). De forma semelhante, fêmeas de *Atrophaneura alcinous* (Klug) (Lepidoptera: Papilionidae) apresentaram menor longevidade com maior número de acasalamentos, em laboratório (Kawagoe et al. 2001). *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) e *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), também, tiveram menor longevidade com o aumento do número de acasalamentos em laboratório (Omkar & Mishra 2005). Diferenças na longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus* podem ter sido atenuadas pela presença da planta hospedeira, que pode alongar o ciclo de vida do inseto, por complementar sua nutrição (Bottrell et al. 1998, Coll & Guershon 2002, Evangelista Jr. et al. 2003).

Os menores valores e a queda acentuada da curva de sobrevivência de

predadores nos tratamentos com rodízio (T2) e contato contínuo (T4) com machos, mostram que a presença dos mesmos pode ser prejudicial à sobrevivência de suas fêmeas. Fêmeas de *A. alcinous* rejeitaram os machos por determinados períodos entre acasalamentos, mostrando que números excessivos dos mesmos devem ser evitados pelos custos fisiológicos, mas os acasalamentos repetidos, após intervalos apropriados, podem beneficiar a fertilidade de insetos (Kawagoe et al. 2001). A redução da sobrevivência de fêmeas de *P. nigrispinus* com acasalamentos sucessivos pode ter várias causas, como o fato das fêmeas poderem ser predadas e serem injuriadas pelo contato com o macho, que pode forçar o acasalamento em momentos onde a fêmea não está receptiva (Ward et al. 1992, Chapman et al., 1995) e ainda, a gastos de energia com acasalamentos desnecessários ou efeito tóxico do excesso de fluido seminal (Chapman et al. 1995, Kawagoe et al., 2001). Fêmeas de *Drosophila melanogaster* (Meigen) (Diptera: Tephritidae), submetidas a acasalamentos múltiplos, apresentaram menor sobrevivência que aquelas virgens, o que foi atribuído à ação tóxica de proteínas do fluido seminal dos machos, pelo fato de entrarem na hemolinfa da fêmea, após o acasalamento, com efeito semelhante às neurotoxinas de aranhas (Civetta & Clark 2000).

Os maiores números de ovos por postura e taxa de oviposição de fêmeas de *P. nigrispinus* com contato contínuo (T4) com o macho durante toda a fase adulta e quase 100% dos ovos ovipositados até os 70 dias pode não ser ideal, pois a distribuição dos ovos por períodos mais longos aumentaria a presença do predador no meio ambiente, em fases distintas do seu ciclo biológico (Zanuncio et al. 1992) e reduziria os efeitos do parasitismo por *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) sob seus ovos (Torres et al. 1997b). Assim, uma taxa de oviposição melhor distribuída ao longo do ciclo favoreceria *P. nigrispinus* no campo, como o observado no tratamento com períodos de acasalamento intermitentes (T3).

A menor viabilidade dos ovos de fêmeas de *P. nigrispinus*, acasaladas por um único período (T1) e queda desde o início do período de oviposição, podem

ser explicadas pela disponibilidade de machos nos tratamentos com rodízio (T2), períodos intermitentes de acasalamento (T3) e contato contínuo (T4), com novos acasalamentos e suprimento de espermatozóide, o que manteria a viabilidade dos ovos de *P. nigrispinus*. Isto confirma o fato de fêmeas de *P. nigrispinus* serem poliândricas, necessitando de mais de um acasalamento durante o ciclo de vida para fertilizar seus ovos (Ridley 1988).

A espermateca de fêmeas de *P. maculiventres* apresenta formato dilatado e esférico (Legaspi et al. 1994), após o acasalamento, evidenciando seu papel na estocagem do fluido seminal. No entanto, muitos espermatozóides podem ser perdidos durante a fertilização, o que pode tornar necessários outros acasalamentos para manter um nível ótimo de espermatozóides, como mostrado para fêmeas de *N. viridula* e *N. antennata* (Kon et al. 1993). *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae), *C. sexmaculata* e *P. dissecta*, também, apresentaram maior percentagem de ovos viáveis e fecundidade em laboratório, com o aumento do número de acasalamentos (5, 10 ou 20) e menor viabilidade após a última cópula (Omkar & Mishra 2005).

A maior variabilidade na eclosão de ninfas de *P. nigrispinus* nos T2, T3 e T4 após os 45 dias de emergência do adulto se deve, possivelmente, ao esgotamento da fêmea por acasalamentos sucessivos e à temperatura. Isto ocorre pelo fato do desempenho reprodutivo poder ser menor quando o inseto acasala muitas vezes durante seu ciclo (Wang et al. 2005). Além disso, quedas da viabilidade dos ovos de *P. nigrispinus* coincidiram com picos de temperatura, o que mostra que temperaturas extremas podem reduzir esse parâmetro para *P. nigrispinus*, em casa de vegetação, como relatado para esse predador e *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) em laboratório (Didonet et al. 1996).

A correlação entre o número de ovos e a longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus* foi semelhante à relatada para esse predador em laboratório sem planta ($r= 0,81$) (Torres et al. 1997a) e para *Lyctocoris campestris* (Fabricius) (Hemiptera: Anthocoridae) ($r= 0,96$) em laboratório (Parajulee & Phillips 1992).

Isto mostra que o número de ovos por fêmea depende do período de vida do adulto de *P. nigrispinus*.

CONCLUSÕES

O número de acasalamentos por fêmea é importante para a manutenção da viabilidade dos ovos, durante o ciclo de vida de *P. nigrispinus*. Um único período não foi suficiente para manter a viabilidade dos ovos desse predador, com, decréscimo, linear, a partir do acasalamento e chegando à zero aos 45 dias da vida adulta de suas fêmeas.

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) pelas bolsas e auxílios concedidos.

REFERÊNCIAS

- Avanci, M.R.F., L.A. Foerster & C.L. Cañete. 2005.** Natural parasitism in eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 49: 148-151.
- Awmack, C.S., & S.R. Leather. 2002.** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817–44.
- Ballanger, Y. & P. Jouffret. 1997.** La punaise verte et le soja. *Phytoma* 50: 32-34.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, E.C. Nascimento & T.V. Zanuncio. 1993.** Caracterização dos estádios ninfais de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera, Pentatomidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 37: 537-543.
- Belorte, L.C., Z.A. Ramiro & A.M. Faria. 2004.** Ocorrência de predadores em cinco cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill, 1917 no município de

- Araçatuba, SP. Arquivos do Instituto Biológico 71: 45-49.
- Bottrell, D.G., P. Barbosa & F. Gould. 1998.** Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology* 43: 347–67.
- Carvalho, R.S., E.F. Vilela, M. Borges & J.C. Zanuncio. 1995.** Comportamento de acasalamento do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) em laboratório. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 24: 165-171.
- Chapman, T., L.F. Liddle, J.M. Kalb, M.F. Wolfner & L. Partridge. 1995.** Cost of mating in *Drosophila melanogaster* is mediated by male accessory gland products. *Nature* 373: 241–244.
- Chapman, T., J. Bangham, G. Vinti, B. Seifried, O. Lung, M.F. Wolfner, H.K. Smith & L. Partridge. 2003.** The sex peptide of *Drosophila melanogaster*: Female post-mating responses analyzed by using RNA interference. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100: 9923–9928.
- Civetta, A. 2003.** Shall we dance or shall we fight? Using DNA sequence data to untangle controversies surrounding sexual selection. *Genome* 46: 925–926.
- Civetta, A. & A.G. Clark. 2000.** Correlated effects of sperm competition and postmating female mortality. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97: 13162–13165.
- Coll, M. & M. Guershon. 2002.** Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology* 47: 267-297.
- Corrêa-Ferreira, B.S. 1986.** Ocorrência natural do complexo de parasitóides de percevejos da soja no Paraná. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 15: 189-199.
- Corrêa-Ferreira, B.S. & F. Moscardi. 1996.** Biological control of soybean stink bugs by inoculative releases of *Trissolcus basalus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 79: 1-7.
- De Clercq, P. 2000.** Chapter 32: Predaceous Stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae), pp. 737-789. In C.W. Schaefer and A.R. Panizzi [eds.],

- Heteroptera of Economic Importance. CRC Press, Boca Raton, FL. 828 pp.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1990.** Effects of temperature and relative humidity on the reproduction of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent. 55: 439–443.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1997.** Effects of mating status on body weight, oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Annals of the Entomological Society of America 90: 121–127.
- De Clercq, P., F. Merlevede, I. Mestdagh, K. Vandendurpel, J. Mohaghegh, & D. Degheele. 1998.** Predation on the tomato looper *Hrysodeixis chalcites* (Esper) (Lep., Noctuidae) by *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). Journal of Applied Entomology 122: 93-98.
- Didonet, J., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio & E. Vilela. 1996.** Influência da temperatura na reprodução e na longevidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 25: 117-123.
- Embrapa Soja. 2000.** Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil. Londrina: Embrapa. 245 p.
- Embrapa Soja. 2001.** Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil-2001/2002. Documentos/Embrapa Soja, 167, Londrina, 267p.
- Evangelista Jr., W.S., M.G.C. Gondim Jr., J.B. Torres & E.J. Marques. 2003.** Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology 32: 677-684.
- Fedorka, K.M. & T.A. Mousseau. 2004.** Female mating bias results in conflicting sex-specific offspring fitness. Nature 429: 65-67.
- Fehr, W.R. & C.E. Caviness. 1977.** Stages of soybean development. Ames, Iowa State University, 21p.

- Figueiredo, A.M. & M.L. Santos. 2005.** Evolução das vantagens comparativas do Brasil no comércio mundial de soja. *Revista de Política Agrícola* 14: 9-16.
- Gomes, J.M. 1985.** SAEG 3.0: sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa, Imprensa Universitária, 105p.
- Grazia, J. & R. Hildebrand. 1986.** Hemípteros predadores de insetos, p. 21-37. In Encontro Sul-Brasileiro de Controle Biológico de Pragas, 1, AEAPF/EMBRAPA-CNPT. 262p.
- Jennions, M.D. & M. Petrie. 2000.** Why do females mate multiply? A review of the genetic benefits. *Biology Reviews* 75: 21–64.
- Kawagoe, T., N. Suzuki & K. Matsumoto. 2001.** Multiple mating reduces longevity of females of the windmill butterfly *Atrophaneura alcinous*. *Ecological Entomology* 26: 258-269.
- Kon, M., A. Oe & H. Numata. 1993.** Intra- and interespecific copulations in two congeneric green stink bugs, *Nezara antennata* and *N. viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), with reference to postcopulatory changes in the spermathecae. *Journal of Ethology* 11: 83–89.
- Legaspi, J.C. & R.J. O’Neil. 1993.** Life history of *Podisus maculiventris* (Say) under low number of *Epilachna varivestis* (Mulsant) as prey. *Environmental Entomology* 22: 1192-1200.
- Legaspi, J.C., V. Russell & B.C. Legaspi, 1994.** Microscopic examination of the spermatheca as an indicator of mating success in *Podisus maculiventris*. *Southwestern Entomologist* 19: 189–190.
- Leite, G.L.D., M. Picanço, A.A. Azevedo, & A.H.R. Gonring. 1999.** Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 2059-2064.
- Lustosa, P.R., J.C. Zanuncio, G.L.D. Leite & M.C. Picanço. 1999.** Qualidade da semente e senescência de genótipos de soja sob dois níveis de infestação de percevejos (Pentatomidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 1347-1351.
- Martens, A. & G. Rehfeldt. 1989.** Female aggregation in *Platycypha caligata*

- (Odonata: Chlorocyphidae): a tactic to evade male interference during oviposition. *Animal Behaviour* 37: 369–374.
- Medina, J.R., O.S. Opina, L.R.A. De Jesus & S.M.F. Calumpang. 2005.** Development of an integrated pest management program for mango in Palawan, Philippines. *Philippine Agricultural Scientist* 88: 453-461.
- Mueller, C.C. & M. Bustamante. 2002.** Análise da expansão da soja no Brasil. In: Exame da sustentabilidade ambiental atual da soja no Brasil. WWW Brasil. 8p.
- Omkar & G. Mishra. 2005.** Mating in aphidophagous ladybirds: costs and benefits. *Journal of Applied Entomology* 129: 432–436.
- Panizzi, A.R., J.E. McPherson, D.G. James, M. Javahery & R.M. McPherson. 2000.** Chapter 13: Stink bugs (Pentatomidae), pp. 421-474. In: C.W. Schaefer, and A. R. Panizzi [eds.], *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, Boca Raton, FL. 828 pp.
- Parajulee, M.N. & T.W. Phillips. 1992.** Laboratory rearing and field observations of *Lyctocoris campestris* (Heteroptera: Anthocoridae), a predator of stored-product insects. *Annals of the Entomological Society of America* 85: 736-743.
- Pizzari, T. & T.R. Birkhead. 2002.** The sexually-selected sperm hypothesis: sexbiased inheritance and sexual antagonism. *Biology Reviews* 77: 183-209.
- Rooney, J. & S.A. Lewis. 2002.** Fitness advantage from nuptial gifts in female fire flies. *Ecological Entomology* 27: 373–377.
- Ridley, M. 1988.** Mating frequency and fecundity in insects. *Biology Reviews* 63: 509–549.
- Svensson, M. 1996:** Sex selection in moths: the role of chemical communication. *Biology Reviews* 71: 113–135.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & M.C. Oliveira. 1997a.** Mating frequency and its effect on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 62: 491-498.

- Torres, J.B., D. Pratisoli, J.C. Zanuncio. 1997b.** Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitóides *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 26: 445-453.
- Wang, X.P., Y.L. Fang & Z.N. Zhang. 2005.** Effect of male and female multiple mating on the fecundity, fertility, and longevity of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). Journal of Applied Entomology 129: 39-42.
- Ward, P., J. Hemmi & T. Roosli. 1992.** Sexual conflict in the dung fly *Sepsis cynipsea*. Functional Ecology 6: 649–653.
- Wedell, N. & B. Karlsson. 2003.** Paternal investment directly affects female reproductive effort in an insect. Proceedings of the Royal Entomological Society of London B 270: 2065–2071.
- Yang, P.Y., K.W. Li, S.B. Shi, J.Y. Xia, R. Guo, S.S. Li & L.B. Wang. 2005.** Impacts of transgenic Bt cotton and integrated pest management education on smallholder cotton farmers. International Journal of Pest Management 51: 231-244.
- Zanuncio, J.C., J. Didonet, G.P. Santos & T.V. Zanuncio. 1992.** Determinação da idade ideal para o acasalamento de fêmeas de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) visando uma criação massal. Revista Árvore 16: 362-367.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. Forest Ecology and Management 65: 65-73.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, T.V. Zanuncio & A.S. Fabres. 2001.** Species richness and abundance of defoliating Lepidoptera associated with *Eucalyptus grandis* in Brazil and their response to plant age. Austral Ecology 26: 582-589.

Tabela 2. Parâmetros reprodutivos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*), em casa de vegetação com diferentes frequências de acasalamento. Viçosa, Minas Gerais

	Tratamentos*				CV (%)
	T1	T2	T3	T4	
Número de ovos	520,81 ± 77,33a	509,00 ± 61,10a	615,81 ± 90,54a	496,87 ± 35,37a	31,55
Número de ninfas	265,12 ± 54,58b	429,69 ± 45,93a	490,25 ± 76,79a	425,81 ± 27,81a	35,84
Período de pré-oviposição	4,94 ± 0,45b	6,25 ± 0,19a	7,00 ± 0,33a	6,75 ± 0,31a	15,81
Período de oviposição	49,5 ± 6,34a	42,44 ± 5,00a	48,12 ± 8,18a	38,81 ± 2,90a	31,85
Período de pós-oviposição	6,31 ± 1,45a	3,62 ± 1,03a	3,87 ± 1,00a	3,56 ± 0,57a	58,71
Longevidade de fêmeas	60,75 ± 6,50a	52,31 ± 5,03a	59,00 ± 8,31a	49,12 ± 3,15a	25,74
Viabilidade dos ovos (%)	49,46 ± 8,01b	85,82 ± 2,49a	81,39 ± 3,14a	87,78 ± 0,89a	17,05
Período de incubação	4,62 ± 0,11a	4,90 ± 0,09a	5,75 ± 0,11a	5,02 ± 0,08a	12,00
Número de ovos/postura	22,54 ± 2,36b	27,16 ± 0,99ab	27,82 ± 1,71ab	29,50 ± 1,16a	18,39
Número de ninfas/postura	13,17 ± 2,26b	23,31 ± 1,24a	22,88 ± 2,04a	25,79 ± 1,02a	23,82
Número de posturas	20,69 ± 2,72a	18,87 ± 2,08a	23,44 ± 3,49a	16,69 ± 1,12a	32,54

Médias seguidas da mesma letra, por linha, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. *Tratamentos: T1- Fêmeas acasaladas por cinco dias com um único macho; T2- Fêmeas acasaladas a cada cinco dias, durante todo o ciclo, com um novo macho; T3- Fêmeas acasaladas por cinco dias e separadas por 10 dias, durante todo o ciclo, com o mesmo macho; T4- Fêmeas acasaladas por todo o ciclo com o mesmo macho. CV: Coeficiente de variação.

Tabela 3. Porcentagem acumulada de ovos e eclosão de ninfas após a emergência de adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*), em casa de vegetação com diferentes frequências de acasalamento. Viçosa, Minas Gerais

Taxa de oviposição				
Tratamentos*				
Dias	T1	T2	T3	T4
10	5,90	4,87	3,88	6,37
30	51,96	54,57	48,90	57,80
50	77,99	80,33	75,11	84,82
70	92,75	92,25	89,41	97,00
90	99,06	99,02	98,17	100,00
100	99,90	100,00	100,00	100,00

Taxa de eclosão das ninfas				
Tratamentos*				
Dias	T1	T2	T3	T4
10	9,93	8,36	6,68	8,56
30	79,31	59,84	56,63	64,57
50	98,81	84,76	81,89	87,84
70	99,91	94,50	92,43	97,06
90	100,00	99,80	99,35	100,00
100	100,00	100,00	100,00	100,00

*Tratamentos: T1- fêmeas acasaladas por cinco dias com um único macho; T2- fêmeas acasaladas a cada cinco dias, durante todo o ciclo, com um novo macho; T3- fêmeas acasaladas por cinco dias e separadas por 10 dias, durante todo o ciclo, com o mesmo macho; T4- fêmeas acasaladas por todo o ciclo com o mesmo macho.

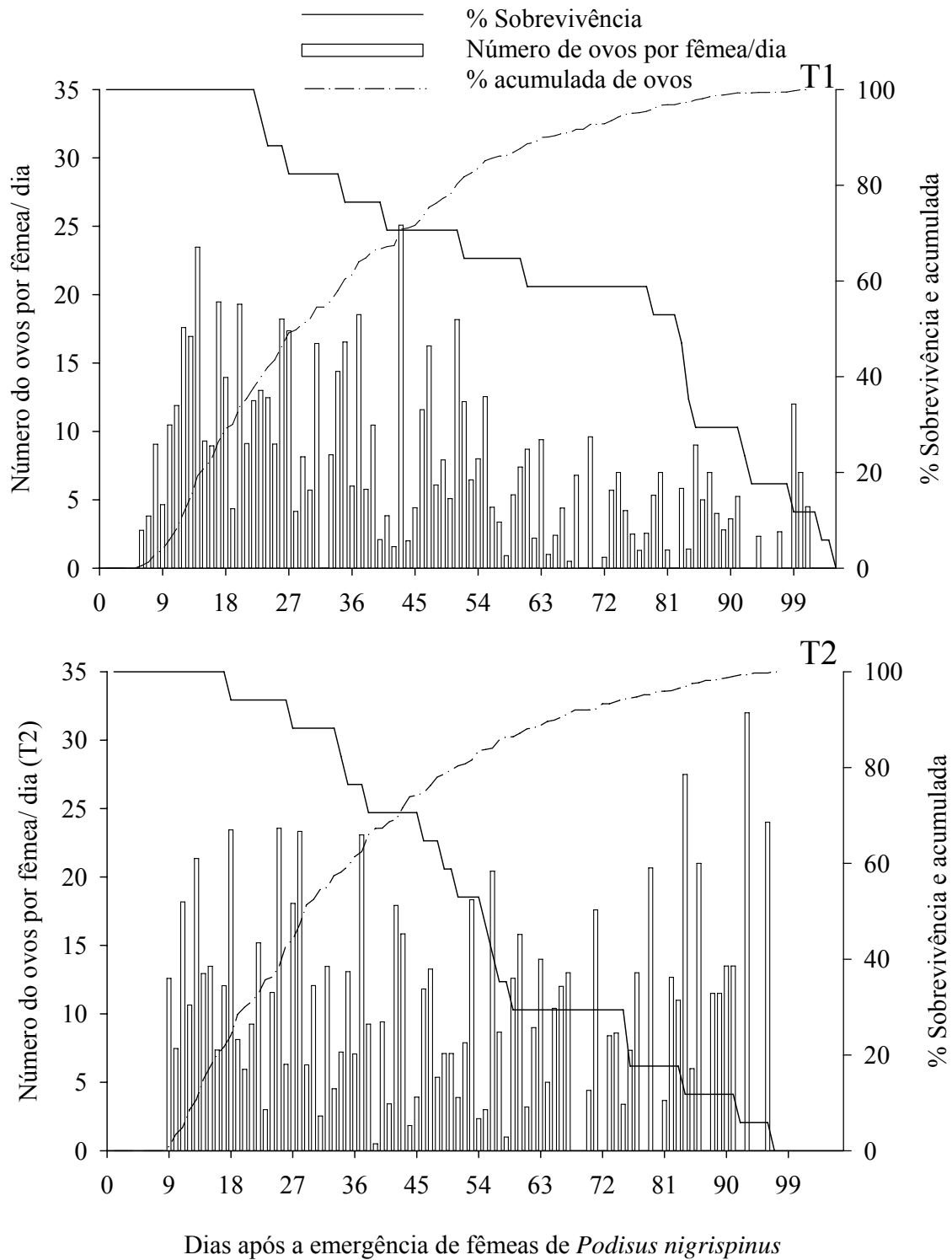
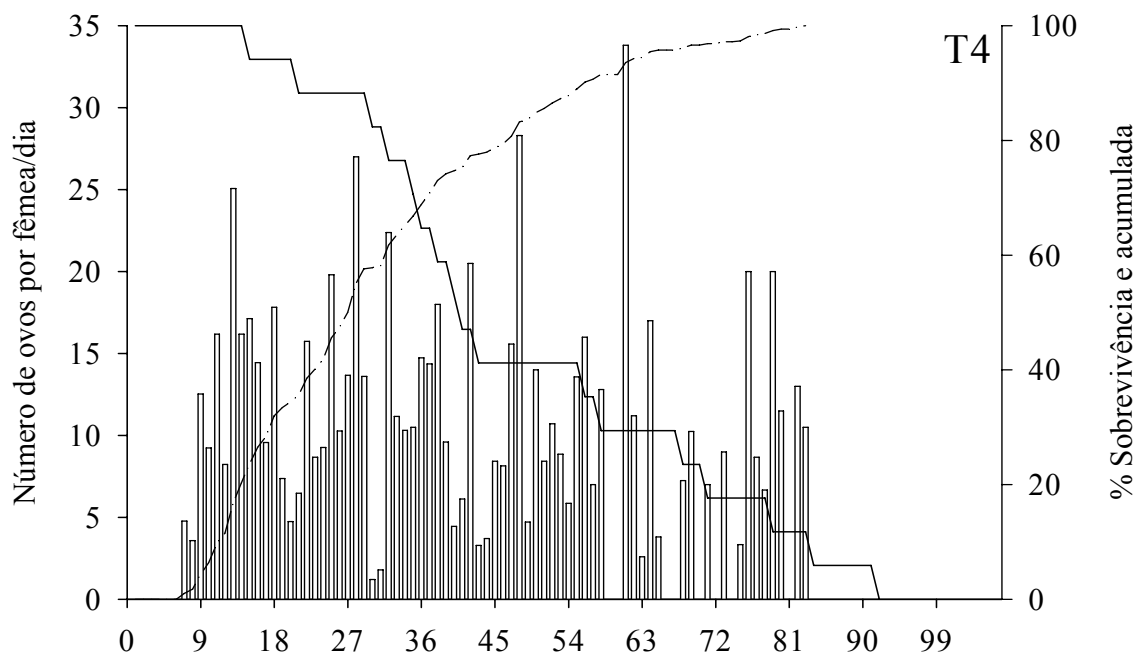
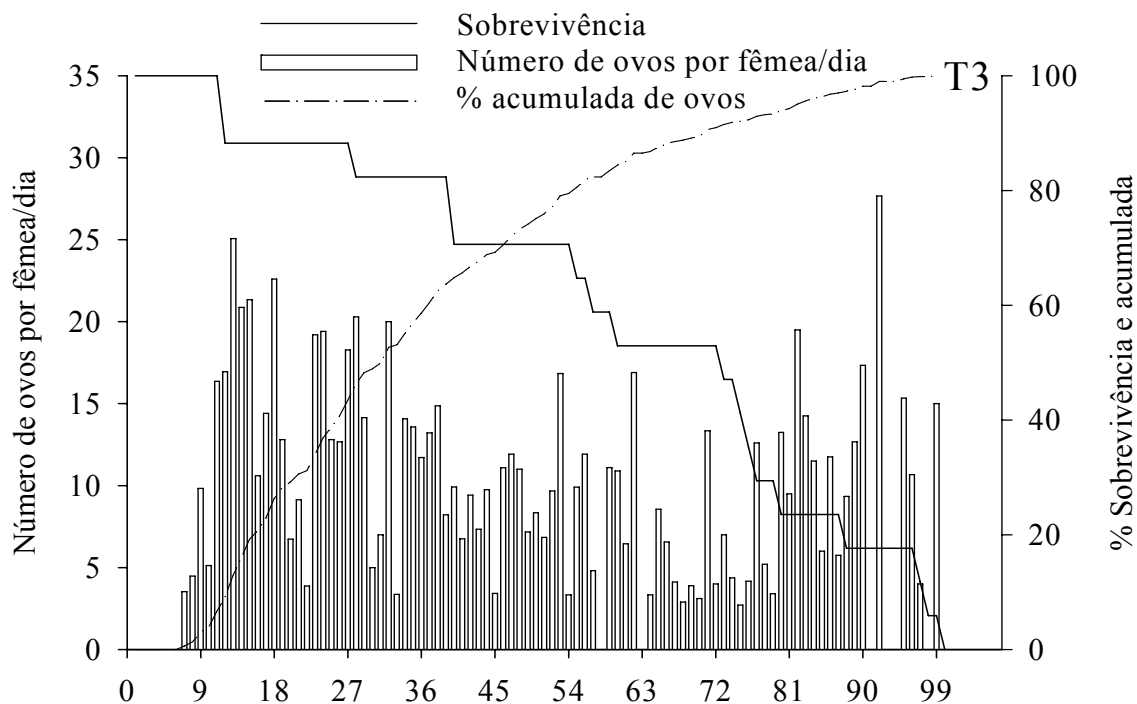


Figura 1. Sobrevivência (%), números de ovos por fêmea/dia e acumulado (%) por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*) em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais. T1- fêmeas acasaladas por cinco dias com um único macho; T2- fêmeas acasaladas a cada cinco dias durante todo o ciclo com machos diferentes.



Dias após a emergência de fêmeas de *Podisus nigrispinus*

Figura 2. Sobrevivência (%), número de ovos por fêmea/dia e acumulado (%) por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*) em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais. T3- fêmeas acasaladas por cinco dias e separadas por 10 dias, durante todo o ciclo, com o mesmo macho; T4- fêmeas acasaladas por todo o ciclo com o mesmo macho.

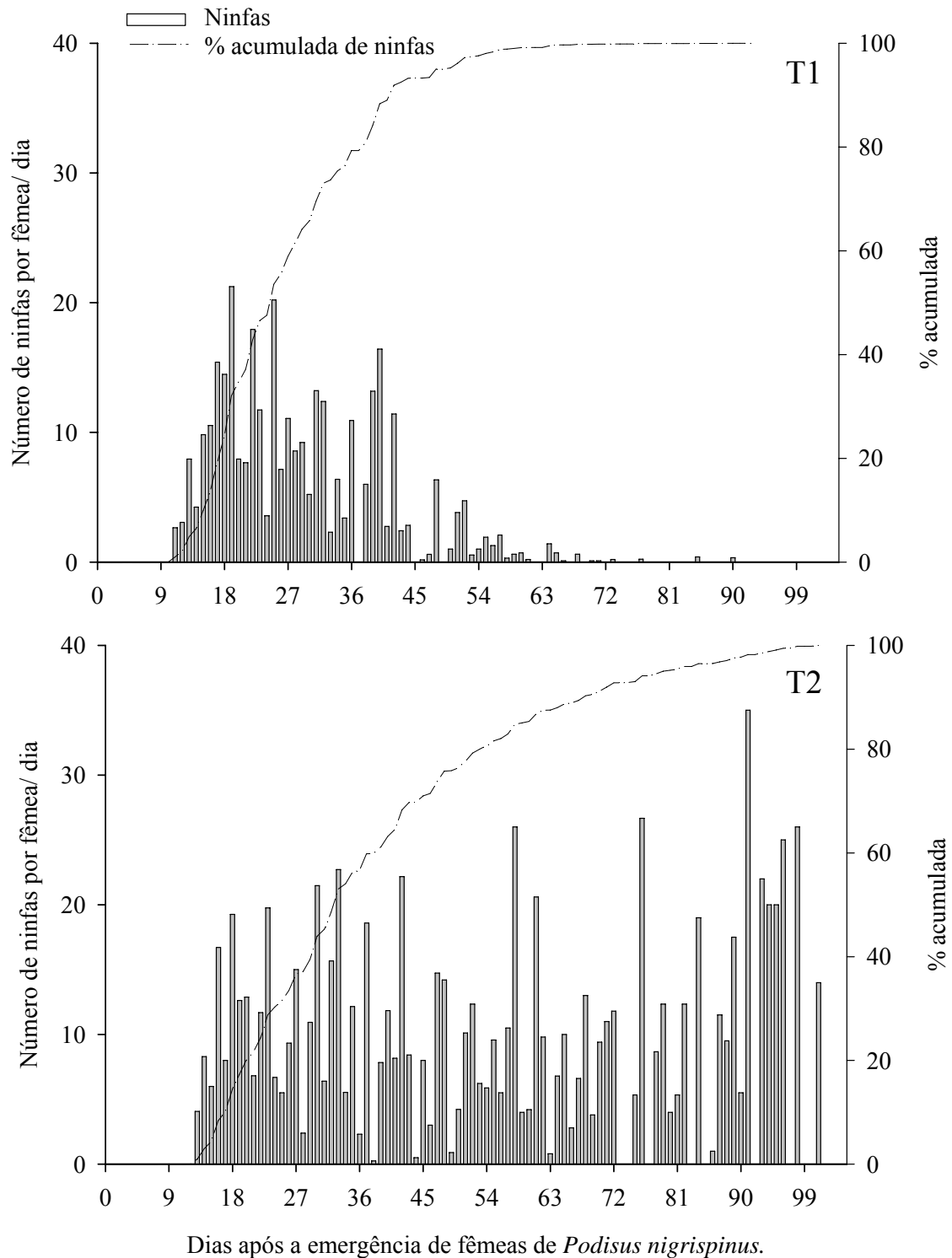


Figura 3. Número de ninfas por fêmea/dia e acumulado (%) de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*) em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais. T1- fêmeas acasaladas por cinco dias com um único macho; T2- fêmeas acasaladas a cada cinco dias durante todo o ciclo com um novo macho.

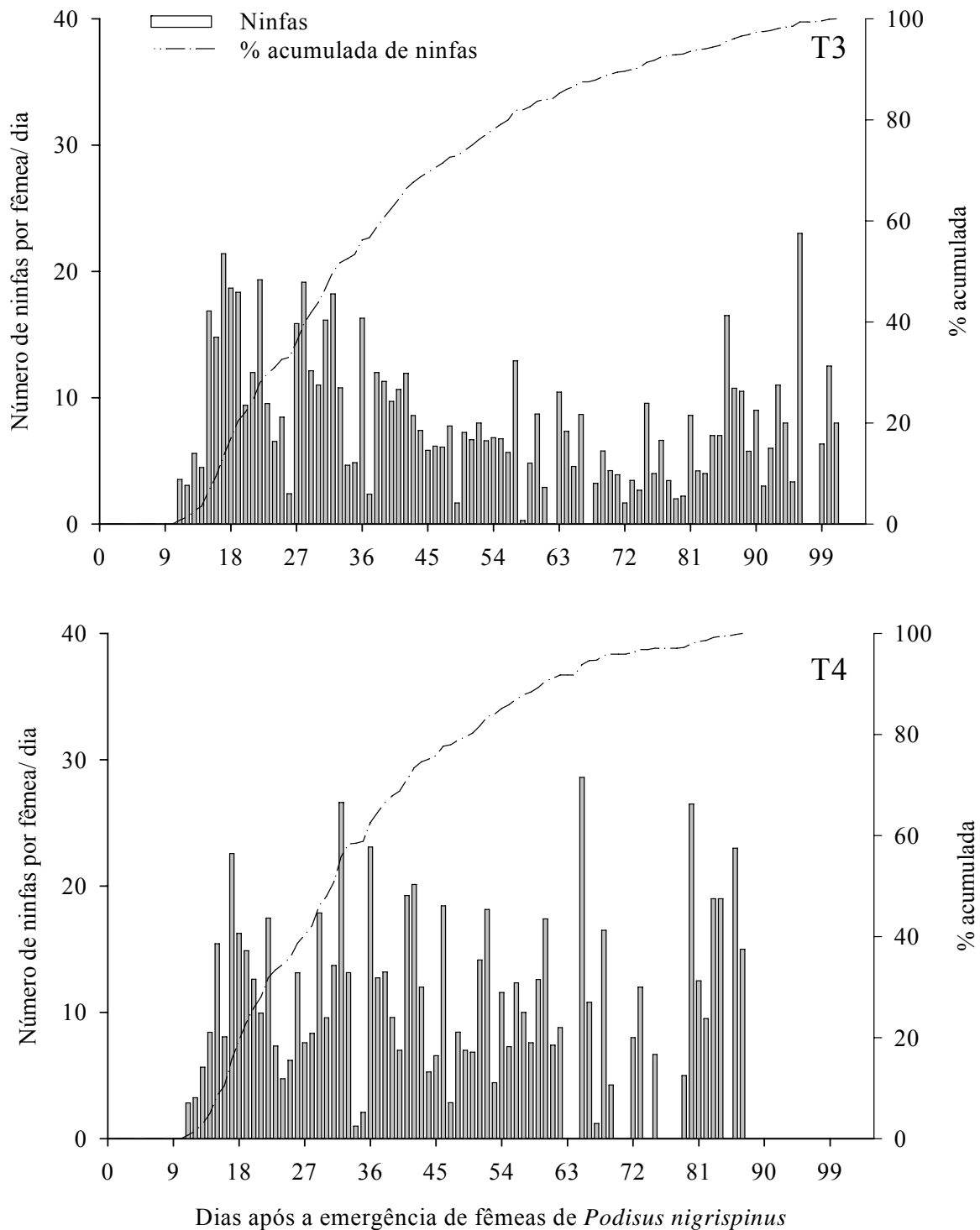


Figura 4. Número de ninfas por fêmea/dia e acumulado (%) por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*) em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais. T3- fêmeas acasaladas por cinco dias e separadas por 10 dias, durante todo o ciclo, com o mesmo macho; T4- fêmeas acasaladas por todo o ciclo com o mesmo macho.

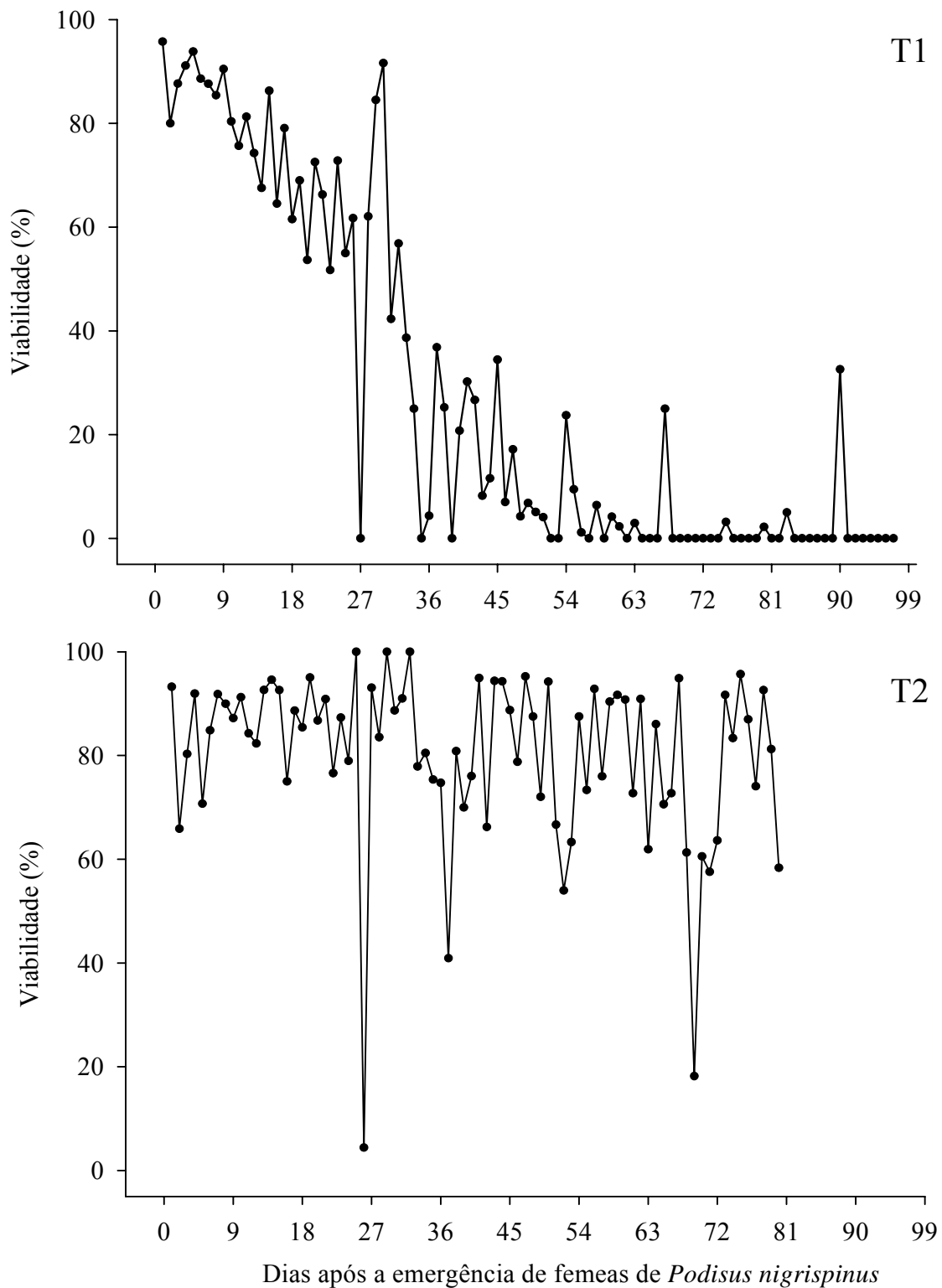


Figura 5. Viabilidade (%) dos ovos por postura de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*) em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais. T1- fêmeas acasaladas por cinco dias com um único macho; T2- fêmeas acasaladas a cada cinco dias, durante todo o ciclo, com um novo macho.

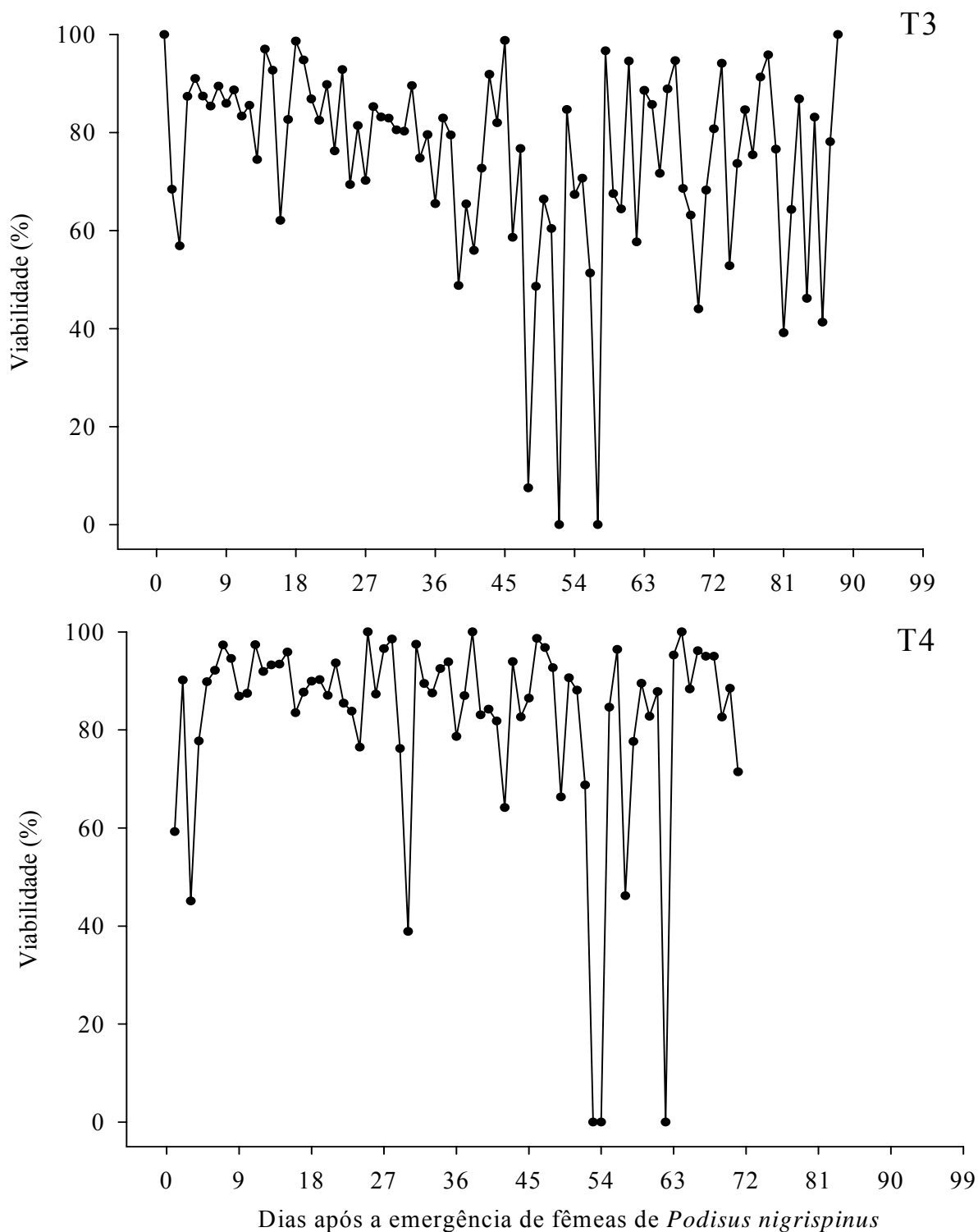


Figura 6. Viabilidade (%) dos ovos por postura de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*) em casa de vegetação. Viçosa, Minas Gerais. T3- fêmeas acasaladas por cinco dias e separadas por períodos de 10 dias, durante todo o ciclo, com o mesmo macho; T4- fêmeas acasaladas por todo ciclo com o mesmo macho.

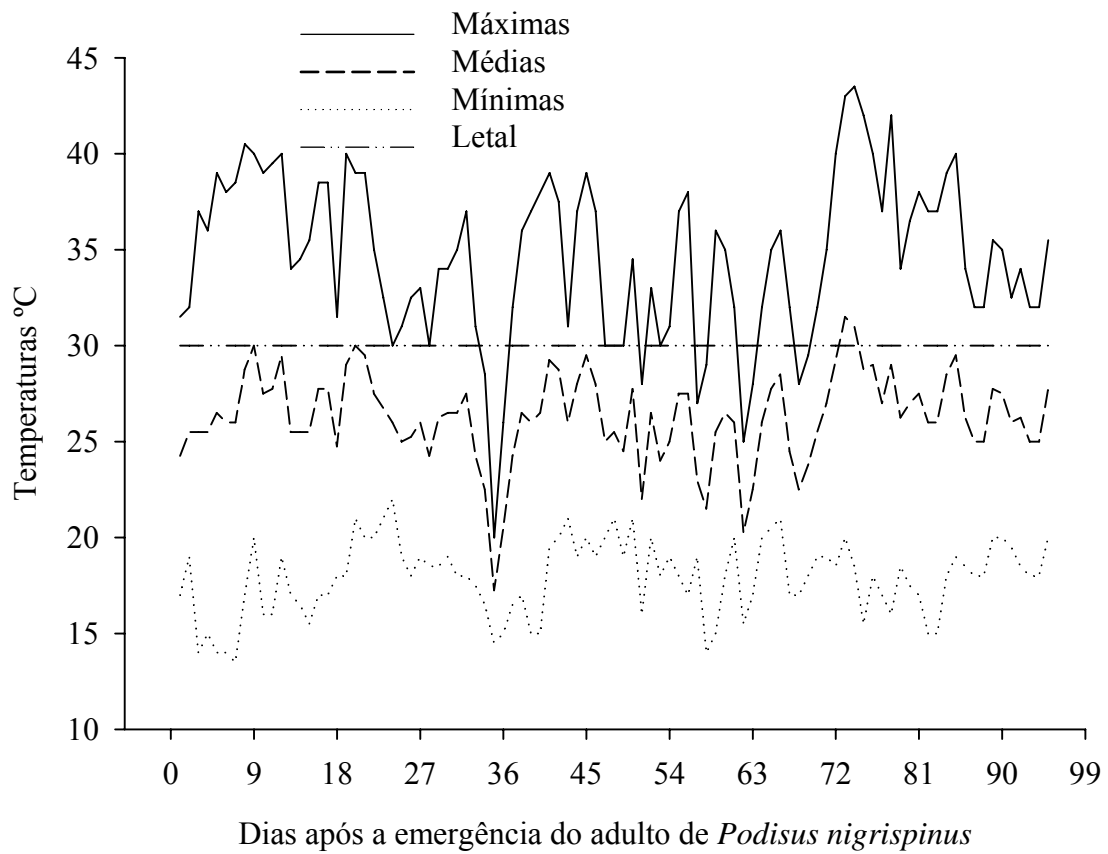


Figura 7. Temperaturas máximas, médias, mínimas e letal (°C) para a eclosão de ovos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em casa de vegetação durante a coleta de dados. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

CAPÍTULO 2

**Tabelas de fertilidade e esperança de vida de *Podisus nigrispinus*
(Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja, com diferentes frequências
de acasalamento e troca de machos**



ABSTRACT - The parameters of population growth of animals can be estimated with life tables. The objective was to evaluate the effect of different mating frequencies and of male changing on the parameters of fertility and life expectancy tables of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on soy plants of the Conquest cultivars. The treatments were: T1- one mating period- pairs of *P. nigrispinus* were maintained together during five days and separated definitively; T2- changing males- males of this predator was changed every five days randomly during the whole life of the female; T3- intermittent periods of mating- males of *P. nigrispinus* were separately from the females during periods of ten days every five days during the whole life of the females; T4- continuous contact- males and females of *P. nigrispinus* were maintained together during their whole life. The life tables were elaborated for a generation of *P. nigrispinus* and the viability of the eggs was estimated for the egg masses of the descendants. The life expectancy tables (ex) (in weeks) of females of *P. nigrispinus* were calculated per age class (x = seven days). The liquid reproductive rate (R_0), infinitesimal (r_m) and finite (λ) reason of population increase were higher and the time for the population of this predator to double in number of individuals (TD) smaller in the T2, T3 and T4. The treatment T1 presented longer life expectancy (ex) and the T3 higher reproductive value (VR_x) and peak of specific fertility (mx) than the T2 and T4. The treatment T3 was the most appropriate because it presented high fertility associated to longer longevity of *P. nigrispinus* adults.

KEY WORDS: Asopinae, biological control, reproduction.

RESUMO - Os parâmetros de crescimento populacional de animais podem ser estimados por tabela de vida. O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes frequências de acasalamento e da troca de parceiros nos parâmetros das tabelas de fertilidade e esperança de vida do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja do cultivar Conquista. Os tratamentos foram: T1- um período de acasalamento- casais de *P. nigrispinus* foram mantidos por cinco dias e separados definitivamente; T2- rodízio de machos- casais juntos por cinco dias em rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* juntos com as fêmeas por cinco dias, e afastados por dez dias, a cada vez, durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo. As tabelas etárias foram elaboradas para uma geração de *P. nigrispinus* e a viabilidade dos ovos avaliada a partir das posturas dos descendentes. As tabelas de esperança de vida (e_x) (em semanas) de fêmeas de *P. nigrispinus* foram calculadas por classe de idade (x = sete dias). A taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional foram maiores e o tempo para a população do predador dobrar em número de indivíduos (TD) menor nos T2, T3 e T4. O tratamento T1 apresentou maior esperança de vida (e_x) e o T3 maior valor reprodutivo (VR_x) e pico de fertilidade específica (m_x) que os T2 e T4. O tratamento T3 foi o mais adequado por apresentar alta fertilidade associada à maior sobrevivência dos adultos de *P. nigrispinus*.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, controle biológico, reprodução.

INTRODUÇÃO

A área cultivada com soja no Brasil atingiu 19 milhões de hectares e representa a cultura de exportação mais importante (Mueller & Bustamante 2002). A demanda mundial por ração animal protéica tem crescido e a soja é exportada, principalmente, para os mercados europeus (grãos e farelo) e asiáticos (óleo) (Lustosa et al. 1999, Smil 2000, Figueiredo & Santos 2005).

O aumento da área cultivada gera o risco de pragas e o controle biológico com predadores representa recurso importante para o manejo integrado de lagartas desfolhadoras (Zanuncio et al. 1994). Os percevejos da subfamília Asopinae são predadores com alta capacidade reprodutiva e se alimentam de ovos e de formas jovens e adultas de pragas agrícolas e florestais. *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) destaca-se, nesse grupo, na região neotropical, como um predador generalista, principalmente, de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (McPherson 1982, Zanuncio et al. 1992a,b, 2005).

P. nigrispinus é importante no controle de pragas da soja na Argentina e foi relatado como o principal agente de controle biológico de *Alabama argillacea* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodoeiro no Paraguai (Saini 1985, Michel 1994). No Brasil, *P. nigrispinus* ocorre nas culturas de soja, predando *Anticarsia gemmatalis* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Grazia & Hildebrand 1986), tomateiro, predando *Plusia ni* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Bergam et al. 1984), algodoeiro, predando *A. argillacea* (Medeiros et al. 1998) e essências florestais, predando *Thyriniteina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae) (Zanuncio et al. 1994).

É necessário estudar-se o controle biológico dos insetos-praga, seus inimigos naturais e suas interações na cultura da soja. O método de criação (espécie de presa, condições climáticas, número de acasalamentos) e origem geográfica dos indivíduos pode afetar a fecundidade e reprodução de inimigos naturais (De Clercq & Degheele 1997). A biologia reprodutiva de espécies do gênero *Podisus* foi estudada em laboratório na Bélgica (De Clercq & Degheele 1997) e no Brasil (Torres et al. 1997), mas esses resultados podem não

representar a história de vida desse predador no campo.

As tabelas de fertilidade e de esperança de vida são apropriadas para estudar a dinâmica populacional e estimar os parâmetros de crescimento populacional de animais, especialmente Arthropoda através da taxa líquida de reprodução (R_0), duração de uma geração (DG) tempo para uma população duplicar o número de indivíduos (TD) e razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional (Stark & Banks 2003).

Os métodos para construir, descrever e analisar as tabelas de vida para populações de animais (Southwood 1978, Maia et al. 2000) representam uma maneira de expressar, sob forma numérica, as principais características de uma espécie (Rabinovich 1978, Bellows et al. 1992). Elas, também, são importantes para a compreensão da dinâmica populacional (Silveira Neto et al. 1976) por darem um relato simplificado da vida de uma população ao longo de uma geração (Price 1997). Além disso, podem indicar a distribuição e a abundância potencial de um inseto, prever a ocorrência de pragas e inimigos naturais, explicar interações ecológicas e simular a biologia de insetos (Albergaria et al. 2003, Medeiros et al. 2000).

Trabalhos de tabela de vida foram desenvolvidos para insetos como *Amitus fuscipennis* (MacGown) (Hymenoptera: Platygasteridae) (Manzano et al. 2002), *Pattonella intermutans* (Thomson) (Diptera: Sarcophagidae) (Oliveira et al. 2002a), *Rhynocoris marginatus* (Fab.) (Heteroptera: Reduviidae) (Sahayaraj & Paulraj 2001), *Propylaea japonica* (Thunberg) (Coleoptera: Coccinellidae) (Hsin & Ta-Chi 2003), *Thynacantha marginata* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) (Moreira et al. 1995), *Supputius cincticeps*, (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) com presa e planta (Assis Junior et al. 1998, 1999, Zanuncio et al. 2004, Zanuncio et al. 2005) e *P. nigrispinus* com presa (Medeiros et al. 2000). Parâmetros de crescimento populacional de *Clerada apicicornis* (Signoret) (Hemiptera: Lygaeidae), foram estudados, de acordo com o tempo de desenvolvimento de cada estágio da progênie desse inseto (Cardenas et al. 2001).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes frequências de

acasalamento e da troca de machos nos parâmetros das tabelas de fertilidade e esperança de vida do percevejo predador *P. nigrispinus* em plantas de soja do cultivar Conquista.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Plantio da soja

As sementes do cultivar Conquista foram obtidas da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e semeadas em vasos plásticos (33 cm de diâmetro de boca x 31 cm de altura x 24 cm de diâmetro de base) com capacidade para 16 litros, preenchidos com mistura de terra e composto orgânico (3:1), em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia (UFV). As plantas foram irrigadas diariamente e realizado o desbaste nos estádios V3 e V4 (Fehr & Caviness 1977), mantendo-se duas plantas de soja por vaso. O controle de pragas foi feito com coleta manual.

2. Obtenção das ninfas

Ninfas de *P. nigrispinus* foram obtidas da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), onde essa espécie é criada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Posturas e ninfas de primeiro estágio de *P. nigrispinus* foram mantidas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada. Duzentas ninfas de *P. nigrispinus*, no início do segundo estágio, foram transferidas para 10 sacos de tecido de organza branca (20 x 30 cm) (20 por saco) envolvendo plantas de soja a partir do estágio vegetativo V4 (>30 dias de emergência) e alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) da criação massal do insetário da UFV. A água foi borrifada, diariamente, na superfície dos sacos de tecido organza. A mudança de estágio do predador *P. nigrispinus* foi avaliada pela sua morfologia externa (Barcelos et al. 1993).

3. Obtenção dos adultos

Adultos de *P. nigrispinus* foram obtidos de ninfas do item 2, sexados e pesados logo após a emergência (<24:00 h) em balança de precisão de 0,1 mg e mantidos no interior de sacolas de organza branca de 30 cm de comprimento e 20 cm de largura envolvendo uma folha de soja, com pupas de *T. molitor*, sendo a água borrifada, diariamente, na superfície do saco de organza.

4. Montagem do Experimento

Os adultos de *P. nigrispinus* foram acasalados aos quatro dias de idade com dezessete casais por tratamento sendo um casal por saco de organza (Zanuncio et al. 1992b). Os tratamentos foram representados por: T1- um período de acasalamento- casais de *P. nigrispinus* foram mantidos por cinco dias e separados definitivamente; T2- rodízio de machos- casais mantidos juntos por cinco dias e feito um rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* juntos com as fêmeas por cinco dias e afastados por dez dias durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo. Os casais de *P. nigrispinus* receberam água, diariamente, e quatro pupas de *T. molitor* duas vezes por semana.

Os machos de *P. nigrispinus*, que morreram durante o experimento foram substituídos por outros de mesma idade e no tratamento com períodos intermitentes de acasalamento (T3), os machos, quando retirados, permaneceram nas mesmas condições anteriores, individualizados nos sacos de organza.

Foram avaliadas, diariamente, a duração e a sobrevivência da fase jovem e adulta, a razão sexual dos adultos emergidos, o número de ovos por fêmea e a viabilidade dos ovos de *P. nigrispinus*, além da temperatura média da casa de vegetação. As posturas desse predador foram coletadas, diariamente, e acondicionadas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada e as ninfas contadas 24 horas após a eclosão.

5. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida

As tabelas de fertilidade e de esperança de vida, para *P. nigrispinus*, foram elaboradas a partir dos dados obtidos dos ensaios descritos, obtendo-se a taxa líquida de reprodução (R_0), a duração de uma geração (DG), a razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional e o tempo necessário para o predador dobrar sua população em número de indivíduos (TD). Esses parâmetros foram estimados utilizando-se a ferramenta LIFETABLE do programa estatístico SAS (SAS Institute 1997) com o modelo Jacknife (Maia et al. 2000) sendo:

- a) A taxa líquida de reprodução (R_0) (contribuição média para a população, em termos de descendentes, por fêmea) foi dada pela

fórmula de Krebs (1994): $R_0 = \sum_{x=0}^y l_x m_x$ em que l_x é a proporção de

indivíduos vivos no ponto médio do intervalo da idade x e m_x é a fertilidade específica;

- b) A duração de uma geração (DG) (nascimento dos pais até o de seus descendentes) foi obtida pela fórmula de Krebs (1994):

$$DG = \ln(R_0) / r_m;$$

- c) Taxa intrínseca de crescimento (r_m) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo) foi calculada com a equação de Lotka

(1907): $\sum_{x=0}^y \exp^{-Rx} l_x m_x = 1$, onde x é a classe de idade; y , a de idade

mais velha; m_x , o número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x ; e l_x , proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo da idade x ;

- d) A razão finita de aumento populacional (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea por unidade de tempo) foi calculada pela fórmula de Krebs (1994): $\lambda = \text{anti log}(r_m \times 0,4343)$;

- e) O tempo necessário para o predador dobrar sua população em número de indivíduos (TD) foi calculado com a fórmula de Krebs (1994): $TD = \ln(2) / r_m$.

As tabelas etárias foram elaboradas para uma geração de *P. nigrispinus* e a viabilidade dos ovos avaliada a partir das posturas dos descendentes.

As tabelas de esperança de vida (ex) (em semanas) de fêmeas de *P. nigrispinus* foram calculadas por classe de idade (x = sete dias) com:

- f) O intervalo de idade (x);
- g) A fertilidade específica (m_x) (número de fêmeas produzidas por fêmea sobrevivente no intervalo da idade x);
- h) A taxa de sobrevivência (l_x) (taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao início da idade x).

Os valores de sobrevivência (l_x) de fêmeas de *P. nigrispinus*, em função de sua fertilidade específica (m_x) a partir da emergência das mesmas, foram plotados para descrever a produção de descendentes fêmeas por tratamento, dividindo-se a idade em classes de idade de sete dias. Os dados foram obtidos com o programa estatístico SAS (SAS Institute 1997).

O valor reprodutivo (VR_x) (contribuição de uma fêmea de idade x para a população futura) foi calculada por cada classe de idade, pela fórmula de Krebs

(1994): $RV_x = \sum_{t=x}^y (l_t / l_x) m_t$, onde x é a classe de idade base, y , a classe mais velha

e t , todas as classes de idade entre x e y .

Curvas de regressão polinomial foram geradas para a esperança de vida (ex) e para o valor reprodutivo (VR_x) dos tratamentos T1, T2, T3 e T4.

RESULTADOS

As fêmeas de *P. nigrispinus* apresentaram menores taxas líquidas de reprodução (R_0) com um período de acasalamento (T1), de $115,34 \pm 15,65$ fêmeas acrescentadas por geração. Os demais tratamentos tiveram valores semelhantes com $184,86 \pm 23,04$, $209,27 \pm 28,91$ e $182,03 \pm 27,01$ fêmeas produzidas por fêmea, respectivamente com rodízio de machos (T2), períodos intermitentes de acasalamento (T3) e contato contínuo macho e fêmea (T4) (Tabela 1). A taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ)

foram menores no tratamento T1, com $0,09 \pm 0,003$ por dia e $1,09 \pm 0,004$ fêmeas/fêmea de *P. nigrispinus* acrescentadas à população por dia, respectivamente.

A duração de geração (DG) de *P. nigrispinus* foi semelhante entre tratamentos, indicando ser possível obter-se até seis gerações desse predador por ano. *P. nigrispinus* apresentou maior tempo para dobrar sua população em número de indivíduos (TD) no tratamento T1, com $7,90 \pm 0,33$ semanas e semelhante nos demais (Tabela 1).

A longevidade máxima de fêmeas de *P. nigrispinus* (ovo até a morte) foi de 19, 16, 18 e 17 semanas nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Os valores máximos de esperança de vida desse predador foram de 10,75 e 9,95 nos tratamentos T1 e T3, respectivamente, na classe de idade dois (Tabelas 2 a 5). A curva de esperança de vida de *P. nigrispinus* foi maior nos tratamentos T1 e T3 e semelhante nos T2 e T4 (Figura 1).

As curvas de fertilidade específica (mx) de *P. nigrispinus* mostraram picos no início e final do ciclo, mas as fêmeas do tratamento T1 apresentaram pico final menos acentuado de aumento. A fertilidade específica decresceu na classe de idade 14, aos 91 dias em todos os tratamentos (Figuras 2 e 3). Os maiores picos de produção de fêmeas ocorreram no tratamento T3, na classe de idade seis e oito, e o menor no T4, na classe de idade 14 (Tabelas 6 a 9).

A primeira interseção da curva de sobrevivência (lx) com a de fertilidade específica (mx) ocorreu na classe de idade cinco, ou seja, em torno de 28 dias após a emergência das fêmeas de *P. nigrispinus* nos tratamentos T1, T3 e T4, com probabilidade média dos indivíduos chegarem a essa idade de 43, 68 e 74%, respectivamente. No entanto, no T2, a interseção dessas curvas ocorreu na classe de idade oito, com $l_8 = 65\%$. O ponto de interseção das curvas lx e mx indica o ponto de maior tendência de aumento populacional de *P. nigrispinus* (Figuras 2 e 3).

Os valores reprodutivos máximos (VRx) de *P. nigrispinus* foram de 40,44, 32,76, 48,09 e 35,14 fêmeas por fêmea, na classe de idade seis, respectivamente,

nos tratamentos T1, T2, T3 e T4 (Figura 4). Fêmeas de *P. nigrispinus* iniciaram a emergência de 31 a 35 dias após o início da postura em todos os tratamentos.

A temperatura média diária na casa de vegetação variou de 24°C a 30°C, exceto com picos ocasionais.

DISCUSSÃO

Os maiores valores da taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal (r_m) e finita de aumento populacional (λ) com rodízio de machos (T2), períodos intermitentes de acasalamento (T3) e contato contínuo (T4) indicam aumento populacional de *P. nigrispinus* em, aproximadamente 185 a 209 vezes, enquanto isto foi de 115 vezes no tratamento com um período de acasalamento (T1). Esses valores representam o potencial reprodutivo intrínseco de uma espécie em uma situação específica, geralmente com condições de umidade, temperatura, qualidade e quantidade de alimento e espaço ótimos (Rabinovich, 1978).

A taxa líquida de reprodução (R_0) considera a razão sexual da progênie, taxa de oviposição e as taxas de mortalidade de jovens e adultos (Force & Messenger 1964), sendo importante para o manejo de pragas, pois os inimigos naturais devem apresentar picos de oviposição que coincidam com a necessidade de controle de pragas no campo (Zanuncio et al. 2005).

A r_m pode ser definida como a taxa máxima de aumento de uma espécie em determinado ambiente, por unidade de tempo e a λ corresponde ao crescimento diário da população original (Maia et al. 2000). Fêmeas de *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae), com seis cópulas em períodos intermitentes em plantas de alfafa com a presa *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), apresentaram menores R_0 que *P. nigrispinus* nos tratamentos T2, T3 e T4, mas superiores aos do tratamento T1, acrescentando 178.83 fêmeas por geração e r_m de 1,1884 (Coudron et al. 2002). Fêmeas de *R. marginatus*, alimentadas com larvas de *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae) em contato contínuo com machos, tiveram R_0 , r_m e λ de 292,288, 0,063 e 1,065, respectivamente (Sahayaraj & Paulraj 2001). Fêmeas de *P. nigrispinus*,

acasaladas, em contato contínuo em plantas de *Amaranthus hybridus* L. (Amaranthaceae) e alimentadas com pupas de *T. molitor* apresentaram valores de R_0 , r_m e λ de $185,5 \pm 0,73$, $0,1448 \pm 0,0002$ e $1,1558 \pm 0,0003$, respectivamente (Evangelista Jr. et al. 2003). Por outro lado, fêmeas desse predador acasaladas duas vezes, logo após a emergência e duas semanas após, alimentadas com pupas de *T. molitor* em plantas de *Lycopersicum esculentum* Mill. (Solanaceae) em casa de vegetação apresentaram menores valores de R_0 (29,96) (Vivan et al. 2002). Isto pode ter ocorrido pelo número reduzido de cópulas e efeitos deletérios dos aleloquímicos das plantas do tomateiro. Fêmeas de *T. marginata*, em contato contínuo com o macho e alimentadas com pupas de *T. molitor* em plantas de *Eucalyptus urophylla*, apresentaram maior R_0 (50,68) e período de oviposição três vezes mais longo que, apenas, com presa ($R_0 = 21,51$) (Moreira et al. 1996/1997).

Os menores valores de R_0 , r_m e λ com um único período de acasalamento mostra a necessidade de maior número de acasalamentos para a manutenção da fecundidade de fêmeas de *P. nigrispinus*. Os espermatozoides armazenados na espermateca das fêmeas de *P. nigrispinus*, com um período de acasalamento, não são suficientes para a manutenção da viabilidade de seus ovos, durante todo o ciclo de vida desse predador, como relatado para *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae), *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) e *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) com menores viabilidades de ovos, após a última cópula (Omkar & Mishra 2005).

A duração de uma geração (DG) de *P. nigrispinus* foi semelhante entre tratamentos, mas com menores valores que os observados para *S. cincticeps* com pupas de *T. molitor* (59,49) (Zanuncio et al. 2005) e maiores que os desse predador com pupas de *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório (34,94) (Wittmeyer & Coudron 2001), com presa em algodoeiro ($39,08 \pm 0,31$) (Evangelista Jr. et al. 2004) e presa e plantas de tomateiro (40,89) e ou algodoeiro (38,46) (Oliveira et al. 2002b). Essas diferenças indicam que a

DG pode variar com a espécie do predador, espécie e/ou qualidade da presa e presença da planta hospedeira. Isto ocorre pelo fato de plantas poderem reduzir a DG de predadores, devido à características morfológicas (Manzano et al. 2002) e metabólitos secundários, como o aleloquímico metil cetona 2-tridecanona no tomateiro (Aragão et al. 2000) e gossipol no algodão (Santos & Boiça-Jr. 2002), que atuam como inseticidas naturais. Entretanto, a maior reprodução de *P. nigrispinus* em plantas de soja indica que não houve redução da DG de *P. nigrispinus*, possivelmente, por essa planta não possuir tricomas glandulares, produtores e armazenadores de metabólitos secundários (Lima & Lara 2004).

O maior tempo para *P. nigrispinus* duplicar sua população em número de indivíduos (TD) no T1 pode ser explicado pelas menores taxas reprodutivas e de crescimento nesse tratamento. Os outros tratamentos tiveram menores valores de TD que o relatado para esse predador em contato contínuo com machos e alimentado com larvas de *A. argillacea* em laboratório (9,480) (Medeiros et al. 2000), mas superiores aos de *P. maculiventris* com presa (5,5451) e presa e planta (4,636) (Coudron et al. 2002). Isto sugere que essa característica varie com a espécie do predador, da presa e da planta hospedeira.

A maior esperança de vida de fêmeas no T1, exceto na classe de idade um (ovo e ninfa de primeiro estágio), pode ser devido ao menor desgaste fisiológico das mesmas, com, apenas, um período de acasalamento. O número elevado de acasalamentos gera um maior gasto de energia e envolve custos fisiológicos para o inseto (Kawagoe et al. 2001), o que pode reduzir a esperança de vida e a longevidade dos insetos. Fêmeas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), não acasaladas ou acasaladas por uma vez, apresentaram maior longevidade que com maior número de acasalamentos (Wang et al. 2005). O mecanismo pelo qual acasalamentos sucessivos afetam a esperança de vida e a longevidade de fêmeas de insetos não é bem conhecido, mas pode ser atribuído às proteínas com efeitos tóxicos transferidos pelos machos (Wang et al. 2005). No entanto, a maior esperança de vida das fêmeas de *P. nigrispinus* deve estar associada a maior reprodução e fertilidade específica, para se obter maior número

de descendentes ao longo do ciclo do predador. Por isto, a performance de fêmeas desse predador foi melhor no tratamento T3, com alta esperança de vida e maiores taxas de reprodução.

Os valores elevados da curva de fertilidade específica (mx) de *P. nigrispinus* no tratamento T3 sugere que acasalamentos em períodos intermitentes estimulam a reprodução desse predador. No entanto, as fêmeas de *P. nigrispinus* em contato constante com machos (T2 e T4) precisam se esquivar do assédio dos mesmos quando não estão receptivas (Carvalho et al. 1995), o que pode reduzir sua oviposição e fertilidade. Os primeiros picos de fertilidade de *P. nigrispinus*, dos 35 aos 49 dias de idade em todos os tratamentos, concordam com o relatado para esse predador em laboratório à 25°C (Medeiros et al. 2000), mas diferem do relatado para predadores como *T. marginata*, com pico dos 50 aos 60 dias de idade (Moreira et al. 1995) e de *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) com taxa diária de oviposição ótima na faixa dos 50 dias de idade (Molina-Rugama et al. 2001) e de *S. cincticeps* com maior pico de fertilidade dos 42 a 63 dias de idade (Zanuncio et al. 2005). Isto mostra que *P. nigrispinus* atinge fertilidade específica máxima antes dessas espécies de predadores, o que poderia reduzir o tempo para permanência de suas fêmeas na criação massal e permitir sua produção e liberação com menor tempo no campo. A queda da mx na classe de idade 14, aos 91 dias, em todos os tratamentos coincidiu com período de alta temperatura média na casa de vegetação. Isto concorda com o menor número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* e *S. cincticeps* a 30°C (Didonet et al. 1996) e com os relatos de taxa máxima de reprodução para *P. nigrispinus* de 25 a 30°C (Medeiros et al. 2003, Medeiros et al. 2004).

A curva de sobrevivência (lx) de *P. nigrispinus* pode ser classificada como do tipo IV no tratamento T1, indicando alta mortalidade de indivíduos mais jovens, seguido por um período de perdas, relativamente, menores e constantes (Rabinovich 1978). Isto se deve à alta produção de ovos inviáveis e ao menor desgaste fisiológico das fêmeas submetidas a um único período de acasalamento

(T1). No entanto, os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram curvas do tipo II, com número constante de mortos por unidade de tempo, independentemente da idade do predador (Rabinovich 1978).

A liberação inoculativa é a melhor estratégia para programas de controle biológico, quando o controle será feito pela progênie da população liberada (DeBach & Hagen 1964). Os valores reprodutivos (VRx) em diferentes faixas de idade, são importantes para se escolher a idade de liberação de *P. nigrispinus* nas lavouras de soja, para o controle biológico (Medeiros et al. 2000), como relatado para esse predador com maior VRx na classe de idade cinco, em laboratório (Medeiros et al. 2003). Em casa de vegetação, os maiores valores de VRx na classe de idade seis, após 35 dias da eclosão, mostram ser este o melhor momento para a liberação de adultos de *P. nigrispinus*. Além disso, os maiores valores da curva de VRx do tratamento T3, mostram que períodos intermitentes de acasalamentos aumentam o valor reprodutivo desse predador.

CONCLUSÕES

As maiores taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional, além de menor tempo necessário para a população de *P. nigrispinus* dobrar em número de indivíduos (TD), nos tratamentos com rodízio de machos (T2), períodos intermitentes de acasalamento (T3) e contato contínuo com machos (T4), demonstram que fêmeas desse predador não mantém a sua produtividade, apenas, com um período de acasalamento.

A maior esperança de vida (e_x) e os maiores picos de fertilidade específica (m_x) e valor reprodutivo (VRx) no T3 que nos T2 e T4 mostram que o acasalamento, seguido por períodos de ausência do macho estimulam a oviposição de *P. nigrispinus*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

(CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas e auxílios concedidos.

REFERÊNCIAS

- Albergaria, N.M.M.S., F.J. Cividanes & H.O.S. Dória. 2003.** Tabela de vida ecológica de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotropical Entomology 32: 559-563.
- Aragão, C.A., B.F. Dantas & F.R.G. Benites. 2000.** Tricomas foliares em tomateiro com teores contrastantes do aleloquímico 2-tridecanona. Scientia Agrícola 57: 813-816.
- Assis Junior, S.L. T.V. Zanuncio, G.P. Santos & J.C. Zanuncio. 1998.** Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução de *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 27: 245-253.
- Assis Junior, S.L., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & R.N.C. Guedes. 1999.** Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. Tropical Ecology 40: 85-88.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, E.C. Nascimento & T.V. Zanuncio. 1993.** Caracterização dos estádios ninfais de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera, Pentatomidae). Revista Brasileira de Entomologia 37: 537-543.
- Bellows, T.S., R.G. Van Driesche & J.S. Elkinton. 1992.** Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. Annual Review of Entomology 37: 587-612.
- Bergam. E.C., S.O. Imenes, D. Hojo, T.B. Campos, A.P. Takemtsu & M.L.F.S. Macellaro. 1984.** Levantamento da entomofauna na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). O Biológico 50: 209-236.
- Cardenas, E., A. Morales & M. Torres. 2001.** Life cycle and reproductive parameters of *Clerada apicicornis* Signoret (Hemiptera: Lygaeidae) under laboratory conditions. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 96: 127-131.

- Carvalho, R.S., E.F. Vilela, M. Borges & J.C. Zanuncio. 1995.** Comportamento de acasalamento do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) em laboratório. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24: 165-171.
- 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. Journal of Economic Entomology 95: 1159-1168.
- DeBach, P. & K.S. Hagen. 1964.** Manipulação of entomophagous species, p. 429-458. In P. DeBach (ed.), Biological control of insect pests and weeds. London, Chapman & Hall.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1997.** Effects of mating status on body weight, oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Annals of the Entomological Society of America 90: 121-127.
- Didonet, J., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio & E.F. Vilela. 1996.** Influência da temperatura na reprodução e na longevidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 25: 117-123.
- Evangelista Jr., W.S., M.G.C. Gondim Jr., J.B. Torres & E.J. Marques. 2003.** Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology 32: 677-684.
- Evangelista Jr., W.S., M.G.C. Gondim Jr. & J.B. Torres. 2004.** Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39: 413-420.
- Fehr, W.R. & C.E. Caviness. 1977.** Stages of soybean development. Ames, Iowa State University, 21p.
- Figueiredo, A.M. & M.L. Santos. 2005.** Evolução das vantagens comparativas do Brasil no comércio mundial de soja. Revista de Política Agrícola 14: 9-16.
- Force, D.C. & P.S. Messenger. 1964.** Fecundity, reproductive rates, and innate

- capacity for increase of three parasites of *Therioaphis maculata* (Buckton). Ecology 45: 706-715.
- Grazia, J. & R. Hildebrand. 1986.** Hemípteros predadores de insetos, p. 21-37. In Encontro Sul-Brasileiro de Controle Biológico de Pragas, 1, AEAPF/EMBRAPA-CNPT. 262p.
- Hsin, C. & Y. Ta-Chi. 2003.** Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* (Thunberg) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Mysus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology 32: 327-333.
- Kawagoe, T., N. Suzuki & K. Matsumoto. 2001.** Multiple mating reduces longevity of females of the windmill butterfly *Atrophaneura alcinous*. Ecological Entomology 26: 258-269.
- Krebs, C.J. 1994.** Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4th, New York, Harper Collins College Publishers, 801p.
- Lima, A.C.S. & F.M. Lara. 2004.** Resistance of soybean genotypes to the silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotropical Entomology 33: 071-075.
- Lotka, A.J. 1907.** Studies on the mode of growth of material aggregates. American Journal of Science 24: 199-216.
- Lustosa, P.R., J.C. Zanuncio, G.L.D. Leite & M.C. Picanço. 1999.** Qualidade da semente e senescência de genótipos de soja sob dois níveis de infestação de percevejos (Pentatomidae). Pesquisa Agropecuária Brasileira 34: 1347-1351.
- Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz & C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational Aspects. Journal of Economic Entomology 93: 511-518.
- Manzano, M.R., J.C. Van-Lenteren & C. Cardona. 2002.** Intrinsic rate of population increase of *Amitus fuscipennis* MacGown and Nebeker (Hym., Platygasteridae) according to climatic conditions and bean cultivar. Journal of Applied Entomology 126: 34-39.
- McPherson, J.E. 1982.** The Pentatomoidea (Hemiptera) of Northeastern North

- America. South Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville. 240 p.
- Medeiros, R.S., W.P. Lemos & R.S. Ramalho. 1998.** Efeitos da temperatura na biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Brasileira de Entomologia 42: 121-130.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, W.P. Lemos & J.C. Zanuncio. 2000.** Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). Journal of Applied Entomology 124: 319-324.
- Medeiros, R.S., F.S. Ramalho, J.C. Zanuncio & J.E. Serrão. 2003.** Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. Journal of Applied Entomology 127: 209-213.
- Medeiros, R.S., A.M.C. da Silva, J.C. Zanuncio, F.S. Ramalho, J.E. Serrão & P.R. Cecon. 2004.** Oviposition pattern of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) under different temperatures. Biocontrol Science and Technology 14: 487-498.
- Michel, B. 1994.** Entomofauna de los algodones paraguayos: Hemiptera Heteroptera. Ministério de Agricultura y Ganadería, 132p.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio E. Vinha & F.S. Ramalho. 2001.** Daily rate of egg laying of the predator *Podisus rostralis* (Stål, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) under different feeding intervals. Revista Brasileira de Entomologia 45: 1-5.
- Moreira, A.L., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & R.N. Guedes. 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.
- Moreira, L.A., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & C.H. Bruckner. 1995.** Tabelas de fertilidade e esperança de vida de *Thynacantha marginata* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* L.

- (Coleoptera: Tenebrionidae) e folhas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Revista Brasileira de Zoologia 12: 255-261.
- Mueller, C.C. & M. Bustamante. 2002.** Análise da expansão da soja no Brasil. In: Exame da sustentabilidade ambiental atual da soja no Brasil. WWW Brasil. 8p.
- Oliveira, V.C., R.P., Mello & R.F. Santos. 2002a.** Bionomic aspects of *Pattonella intermutans* (Thomson, 1869) (Diptera, Sarcophagidae) under laboratory conditions. Brazilian Archives of Biology and Technology 45: 473-477.
- Oliveira, J.E.M., J.B. Torres, A.F. Carrano-Moreira & R. Barros. 2002b.** Efeito das plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). Neotropical Entomology 31: 101-108.
- Omkar & G. Mishra. 2005.** Mating in aphidophagous ladybirds: costs and benefits. Journal of Applied Entomology 129: 432–436.
- Price, P.W. 1997.** Insect Ecology. 3rd ed. New York, John Wiley & Sons, 874 p.
- Rabinovich, J.E. 1978.** Ecología de poblaciones animales. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 114 p.
- Sahayaraj, K. & M.G. Paulraj. 2001.** Rearing and life table of the reduviid predator *Rhynocoris marginatus* Fab. (Het. Reduviidae) on *Spodoptera litura* Fab. (Lep. Noctuidae) larvae. Journal of Applied Entomology 125: 321-325.
- Saini, E.D. 1985.** Identification of the eggs of pentatomids (Heteroptera) found in soybean crops. Review of Applied Entomology 73: 782.
- Santos, T.M. & A.L. Boiça Jr. 2002.** Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. Scientia Agrícola 59: 671-675.
- SAS Institute, 1997.** User`s guide: statistics. Version G.12. SAS Institute Cary, NC, USA.

- Silveira Neto, S., O. Nakano & D. Bardini. 1976.** Manual de ecologia de insetos. Agronômica Ceres, 419 p.
- Smil, V. 2000.** Magic beans. *Nature* 407: 567.
- Stark, J.D. & J.E. Banks. 2003.** Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology* 48: 505-519.
- Southwood, T.R.E. 1978.** Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. 2nd ed. Chapman and Hall. London, 555 p.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & M.C. Oliveira. 1997.** Mating frequency and its effect on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 62: 491-498.
- Vivan, L.M., J.B. Torres, R. Barros & A.F.S.L. Veiga. 2002.** Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y de la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernadero. *Revista de Biología Tropical* 50: 145-153.
- Wang, X.P., Y.L. Fang & Z.N. Zhang. 2005.** Effect of male and female multiple mating on the fecundity, fertility, and longevity of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Journal of Applied Entomology* 129: 39-42.
- Wittmeyer, J.L. & T.A. Coudron. 2001.** Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. *Journal of Economic Entomology* 94: 1344-1352.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, R.C. Sartório & J.E.M. Leite. 1992a.** Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 21: 245-251.
- Zanuncio, J.C., R.N.C. Guedes, A.P. Cruz & A.M. Moreira. 1992b.** Eficiência do *Bacillus thuringiensis* e de deltametrina, em aplicação aérea, para o controle de *Thyrintaina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) em eucaliptal no Pará. *Acta Amazônica* 22: 485-492.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous

predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management* 65: 65-73.

Zanuncio, J.C., M.C. Lacerda, J.S. Zanuncio, T.V. Zanuncio, A.M.C. da 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.

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

Tabela 1. Taxa líquida de reprodução (R_o), duração de uma geração (dias) (DG), tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (dias) (TD), razão infinitesimal de aumento (r_m) e razão finita de aumento (λ) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) criados em plantas de soja com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) com diferentes acasalamentos. Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

Trat.	R_o	DG	TD	r_m	λ
T1	115,34 ± 15,65b	54,24 ± 2,09a	7,90 ± 0,33a	0,09 ± 0,003b	1,09 ± 0,004b
T2	184,86 ± 23,04a	52,11 ± 2,64a	6,91 ± 0,22b	0,10 ± 0,003a	1,10 ± 0,003a
T3	209,27 ± 28,91a	54,87 ± 2,62a	7,11 ± 0,25b	0,10 ± 0,003a	1,10 ± 0,004a
T4	182,03 ± 27,01a	49,88 ± 2,18a	6,63 ± 0,19b	0,10 ± 0,003a	1,10 ± 0,003a

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

T1- um período de acasalamento- um casal de *P. nigrispinus* junto por cinco dias e, posteriormente, separados definitivamente; T2- Rodízio de machos- casais juntos por cada cinco dias e, posteriormente, feito um rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- Períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* com fêmeas por cinco dias e separados por dez dias durante todo o ciclo; T4- Contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* mantidos juntos durante todo o ciclo.

Tabela 2. Tabela de esperança de vida de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a um período de acasalamento- um casal de *P. nigrispinus* junto por cinco dias e, posteriormente, separados definitivamente (T1). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

x	Lx	dx	sx	lx	ex	qx	Ex	tx	Fase
1	40	20	0,50	1,00	6,13	0,50	30,00	245,00	Imatura
2	20	0	1,00	0,50	10,75	0,00	20,00	215,00	
3	20	1	0,95	0,50	9,75	0,05	19,50	195,00	
4	19	2	0,89	0,48	9,24	0,11	18,00	175,50	
5	17	0	1,00	0,43	9,26	0,00	17,00	157,50	Adulta
6	17	0	1,00	0,43	8,26	0,00	17,00	140,50	
7	17	2	0,88	0,43	7,26	0,12	16,00	123,50	
8	15	1	0,93	0,38	7,17	0,07	14,50	107,50	
9	14	1	0,93	0,35	6,64	0,07	13,50	93,00	
10	13	1	0,92	0,33	6,12	0,08	12,50	79,50	
11	12	1	0,92	0,30	5,58	0,08	11,50	67,00	
12	11	0	1,00	0,28	5,05	0,00	11,00	55,50	
13	11	1	0,91	0,28	4,05	0,09	10,50	44,50	
14	10	0	1,00	0,25	3,40	0,00	10,00	34,00	
15	10	1	0,90	0,25	2,40	0,10	9,50	24,00	
16	9	4	0,56	0,23	1,61	0,44	7,00	14,50	
17	5	2	0,60	0,13	1,50	0,40	4,00	7,50	
18	3	1	0,67	0,08	1,17	0,33	2,50	3,50	
19	2	2	0,00	0,05	0,50	1,00	1,00	1,00	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; dx= número de indivíduos mortos durante a idade x; sx= taxa de sobrevivência durante a idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; ex= esperança de vida para indivíduos de idade x; qx= razão de mortalidade no intervalo de idade x; Ex= estrutura etária; tx= número acumulado de indivíduos vivos.

Tabela 3. Tabela de esperança de vida de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a rodízio de machos- cada fêmea junto por cinco dias com machos em rodízio entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo (T2). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

X	Lx	dx	sx	lx	ex	qx	Ex	tx	Fase
1	23	3	0,87	1,00	7,98	0,13	21,50	183,5	Imatura
2	20	0	1,00	0,87	8,10	0,00	20,00	162,0	
3	20	1	0,95	0,87	7,10	0,05	19,50	142,0	
4	19	2	0,89	0,83	6,45	0,11	18,00	122,5	
5	17	0	1,00	0,74	6,15	0,00	17,00	104,5	Adulta
6	17	1	0,94	0,74	5,15	0,06	16,50	87,5	
7	16	1	0,94	0,70	4,44	0,06	15,50	71,0	
8	15	3	0,80	0,65	3,70	0,20	13,50	55,5	
9	12	1	0,92	0,52	3,50	0,08	11,50	42,0	
10	11	2	0,82	0,48	2,77	0,18	10,00	30,5	
11	9	4	0,56	0,39	2,28	0,44	7,00	20,5	
12	5	0	1,00	0,22	2,70	0,00	5,00	13,5	
13	5	2	0,60	0,22	1,70	0,40	4,00	8,5	
14	3	1	0,67	0,13	1,50	0,33	2,50	4,5	
15	2	1	0,50	0,09	1,00	0,50	1,50	2,0	
16	1	1	0,00	0,04	0,50	1,00	0,50	0,5	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; dx= número de indivíduos mortos durante a idade x; sx= taxa de sobrevivência durante a idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; ex= esperança de vida para indivíduos de idade x; qx= razão de mortalidade no intervalo de idade x; Ex= estrutura etária; tx= número acumulado de indivíduos vivos.

Tabela 4. Tabela de esperança de vida de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a períodos intermitentes de acasalamento- macho de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com a fêmea por cinco dias e afastado por períodos de dez dias durante todo o ciclo (T3). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

x	Lx	dx	sx	lx	ex	qx	Ex	tx	Fase
1	25	5	0,80	1,00	8,86	0,20	22,50	221,50	Imatura
2	20	0	1,00	0,80	9,95	0,00	20,00	199,00	
3	20	1	0,95	0,80	8,95	0,05	19,50	179,00	
4	19	2	0,89	0,76	8,39	0,11	18,00	159,50	
5	17	1	0,94	0,68	8,32	0,06	16,50	141,50	Adulta
6	16	1	0,94	0,64	7,81	0,06	15,50	125,00	
7	15	0	1,00	0,60	7,30	0,00	15,00	109,50	
8	15	1	0,93	0,60	6,30	0,07	14,50	94,50	
9	14	1	0,93	0,56	5,71	0,07	13,50	80,00	
10	13	0	1,00	0,52	5,12	0,00	13,00	66,50	
11	13	1	0,92	0,52	4,12	0,08	12,50	53,50	
12	12	2	0,83	0,48	3,42	0,17	11,00	41,00	
13	10	1	0,90	0,40	3,00	0,10	9,50	30,00	
14	9	2	0,78	0,36	2,28	0,22	8,00	20,50	
15	7	3	0,57	0,28	1,79	0,43	5,50	12,50	
16	4	1	0,75	0,16	1,75	0,25	3,50	7,00	
17	3	1	0,67	0,12	1,17	0,33	2,50	3,50	
18	2	2	0,00	0,08	0,50	1,00	1,00	1,00	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; dx= número de indivíduos mortos durante a idade x; sx= taxa de sobrevivência durante a idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; ex= esperança de vida para indivíduos de idade x; qx= razão de mortalidade no intervalo de idade x; Ex= estrutura etária; tx= número acumulado de indivíduos vivos.

Tabela 5. Tabela de esperança de vida de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido ao contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo (T4). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

X	Lx	dx	sx	lx	ex	qx	Ex	tx	Fase
1	23	3	0,87	1,00	8,02	0,13	21,50	184,50	Imatura
2	20	0	1,00	0,87	8,15	0,00	20,00	163,00	
3	20	1	0,95	0,87	7,15	0,05	19,50	143,00	
4	19	2	0,89	0,83	6,50	0,11	18,00	123,50	
5	17	1	0,94	0,74	6,21	0,06	16,50	105,50	Adulta
6	16	0	1,00	0,70	5,56	0,00	16,00	89,00	
7	16	1	0,94	0,70	4,56	0,06	15,50	73,00	
8	15	2	0,87	0,65	3,83	0,13	14,00	57,50	
9	13	4	0,69	0,57	3,35	0,31	11,00	43,50	
10	9	2	0,78	0,39	3,61	0,22	8,00	32,50	
11	7	1	0,86	0,30	3,50	0,14	6,50	24,50	
12	6	1	0,83	0,26	3,00	0,17	5,50	18,00	
13	5	1	0,80	0,22	2,50	0,20	4,50	12,50	
14	4	1	0,75	0,17	2,00	0,25	3,50	8,00	
15	3	1	0,67	0,13	1,50	0,33	2,50	4,50	
16	2	1	0,50	0,09	1,00	0,50	1,50	2,00	
17	1	1	0,00	0,04	0,50	1,00	0,50	0,50	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; dx= número de indivíduos mortos durante a idade x; sx= taxa de sobrevivência durante a idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; ex= esperança de vida para indivíduos de idade x; qx= razão de mortalidade no intervalo de idade x; Ex= estrutura etária; tx= número acumulado de indivíduos vivos.

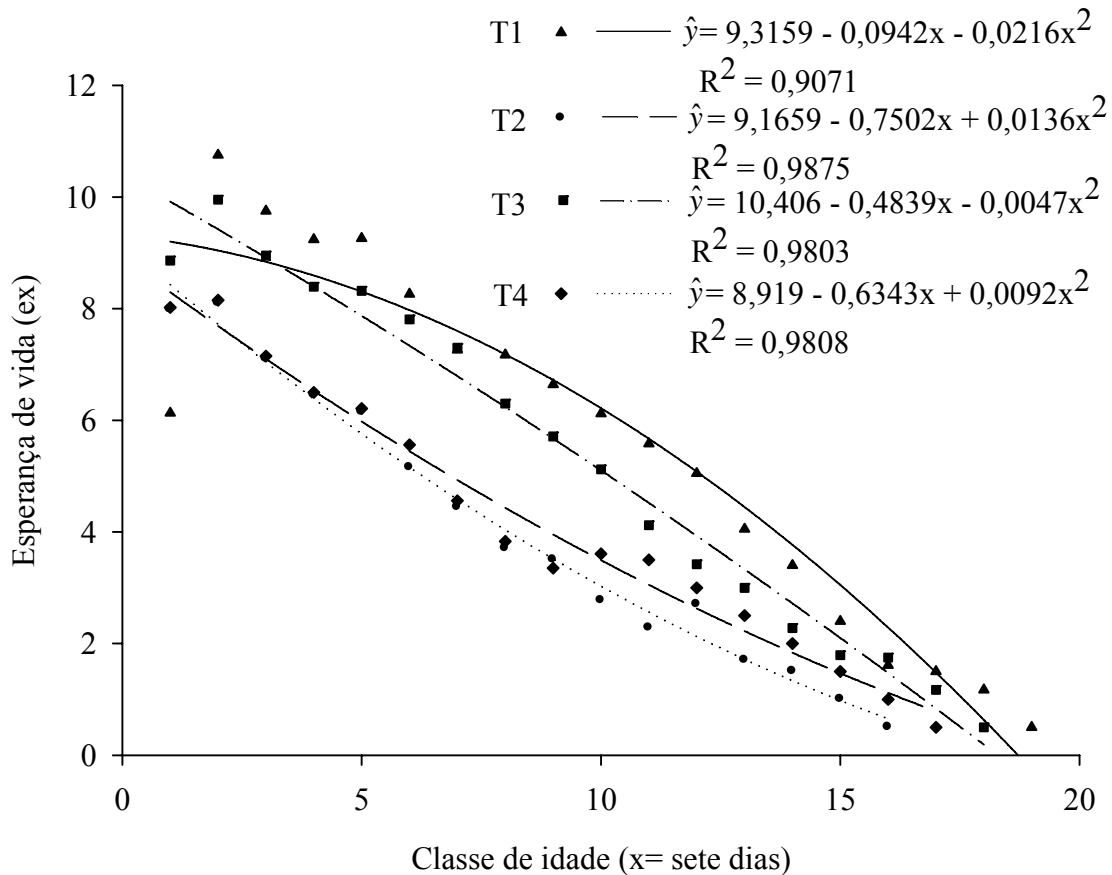


Figura 1. Curvas de regressão para a esperança de vida do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja nos tratamentos: T1- um período de acasalamento- casais de *P. nigrispinus* junto por cinco dias e, posteriormente, separados definitivamente; T2- rodízio de machos- casais juntos por cinco dias e, posteriormente, feito um rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- períodos intermitentes de acasalamento - macho de *P. nigrispinus* com a fêmeas por cinco dias, e afastado, por dez dias cada vez, durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo. Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil.

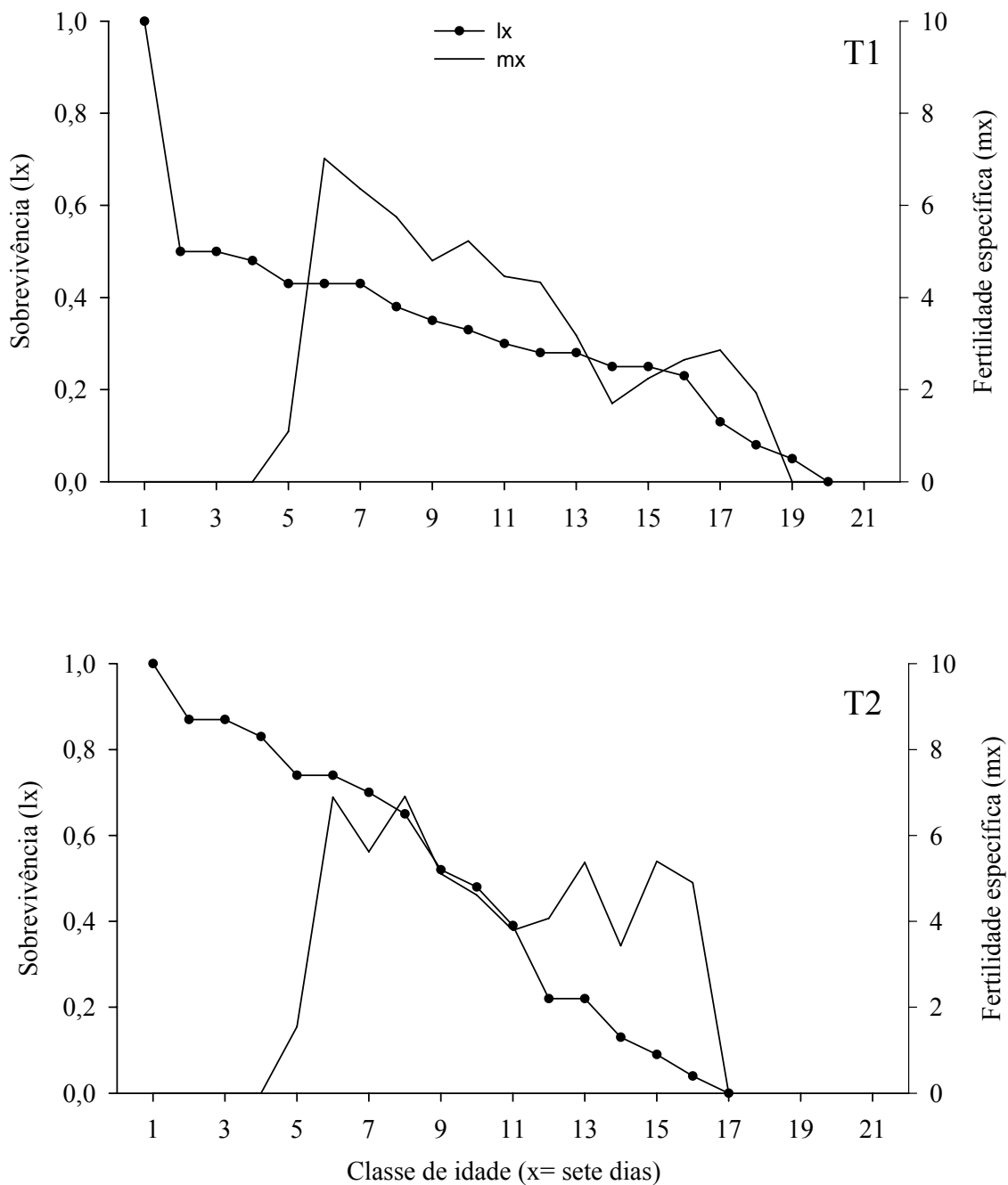


Figura 2. Sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja nos tratamentos: T1- um período de acasalamento- casais de *P. nigrispinus* junto por cinco dias e, posteriormente, separados definitivamente; T2- rodízio de machos- casais junto por cinco dias e, posteriormente, feito um rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo. Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil.

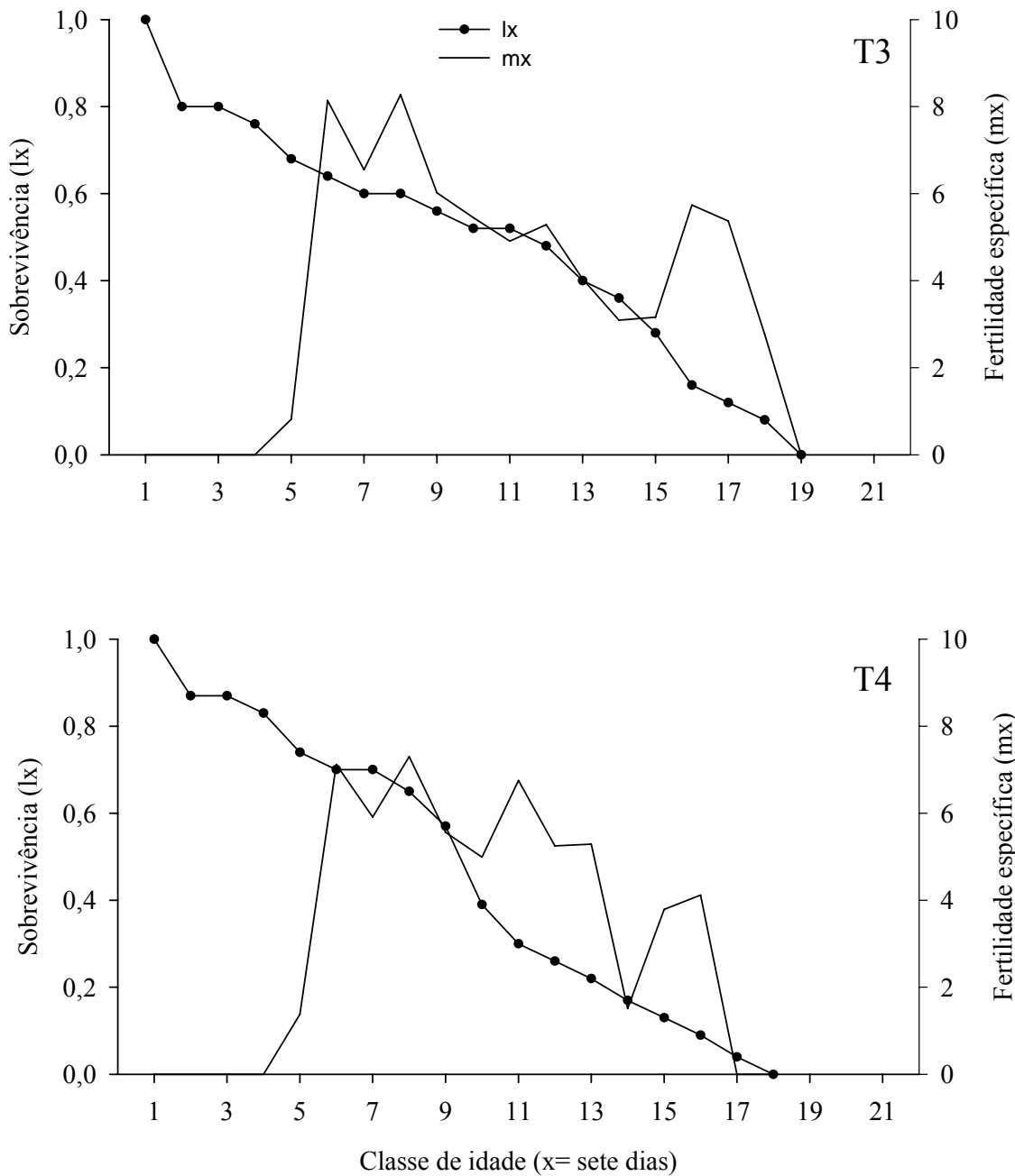


Figura 3. Sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja nos tratamentos: T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* com fêmeas por cinco dias e afastados por dez dias, a cada vez, durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo. Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil.

Tabela 6. Tabela de fertilidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com um período de acasalamento- casais de *P. nigrispinus* junto por cinco dias e separados definitivamente (T1). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

x	Lx	lx	mx	lxx	lx ²	Fase
1	40	1,00	0,00	0,00	0,00	Imatura
2	20	0,50	0,00	0,00	0,00	
3	20	0,50	0,00	0,00	0,00	
4	19	0,48	0,00	0,00	0,00	
5	17	0,43	1,09	0,47	2,34	Adulta
6	17	0,43	7,02	3,02	18,12	
7	17	0,43	6,36	2,74	19,16	
8	15	0,38	5,75	2,19	17,49	
9	14	0,35	4,8	1,68	15,12	
10	13	0,33	5,23	1,73	17,26	
11	12	0,30	4,46	1,34	14,71	
12	11	0,28	4,33	1,21	14,56	
13	11	0,28	3,18	0,90	11,56	
14	10	0,25	1,70	0,42	5,95	
15	10	0,25	2,24	0,56	8,42	
16	9	0,23	2,65	0,61	9,74	
17	5	0,13	2,86	0,37	6,33	
18	3	0,08	1,93	0,15	2,78	
19	2	0,05	0,00	0,00	0,00	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; mx= número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x.

Tabela 7. Tabela de fertilidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a rodízio de machos- casais juntos por cinco dias e, posteriormente, feito um rodízio de machos entre as parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo (T2). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

x	Lx	lx	mx	l _x m _x	x _l x _m x	Fase
1	23	1,00	0,00	0,00	0,00	Imatura
2	20	0,87	0,00	0,00	0,00	
3	20	0,87	0,00	0,00	0,00	
4	19	0,83	0,00	0,00	0,00	
5	17	0,74	1,55	1,15	5,74	Adulta
6	17	0,74	6,89	5,10	30,58	
7	16	0,70	5,62	3,94	27,56	
8	15	0,65	6,91	4,49	35,96	
9	12	0,52	5,11	2,66	23,94	
10	11	0,48	4,61	2,21	22,15	
11	9	0,39	3,79	1,48	16,27	
12	5	0,22	4,07	0,89	10,73	
13	5	0,22	5,37	1,18	15,35	
14	3	0,13	3,43	0,45	6,25	
15	2	0,09	5,40	0,49	7,29	
16	1	0,04	4,90	0,20	3,14	

x= idade (x= sete dias); L_x= número de sobreviventes no começo da idade x; l_x= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; m_x= número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x.

Tabela 8. Tabela de fertilidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* juntos com fêmeas por cinco dias e afastados por dez dias durante todo o ciclo (T3). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

x	Lx	lx	mx	lxmx	xlxmx	Fase
1	25	1,00	0,00	0,00	0,00	Imatura
2	20	0,80	0,00	0,00	0,00	
3	20	0,80	0,00	0,00	0,00	
4	19	0,76	0,00	0,00	0,00	
5	17	0,68	0,82	0,56	2,78	Adulta
6	16	0,64	8,14	5,21	31,28	
7	15	0,60	6,55	3,93	27,52	
8	15	0,60	8,27	4,96	39,69	
9	14	0,56	6,02	3,37	30,35	
10	13	0,52	5,45	2,83	28,34	
11	13	0,52	4,91	2,55	28,08	
12	12	0,48	5,29	2,54	30,50	
13	10	0,40	4,04	1,62	21,02	
14	9	0,36	3,09	1,11	15,58	
15	7	0,28	3,16	0,88	13,27	
16	4	0,16	5,74	0,92	14,69	
17	3	0,12	5,37	0,64	10,95	
18	2	0,08	2,77	0,22	3,99	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; mx= número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x.

Tabela 9. Tabela de fertilidade de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo (T4). Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil

x	Lx	lx	mx	lxx	lxmx	Fase
1	23	1,00	0,00	0,00	0,00	Imatura
2	20	0,87	0,00	0,00	0,00	
3	20	0,87	0,00	0,00	0,00	
4	19	0,83	0,00	0,00	0,00	
5	17	0,74	1,38	1,02	5,12	Adulta
6	16	0,70	7,12	4,96	29,74	
7	16	0,70	5,91	4,11	28,78	
8	15	0,65	7,3	4,76	38,08	
9	13	0,57	5,56	3,14	28,26	
10	9	0,39	4,99	1,95	19,53	
11	7	0,30	6,75	2,05	22,60	
12	6	0,26	5,25	1,37	16,44	
13	5	0,22	5,29	1,15	14,95	
14	4	0,17	1,51	0,26	3,67	
15	3	0,13	3,79	0,49	7,41	
16	2	0,09	4,12	0,36	5,74	
17	1	0,04	0,00	0,00	0,00	

x= idade (x= sete dias); Lx= número de sobreviventes no começo da idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; mx= número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x.

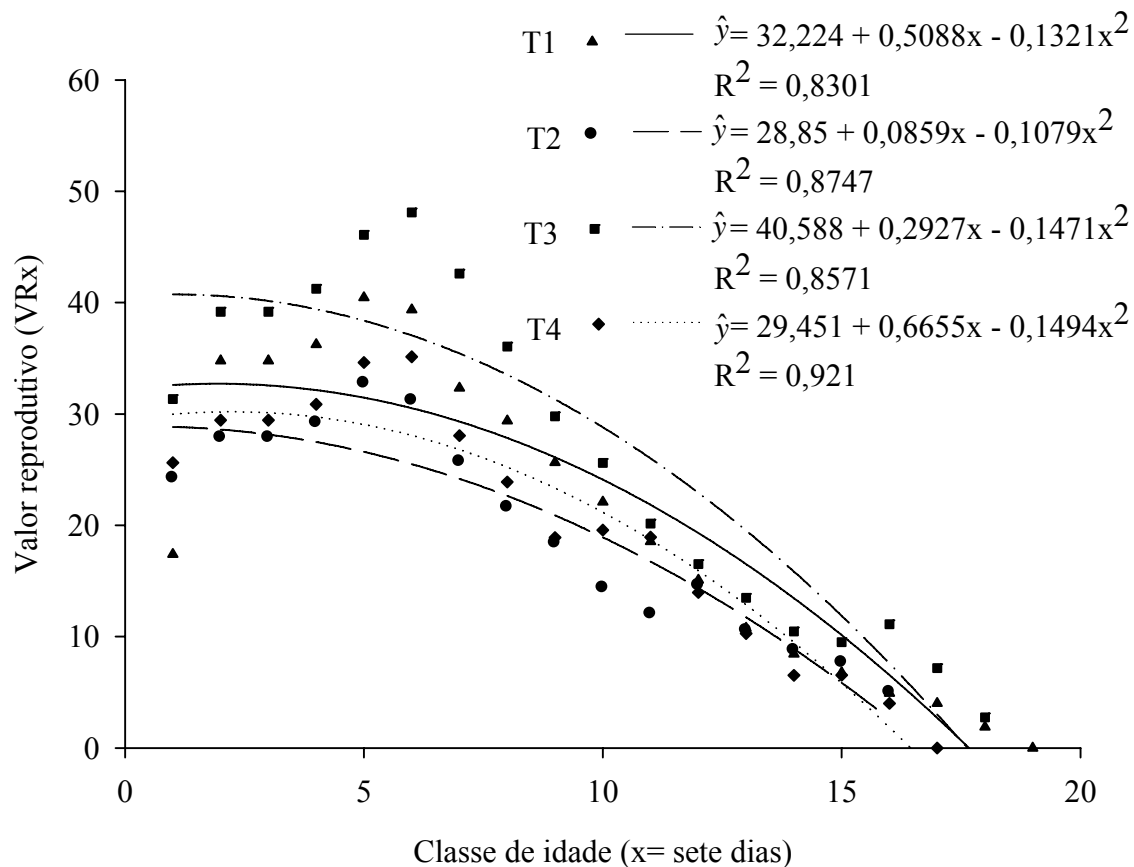


Figura 4. Curvas de regressão para o valor reprodutivo do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja nos tratamentos: T1- um período de acasalamento- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* junto por cinco dias e, separados definitivamente; T2- rodízio de machos- fêmeas com diferentes machos por cinco dias em rodízio de machos entre parcelas, de forma aleatória, durante todo o ciclo; T3- períodos intermitentes de acasalamento- machos de *P. nigrispinus* com as fêmeas por cinco dias e afastados por dez dias durante todo o ciclo; T4- contato contínuo- machos e fêmeas de *P. nigrispinus* juntos durante todo o ciclo. Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil.

CAPÍTULO 3

Morfologia da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) após o acasalamento e no término da fertilidade em plantas de soja



ABSTRACT - The spermateca of insects stores and maintain the viability of spermatozoids for longer periods but their amount may not be enough to fertilize the eggs during the whole life cycle with only one mating for Asopinae females. The objective was to evaluate the morphology of the spermateca of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) after the mating and at the end of the fertility period. Nymphs of *P. nigrispinus* were reared on soy plants with *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae. Forty adults of this predator were mated after four days of their emergency, during five days, after which the females were individualized in conditions similar to those of the nymphs. The treatments were: T1- ten females of *P. nigrispinus* were dissected soon after the mating to remove their espermateca; T2- ten females of *P. nigrispinus* were dissected after 37 days of their emergency when egg viability reached zero. Four spermatecas, two per treatment, were analyzed in electronic microscope and the others included in historesin and cut in 5µm slices, which were red-faced with blue toluidin or submitted to histochemical test of mercury bromofenol to evidence the total proteins, and PAS for neutral carbohydrates and glicoconjugates. The spermateca of *P. nigrispinus* of the T1 were round and larger with bigger amount of spermatozoids and other secretions in its interior than those of the T2. The spermateca of females of the T2 were prolonged and empty with its external epithelium folded. The total protein was concentrated on the stored content and the carbohydrates in the epithelium of the spermateca. The terminal gland of the spermateca of *P. nigrispinus* is formed by secretory cells, which are, possibly, related to the maintenance of the viability and survival of the spermatozoids.

KEY WORDS: Pentatomidae, reproduction, spermatozoids.

RESUMO - A espermateca de insetos armazena e mantém a viabilidade de espermatozóides por períodos prolongados, mas a quantidade dos mesmos pode não ser suficiente para fertilizar os ovos durante todo o ciclo de vida de percevejos com, apenas, um período de acasalamento. O objetivo foi avaliar a morfologia da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) após o acasalamento e no término da fertilidade. Ninfas de *P. nigrispinus* foram criadas em plantas de soja com pupas de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae). Quarenta adultos desse predador foram acasalados após quatro dias da emergência, durante cinco dias, após o qual as fêmeas foram individualizadas em condições semelhantes à das ninfas. Os tratamentos foram: T1- dez fêmeas de *P. nigrispinus* foram dissecadas logo após o acasalamento para a retirada da espermateca; T2- dez fêmeas de *P. nigrispinus* foram dissecadas após 37 dias da emergência quando a viabilidade de seus ovos chegou a zero. Quatro espermatecas, duas de cada tratamento, foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura e as demais incluídas em historesina e cortadas em cortes de 5µm, os quais foram corados com azul de toluidina ou submetidos a testes histoquímicos de mercúrio bromofenol, para se evidenciar as proteínas totais, e PAS, para carboidratos neutros e glicoconjugados. As espermatecas de fêmeas do T1 apresentaram aspecto arredondado e maior tamanho que as do T2, epitélio externo liso e grande quantidade de espermatozóides e outras secreções no seu interior. As espermatecas no T2 apresentaram-se alongadas e vazias, com o epitélio externo formando dobras. As proteínas totais concentraram-se no conteúdo armazenado e os carboidratos no epitélio da espermateca. A glândula terminal da espermateca de *P. nigrispinus* é formada por células secretoras, as quais estão, possivelmente, relacionadas à manutenção da viabilidade e sobrevivência dos espermatozóides.

PALAVRAS-CHAVE: Pentatomidae, reprodução, espermatozóides.

INTRODUÇÃO

A espermateca de insetos desempenha funções essenciais para a reprodução por estocar espermatozóides transferidos pelos machos durante o acasalamento, manter a viabilidade dos mesmos por períodos prolongados e liberá-los para fertilização dos ovos (Lay et al. 1999, Cruz-Landim 2002, Martins et al. 2005).

Os espermatozóides e secreções de diferentes origens como as produzidas por células específicas de glândulas acessórias da espermateca, são encontradas no receptáculo desse órgão. Essas secreções podem ser importantes para a manutenção da viabilidade, motilidade e função dos espermatozóides (Lay et al. 1999). Além disso, secreções de glândulas acessórias do aparelho reprodutor do macho são, também, transferidas para a espermateca durante o acasalamento e podem estimular a produção e deposição de ovos, além de influenciar o comportamento sexual de alguns insetos (Ravi Ram et al. 2005). Peptídeos em secreções da glândula acessória do macho de *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche & Fairmaire) (Orthoptera: Acrididae) causam contrações no oviduto de suas fêmeas (Paemen et al. 1991). Por outro lado, a secreção da glândula da espermateca de *Anthonomous grandis* (Boheman) (Coleoptera: Curculionidae) apresenta substâncias quimiostáticas responsáveis pelo transporte e migração dos espermatozóides (Grodner & Steffens 1978).

A morfologia da espermateca e os mecanismos de manutenção e liberação dos espermatozóides do percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) ao longo do tempo não são conhecidos. No entanto, a espermateca de fêmeas virgens e copuladas de *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) mostra grande dilatação para aquelas acasaladas (Legaspi et al. 1994). Mudanças pós-copulatórias no receptáculo da espermateca dos percevejos *Nezara antennata* (Scott) e *Nezara viridula* (Linnaeus) (Heteroptera: Pentatomidae) foram utilizadas para identificar cruzamentos intra e interespecíficos dessas espécies (Kon et al. 1993). Fêmeas de *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) (Diptera: Psychodidae) apresentam um complexo espermatecal com duas a três espermatecas importantes na seleção sexual pós-

copulatória dessa espécie (Ilango 2005a). Além disso, as fêmeas de *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae) podem armazenar, diferencialmente, espermatozóides de machos competidores em suas três espermatecas (Fritz & Turner 2002).

Os espermatozóides armazenados na espermateca de *P. nigrispinus* não são suficientes para fertilizar os ovos sem copulas adicionais, durante o ciclo de vida desse inimigo natural (Capítulo I). Além disso, a viabilidade e motilidade dos espermatozóides podem decrescer ao longo do tempo de estocagem e o volume da espermateca pode ser insuficiente para armazenar a quantidade adequada de espermatozóides, ou conter espermatozóides morfológicamente diferentes e não aptos para a fertilização dos ovos (Bernasconi & Hellriegel 2005). Isto torna necessária a ocorrência de acasalamentos múltiplos para manter-se a viabilidade dos ovos, como relatado para *N. viridula* e *N. antennata* (Kon et al. 1993), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus), *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) e *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) (Omkar & Mishra 2005).

O objetivo foi avaliar mudanças morfológicas da espermateca de *P. nigrispinus*, após o acasalamento e do término da fertilidade dos ovos desse predador, em plantas de soja do cultivar Conquista.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Plantio da soja

O cultivar utilizado foi o MG/BR- 46 (Conquista) de sementes obtidas da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e semeadas em vasos plásticos (33 cm de diâmetro de boca x 31 cm de altura x 24 cm de diâmetro de base) com capacidade para 16 litros, preenchidos com mistura de terra e composto orgânico (3:1) em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia (UFV). As plantas de soja foram, irrigadas diariamente e desbastadas no estádio V3, mantendo-se duas plantas de soja por vaso. A catação manual e o esmagamento dos insetos foram

utilizados para o controle de pragas, quando necessário.

2. Obtenção das ninfas

As ninfas de *P. nigrispinus* foram provenientes da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), onde são criadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Posturas e ninfas de primeiro estágio de *P. nigrispinus* foram mantidas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada. Sessenta ninfas de *P. nigrispinus*, no início do segundo estágio, foram transferidas para seis sacos de tecido de organza branca (20 x 30 cm), em grupos de 10, envolvendo plantas de soja do cultivar Conquista, a partir do estágio vegetativo V4 (>30 dias da emergência) e alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) da criação massal do insetário da UFV. A água foi borrifada, diariamente, na superfície dos sacos de tecido organza e a mudança de estágio do predador *P. nigrispinus* foi obtida pela sua morfologia externa e presença de exúvia.

3. Obtenção dos adultos de *Podisus nigrispinus* e montagem do experimento

Adultos de *P. nigrispinus*, com menos de 24 horas da emergência e provenientes da terceira geração, na cultivar de soja Conquista foram sexados, pesados em balança com precisão de 0,1 mg, individualizados em sacos de organza branca (20 x 30 cm) envolvendo uma folha de soja e acasalados aos quatro dias de idade, com um casal por saco de organza (Zanuncio et al. 1992).

Os casais de *P. nigrispinus* permaneceram juntos por um período de cinco dias, após o qual os machos foram retirados, permanecendo, apenas, a fêmea nos sacos de organza. A água foi borrifada diariamente sobre os sacos de organza e as fêmeas de *P. nigrispinus* receberam quatro pupas de *T. molitor* duas vezes por semana.

Os tratamentos foram: T1- dez fêmeas de *P. nigrispinus* foram dissecadas após cinco dias com o macho, para a retirada da espermateca e T2- dez fêmeas de *P. nigrispinus* tiveram a viabilidade dos ovos acompanhada diariamente e foram dissecadas após 37 dias da emergência, quando a porcentagem de ovos viáveis chegou à zero. As posturas das fêmeas do T2 foram coletadas, diariamente, e acondicionadas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada e as ninfas contadas 24 horas após a eclosão.

As fêmeas de *P. nigrispinus* foram dissecadas no laboratório de Biologia Molecular e Celular, Citogenética e Histologia Reprodutiva do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa. As espermatecas retiradas foram acondicionadas em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL com fixador Zamboni (Stefanini et al. 1967) e mantidos à temperatura ambiente.

Quatro espermatecas de *P. nigrispinus*, duas por tratamento, foram desidratadas em série alcoólica crescente, transferidas para hexametildisilazone por cinco minutos, secas ao ar, metalizadas com ouro e analisadas em microscópio eletrônico de varredura Leo 1430VP. As demais espermatecas, após desidratadas em série alcoólica foram incluídas em historesina JB-4®. À seguir foram seccionadas em fatias de 5µm de espessura e coradas com azul de toluidina (O'Brian et al. 1964) ou submetidos a testes histoquímicos de mercúrio bromofenol, para se evidenciar as proteínas totais, e PAS, para os carboidratos neutros e glicoconjugados (Pearse 1985).

RESULTADOS

As espermatecas de *P. nigrispinus* do tratamento T1 apresentaram aspecto arredondado, superfície externa lisa, coloração amarelo clara e maior tamanho que as do T2 (Figura 1 A). As espermatecas nesse último tratamento apresentaram-se alongadas e vazias, com a superfície externa formando dobras (Figura 1 B).

A espermateca do predador *P. nigrispinus* é formada por cinco regiões

básicas: D- ducto de entrada e saída do fluído seminal; R- receptáculo, onde se concentra a maior parte do material armazenado; V- válvula; DM- ducto de ligação e tecido muscular e G- glândula terminal com câmara interna (Figura 2).

O receptáculo da espermateca de *P. nigrispinus* tem a parede formada por epiderme com uma camada única de células colunares. No seu interior, observou-se a presença de grande quantidade de espermatozóides e outras secreções (Figura 3).

Uma glândula terminal proeminente foi observada, tendo aspecto globular no T1 e alongada no T2 e coloração amarela escura (Figura 4 A e B). Uma cutícula espessa e uma câmara interna armazenadora de espermatozóides foram observadas no interior dessa glândula (Figura 5). As células da epiderme da glândula terminal apresentam aspecto característico de células secretoras, as quais são grandes e com núcleo proeminente (Figura 6). Esta glândula está ligada à espermateca por um ducto e um tecido muscular (Figura 7 A e B e 8).

A única via de entrada e saída de espermatozóides da espermateca é por um ducto que liga este órgão ao oviduto comum das fêmeas de *P. nigrispinus* (Figura 9).

As proteínas totais se concentraram no conteúdo armazenado (Figura 10 A) e os carboidratos neutros e glicoconjugados no epitélio do receptáculo da espermateca (Figura 10 B) sendo a concentração desses açúcares no epitélio desse órgão menor com o passar do tempo.

DISCUSSÃO

O aspecto arredondado, epitélio externo liso e maior tamanho da espermateca de fêmeas de *P. nigrispinus* do T1 concordam com o relatado para a espermateca de *P. maculiventris* após o acasalamento (Legaspi et al. 1994). A transferência dos espermatozóides e secreções para as fêmeas de *P. nigrispinus*, durante o acasalamento, dilatam o epitélio da espermateca e os espermatozóides armazenados fluem em direção ao oviduto comum, por um ducto, para fertilizar os ovos de *P. nigrispinus* por, até, 37 a 54 dias do acasalamento. No entanto, a

viabilidade dos ovos decresce, linearmente, até que a espermateca tenha formato alongado e vazio, com sua superfície formando dobras. Isto mostra a necessidade de novos acasalamentos, para suprimento de espermatozóides, manutenção da viabilidade dos ovos e potencialização da fecundidade de suas fêmeas (Hårdling & Kaitala 2005) e concorda com o relatado para fêmeas de *Dinarmus basalis* (Rond.) (Hymenoptera: Chalcidoidea, Pteromalidae) com depleção dos espermatozóides acumulados na espermateca por volta dos 21 dias após uma única cópula (Chevrier & Bressac 2002).

A capacidade limitada de armazenamento dos espermatozóides na única espermateca de *P. nigrispinus* pode ser uma característica evolutiva importante para esse inimigo natural. O esgotamento dos espermatozóides acumulados mostra que as fêmeas necessitam de novo acasalamento, o que pode ter efeitos positivos na qualidade genética dos descendentes (Jennions & Petrie 2000). No entanto, isto difere do relatado para fêmeas de *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) (Diptera: Psychodidae) (Ilango 2005a), *Phormia regina* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) (Merritt et al. 1994), Therevidae (Diptera: Asiloidea) (Wintertona et al. 1999), *A. suspensa* (Fritz & Turner 2002), *Asygyna huberi* e *A. Coddingtoni* (Theridiidae: Araneae) (Agnarsson 2006) que apresentam um complexo de até três espermatecas, conectadas por ductos, com grande capacidade de armazenamento. Além disso, as fêmeas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) armazenam os espermatozóides em dois órgãos diferentes, um complexo com duas ou três espermatecas e uma câmara de fertilização, o que resulta em economia de espermatozóides e maior intervalo entre acasalamentos (Twig & Boaz 2005). Esses grupos possuem estratégia evolutiva diferente dos Pentatomidae, possivelmente, por terem ciclo de vida mais curto e armazenarem grande quantidade de espermatozóides, além de usá-los de forma mais racional, evitando gastos de energia com acasalamentos múltiplos que poderiam reduzir sua longevidade (Chapman et al. 1995).

O receptáculo da espermateca de fêmeas de *P. nigrispinus* apresenta células epiteliais sem, aparentemente, atividade secretora e uma cutícula espessa que

evidencia a função armazenadora dessa região. Isto explica a presença de grande quantidade de espermatozóides e secreções, com aumento característico do volume dessa área da espermateca de fêmeas de *P. nigrispinus*, imediatamente, após o acasalamento. As secreções da espermateca são, possivelmente, derivadas do macho de *P. nigrispinus*, embora parte das mesmas possa ser produzida pela glândula terminal da espermateca. Isso concorda com relatos de secreções transferidas por machos, durante o acasalamento, para fêmeas de *N. viridula* e *N. antennata* (Kon et al. 1993). Tais secreções são absorvidas pelas fêmeas desses insetos em até cinco dias após o acasalamento, o que sustenta a hipótese de serem nutrientes promotores da reprodução (Kon et al. 1993, Fedorka & Mousseau 2002). Fêmeas de *Melipona bicolor* (Lepeletier) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) apresentam períodos prolongados de armazenamento dos espermatozóides (meses ou anos), mas removem aqueles danificados ou inviáveis por invaginações na cutícula e os digerem por espermiofagia em vesículas do citoplasma de células da epiderme da espermateca (Cruz-Landim 2002). As fêmeas de *P. nigrispinus*, aparentemente, não reciclam os espermatozóides inviáveis, por possuírem um período de armazenamento curto e uma camada grossa de cutícula revestindo o interior do receptáculo da espermateca.

A glândula terminal de *P. nigrispinus* foi semelhante àquela relatada como glândula acessória a espermateca de *P. maculiventris* (Legaspi et al. 1994), *N. viridula* e *N. antennata* (Kon et al. 1993), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Qazi et al. 1998), *P. papatasi* (Ilango 2005a,b), *Polistes erythrocephalus*, *P. similimus*, *P. Mischocyttarus cassununga*, *M. drewseni*, *Mischocyttarus* sp., e *Zethus miniatus* (Hymenoptera: Vespidae) (Martins et al. 2005). As células da glândula terminal de *P. nigrispinus*, possivelmente, produzem secreções liberadas no interior da câmara interna, mas a função dessas secreções não é conhecida, podendo estar relacionada à sobrevivência, motilidade e viabilidade dos espermatozóides (Lay et al. 1999). Isto se deve ao fato de, aparentemente, essas secreções se misturarem aos

mesmos, ainda, na glândula terminal, no interior da câmara interna e serem bombeadas para o receptáculo da espermateca por contrações do tecido muscular que liga essas duas regiões. Posteriormente, os espermatozóides migram através do ducto de entrada e saída de espermatozóides para o oviduto comum, pela própria motilidade e contrações musculares, para a fertilização dos ovos de *P. nigrispinus*.

As proteínas totais nas secreções acumuladas no receptáculo da espermateca podem melhorar o desempenho reprodutivo e nutritivo de fêmeas de *P. nigrispinus*. Essas proteínas acumuladas, possivelmente são metabolizadas pelas fêmeas desse predador para a produção de amino-ácidos livres usados no processo de ovogênese, como relatado para *Photinus ignitus* (Fall) e *Ellychnia corrusca* (LeConte) (Coleoptera: Lampyridae) (Rooney and Lewis 1999), o que explicaria a redução do período de pré-oviposição para fêmeas acasaladas (Torres et al. 1997). Isto concorda com relato de produção e secreção de uma mistura complexa de proteínas nas glândulas acessórias do sistema reprodutor de machos de *Drosophila melanogaster* (Meigen) (Diptera: Tephritidae) que irão compor o fluido seminal (Ravi Ram et al. 2005). Essas proteínas induzem mudanças fisiológicas e comportamentais nas fêmeas de *D. melanogaster*, com aumento da produção de ovos, da taxa de ovulação e capacidade de armazenamento de espermatozóides e redução da receptividade sexual e longevidade de fêmeas acasaladas (Wolfner 2002, Gillott 2003, Ravi Ram & Ramesh 2003, Chapman & Davies 2004, Wigby & Chapman 2005, Ravi Ram et al. 2005). A identificação dos tipos de proteínas do fluido seminal de *P. nigrispinus* é importante para se compreender seus efeitos na reprodução desse inimigo natural.

A maior concentração dos carboidratos neutros e glicoconjugados no epitélio do receptáculo da espermateca de *P. nigrispinus* no T1 que no T2 deve-se, possivelmente, à quebra desses carboidratos e posterior oxidação das moléculas de glicose, com produção de energia livre para o processo de contração do tecido muscular da espermateca durante a movimentação dos espermatozóides, o que explica a menor concentração desses açúcares na

epiderme desse órgão com o passar do tempo.

CONCLUSÕES

A espermateca do predador *P. nigrispinus* é formada por cinco regiões básicas: o ducto de entrada e saída do fluido seminal; o receptáculo da espermateca; uma válvula; um ducto de ligação e tecido muscular e uma glândula terminal com câmara interna. Logo após o acasalamento, a espermateca desse inimigo natural apresenta-se arredondada e com grande quantidade de espermatozóides e secreções, mas, ao longo do tempo torna-se alongada e vazia, com dobras em sua superfície, devido à depleção dos espermatozóides. As secreções armazenadas no receptáculo da espermateca, com os espermatozóides podem ter origem da glândula terminal e de glândulas acessórias do trato reprodutivo do macho de *P. nigrispinus*. Essas secreções são compostas por proteínas não identificadas, mas relacionadas à manutenção da viabilidade e motilidade dos espermatozóides e nutrição da fêmea. Por isto, podem afetar o comportamento e a fertilidade de fêmeas de *P. nigrispinus*.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- Agnarsson, I. 2006.** Asymmetric female genitalia and other remarkable morphology in a new genus of cobweb spiders (Theridiidae, Araneae) from Madagascar. *Biological Journal of the Linnean Society* 87: 211–232.
- Bernasconi, G. & B. Hellriegel. 2005.** Fertilization competence and sperm size variation in sperm-heteromorphic insects. *Evolutionary Ecology* 19: 45–54.
- Chevrier, C. & C. Bressac. 2002.** Sperm storage and use after multiple mating

- in *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Insect Behavior* 15: 385-398.
- Cruz-Landim, C. 2002.** Spermiphagy in the spermatheca of *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Anatomia, Histologia, Embryologia* 31: 339–343.
- Chapman, T. & S.J. Davies. 2004.** Functions and analysis of the seminal fluid proteins of male *Drosophila melanogaster* fruit flies. *Peptides* 25: 1477–1490.
- Chapman, T., L.F. Liddle, J.M. Kalb, M.F. Wolfner & L. Partridge. 1995.** Cost of mating in *Drosophila melanogaster* is mediated by male accessory gland products. *Nature* 373: 241–244.
- Fedorka, K.M. & T.A. Mousseau, 2002.** Nuptial gifts and the evolution of male body size. *Evolution* 56: 590–596.
- Fritz, A.H. & F.R. Turner. 2002.** A light and electron microscopical study of the spermathecae and ventral receptacle of *Anastrepha suspense* (Diptera: Tephritidae) and implications in female influence of sperm storage. *Arthropod Structure & Development* 30: 293-313.
- Gillott, C. 2003.** Male accessory gland secretions: modulators of female reproductive physiology and behavior. *Annual Review of Entomology* 48: 163–184.
- Grodner, M.L. & W. Steffans. 1978.** Evidence of a chemotactic substance in the spermathecal gland of the female boll weevil. *Transactions of the American Microscopical Society* 97: 116–120.
- Hårdling, R. & A. Kaitala. 2005.** The evolution of repeated mating under sexual conflict. *Journal of Evolutionary Biology* 18: 106–115.
- Ilango, K. 2005a.** Structure and function of the spermathecal complex in the phlebotomine sandfly *Phlebotomus papatasi* Scopoli (Diptera: Psychodidae): I. Ultrastructure and histology. *Journal of Biosciences* 30: 101–000.
- Ilango, K. 2005b.** Structure and function of the spermathecal complex in the phlebotomine sandfly *Phlebotomus papatasi* Scopoli (Diptera: Psychodidae):

- II. Post-copulatory histophysiological changes during the gonotrophic cycle. *Journal of Biosciences* 30: 101–000.
- Jennions, M.D. & M. Petrie. 2000.** Why do females mate multiply? A review of the genetic benefits. *Biology Reviews* 75: 21–64.
- Kon, M., A. Oe & H. Numata. 1993.** Intra- and interespecific copulations in two congeneric green stink bugs, *Nezara antennata* and *N. viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), with reference to postcopulatory changes in the spermathecae. *Journal of Ethology* 11: 83–89.
- Lay, M., D. Zissler & R. Hartmann. 1999.** Ultrastructural and functional aspects of the spermatheca of the African Migratory Locust *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche and Fairmaire) (Orthoptera: Acrididae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 28: 349-361.
- Legaspi, J.C., V. Russell & B.C. Legaspi, 1994.** Microscopic examination of the spermatheca as an indicator of mating success in *Podisus maculiventris*. *Southwestern Entomologist* 19: 189–190.
- Martins, G.F., J.E. Serrão & K.S. Furieri. 2005.** Notes on the spermatheca of Vespidae and Sphecidae (Hymenoptera). *Sociobiology* 45: 119-127.
- Merritt, D.J., Yin, C., Stocolano Jr, J.G., 1994.** Copulatory apparatus and deposition of male accessory secretion in *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae). *Annals of the Entomological Society of America* 87: 97-103.
- O'Brian, T.P., N. Feder & M.E. McCully. 1964.** Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. *Protoplasma* 59: 368-373.
- Omkar & G. Mishra. 2005.** Mating in aphidophagous ladybirds: costs and benefits. *Journal of Applied Entomology* 129: 432–436.
- Paemen, L., L. Schoofs, P. Proost, B. Decock & A. De Loof. 1991.** Isolation, identification and synthesis of LOM-AG- Myotropin II, a novel peptide in the male accessory reproductive glands of *Locusta migratoria*. *Insect Biochemistry* 21: 243-248.
- Pearse, A.G.V. 1985.** *Histochemistry: Theoretical and Applied*. J & A Churchill, London, 530 pp.

- Qazi, M.C.B., J.R. Aprille & S.M. Lewis. 1998.** Female role in sperm storage in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 120: 641–647.
- Ravi Ram, K. & S.R. Ramesh. 2003.** Male accessory gland proteins in *Drosophila*: a multifaceted field. *Indian Journal of Experimental Biology* 41, 1372–1383.
- Ravi Ram, K., S. Ji & M.F. Wolfner. 2005.** Fates and targets of male accessory gland proteins in mated female *Drosophila melanogaster*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 35: 1059–1071.
- Rooney, J. & S.M. Lewis. 1999.** Differential allocation of male-derived nutrients in two lampyrid beetles with contrasting life-history characteristics. *Behavioral Ecology* 10: 97–104.
- Stefanini, M., C. De Martino & L. Zamboni. 1967.** Fixation of ejaculated spermatozoa for electron microscopy. *Nature* 216, 173-174.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & M.C. Oliveira. 1997.** Mating frequency and its effect on female reproductive output in the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 62: 491-498.
- Twig, E. & Y. Boaz. 2005.** Function of multiple sperm storage organs in female Mediterranean fruit flies (*Ceratitis capitata*, Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Physiology* 51: 67–74.
- Wigby, S. & T. Chapman. 2005.** Sex peptide causes mating costs in female *Drosophila melanogaster*. *Current Biology* 15: 316–321.
- Wintertona, S.L., D.J. Merritta, A. O'Toolea, D.K. Yeatesa & M.E. Irwinb. 1999.** Morphology and histology of the spermathecal sac, a novel structure in the female reproductive system of Therevidae (Diptera: Asiloidea). *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 28: 273-279.
- Wolfner, M.F. 2002.** The gifts that keep on giving: physiological functions and evolutionary dynamics of male seminal proteins in *Drosophila*. *Heredity* 88: 85–93.

Zanuncio, J.C., J. Didonet, G.P. Santos & T.V. Zanuncio. 1992.

Determinação da idade ideal para o acasalamento de fêmeas de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) visando uma criação massal. Revista Árvore 16: 362-367.

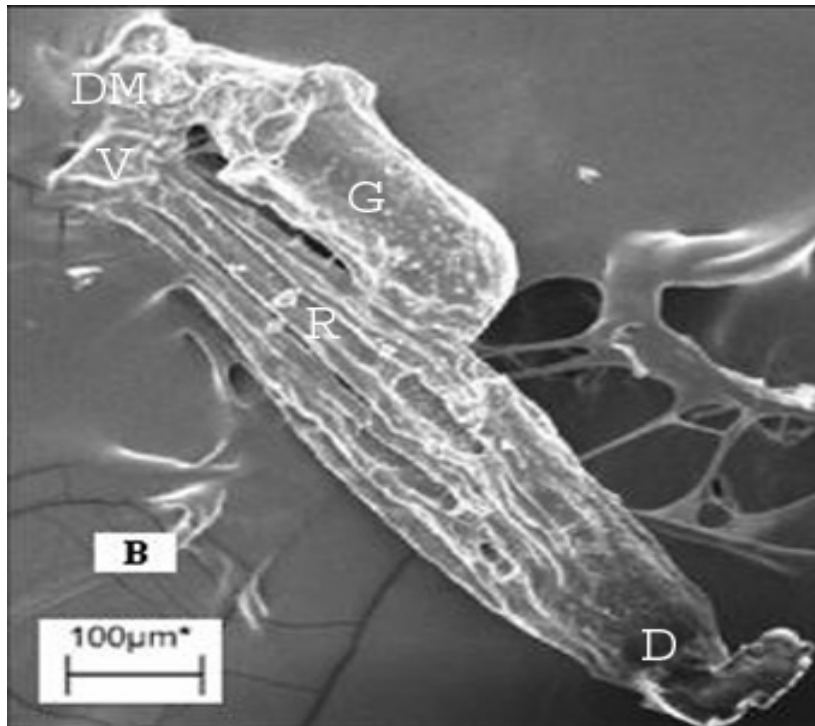
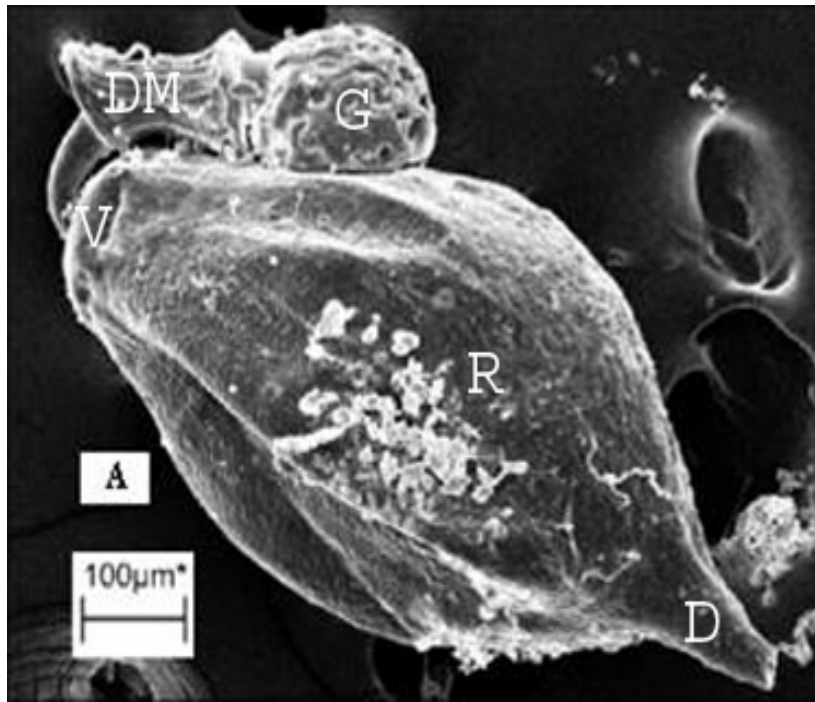


Figura 1. Espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Ducto da espermateca (D), ducto muscular da glândula terminal (DM); glândula terminal (G), receptáculo (R), válvula entre a glândula da espermateca e o receptáculo (V). T1- fêmeas de *P. nigrispinus* dissecadas após o acasalamento, no quinto dia da fase adulta (A); T2- fêmeas de *P. nigrispinus* dissecadas após 37 dias da emergência (B).

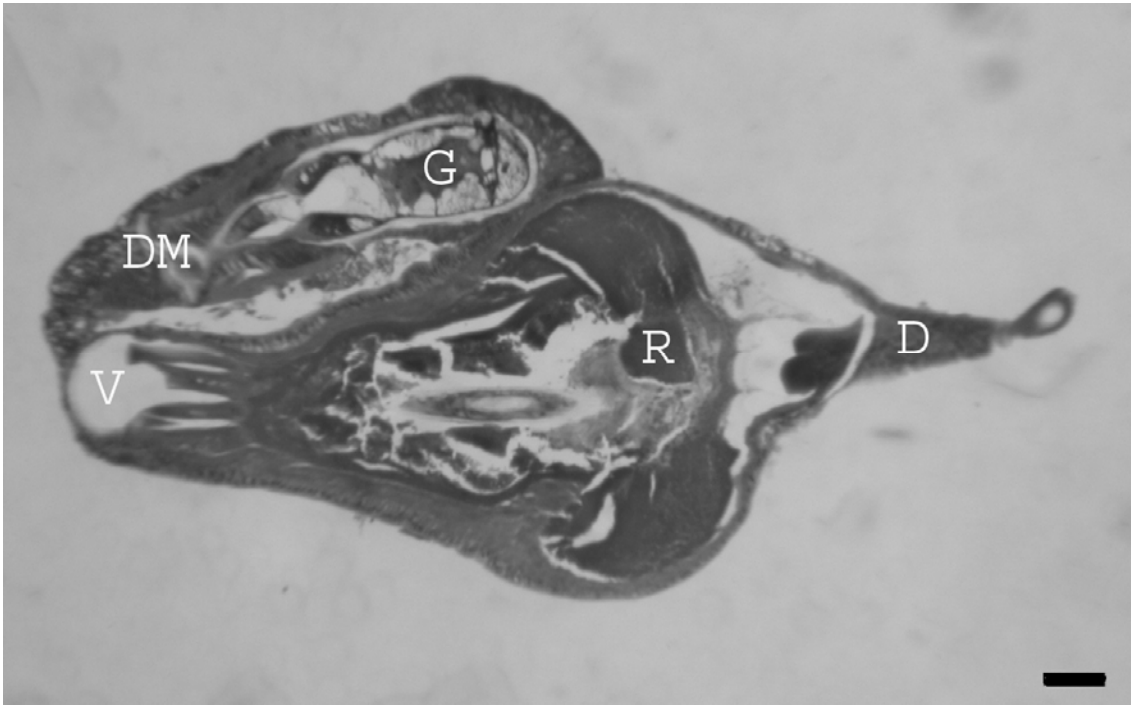


Figura 2. Corte longitudinal do ducto de entrada e saída do fluido seminal (D); receptáculo (R); válvula (V); ducto de ligação e tecido muscular (DM) e glândula terminal com câmara interna (G) da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Barra= 50 μ m.

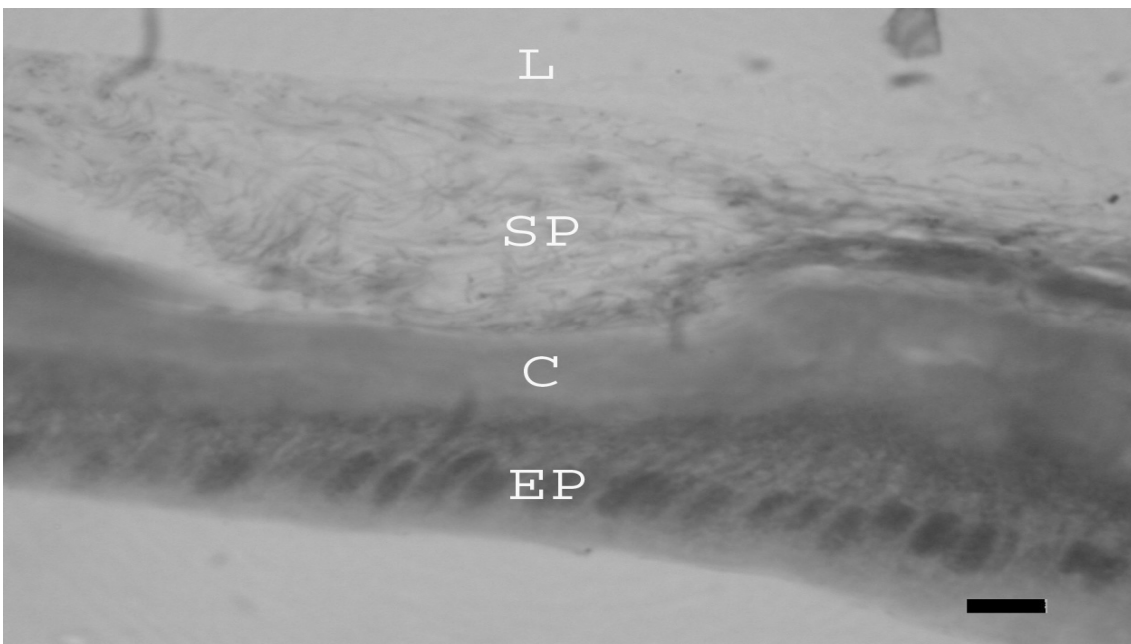


Figura 3. Corte longitudinal do epitélio (EP); cutícula (C); espermatozóides e secreções (SP) e lúmen (L) do receptáculo da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Barra= 10 μ m.

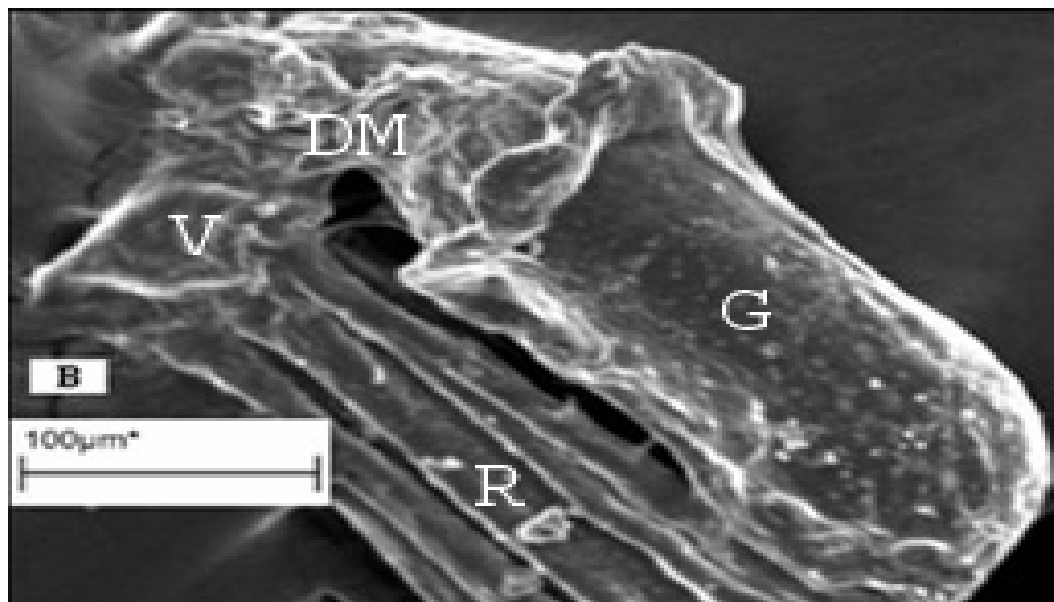
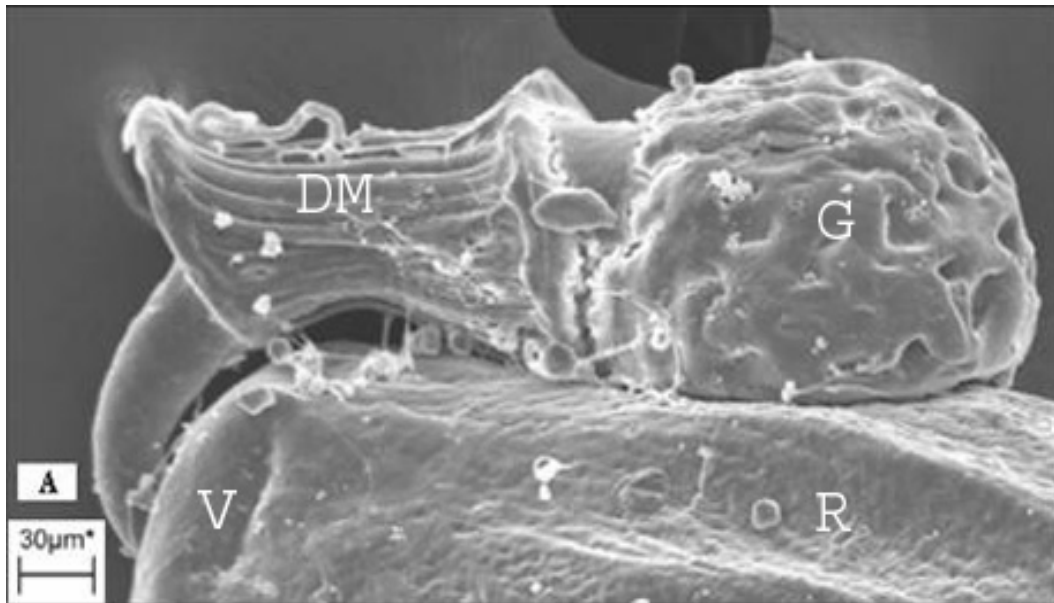


Figura 4. Glândula terminal da espermateca (G), ducto muscular (DM) e válvula (V) de ligação ao receptáculo (R) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). T1- fêmeas de *P. nigrispinus* dissecadas após o acasalamento, no quinto dia da fase adulta (A); T2- fêmeas de *P. nigrispinus* dissecadas após 37 dias da emergência (B).

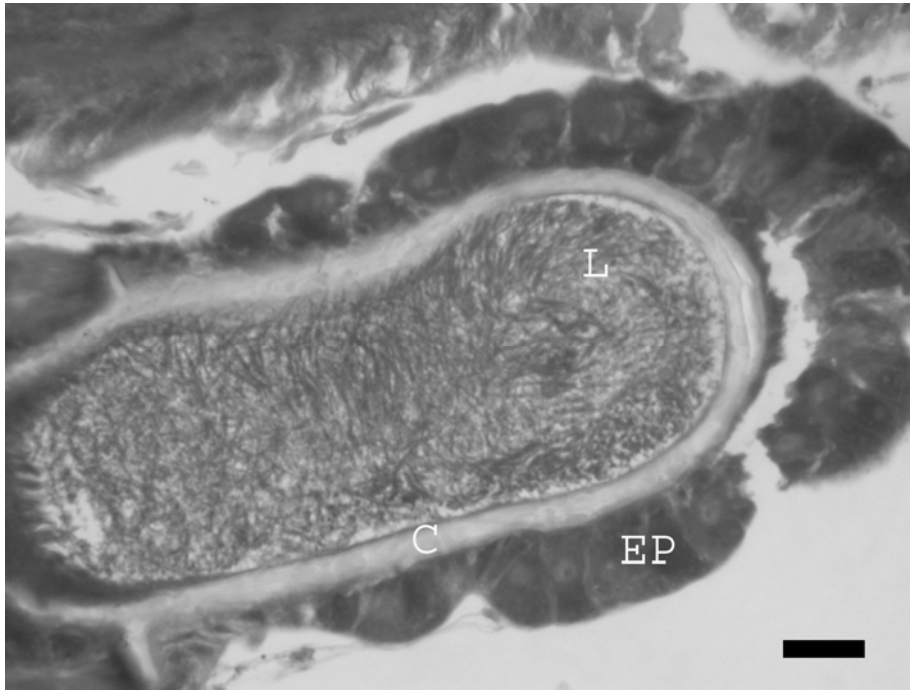


Figura 5. Corte longitudinal do epitélio (EP); cutícula (C) e lúmen com espermatozóides (L) da glândula terminal da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Barra= 20 μ m.

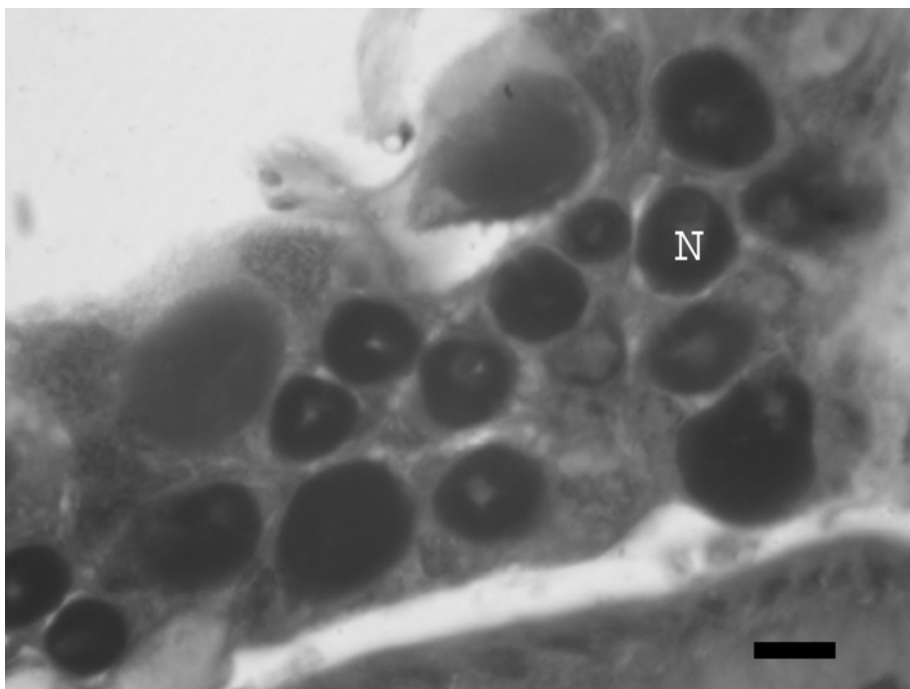


Figura 6. Células da glândula terminal da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Núcleo (N). Barra= 20 μ m.

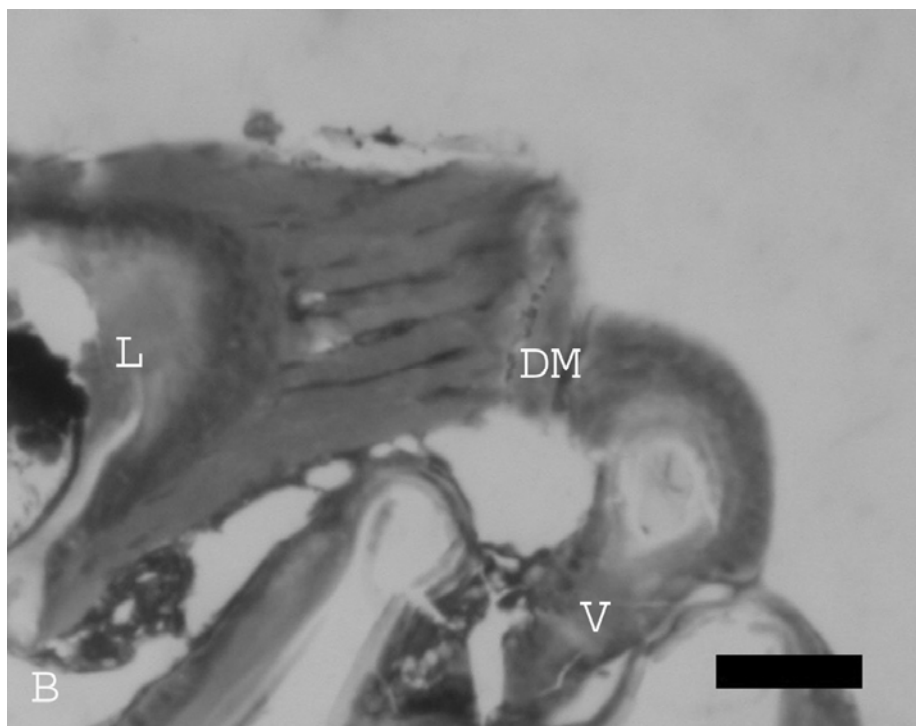
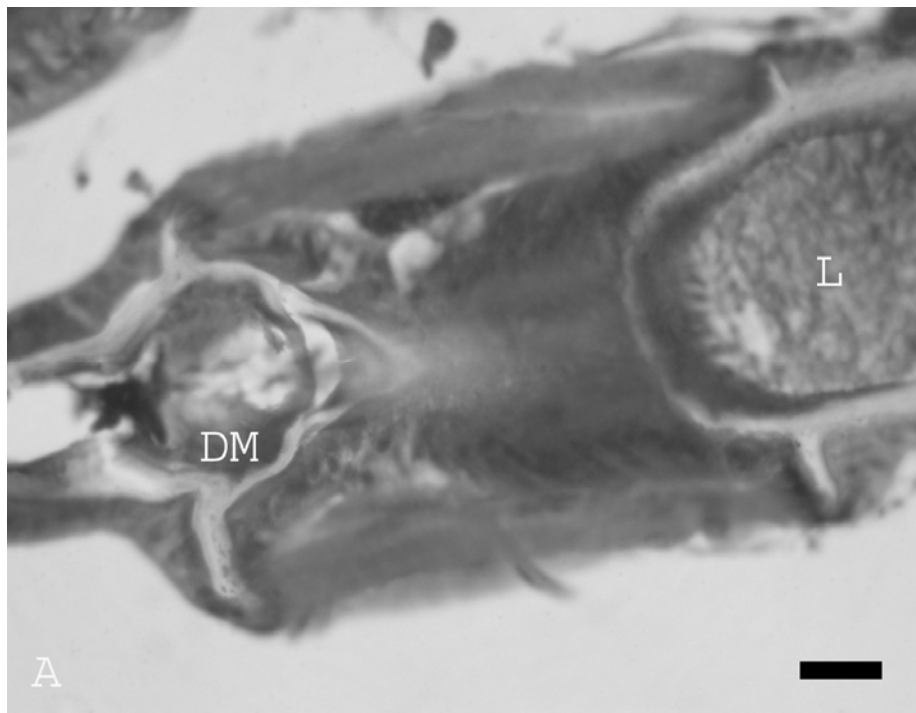


Figura 7. Corte longitudinal da válvula (V); ducto muscular (DM) e lúmen (L) da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) (A e B). Barra= 20 μ m.

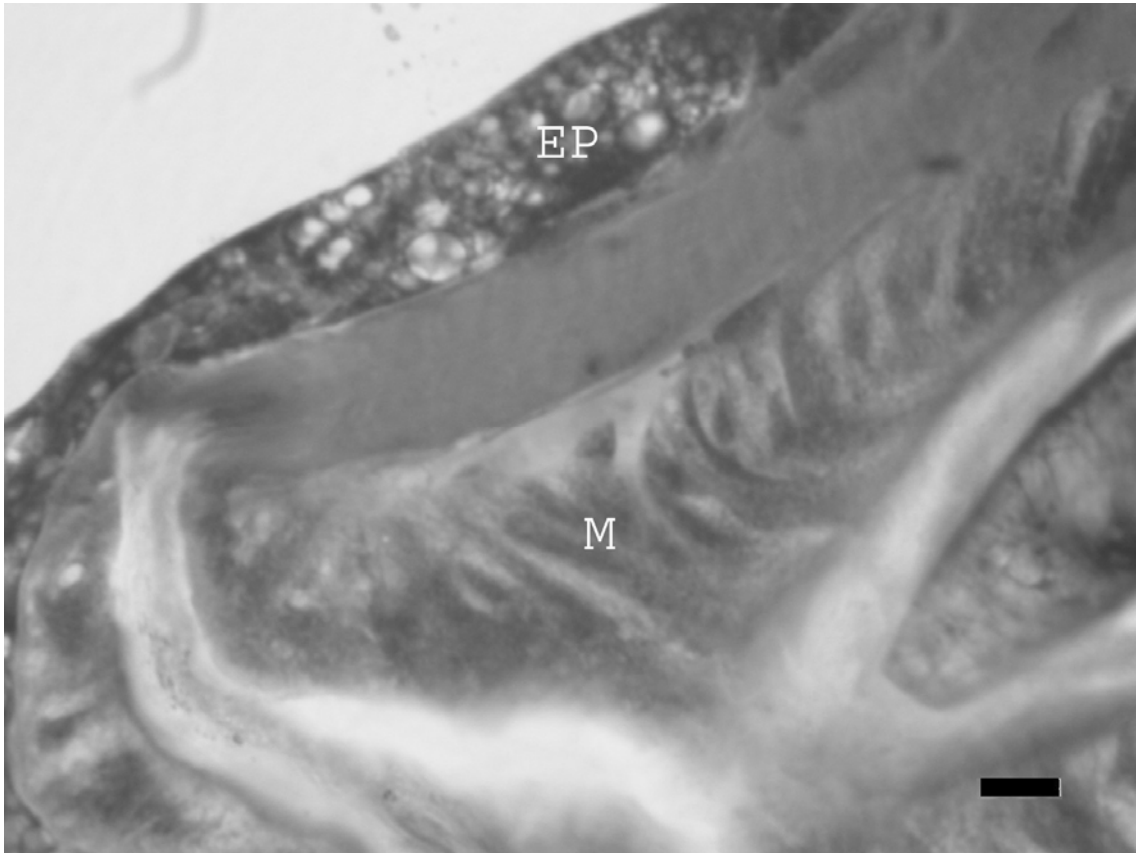


Figura 8. Corte longitudinal do tecido muscular (M) e epitélio (EP) do ducto muscular da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Barra= 10 μ m.

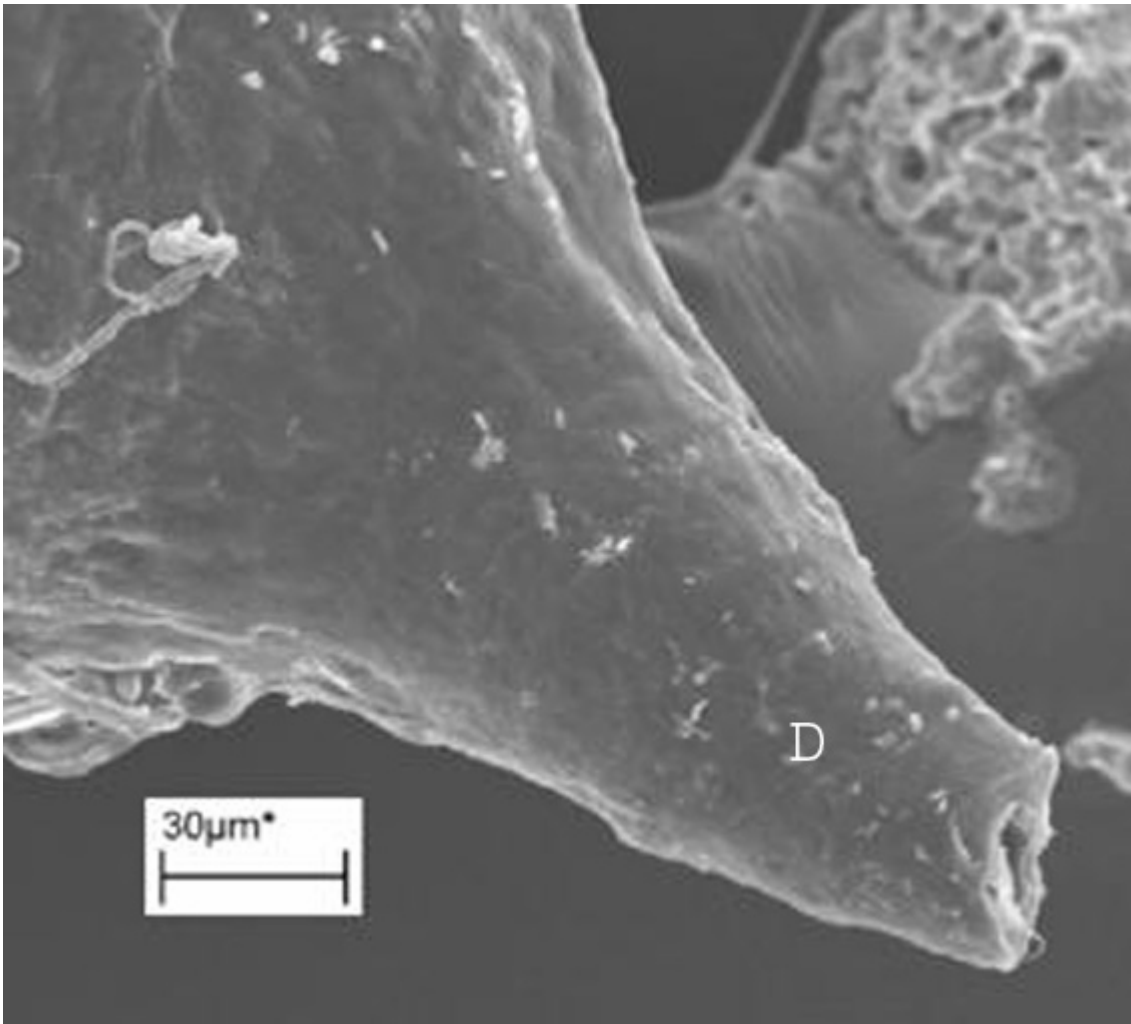


Figura 9. Ducto de entrada e saída de espermatozóides da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) (D).

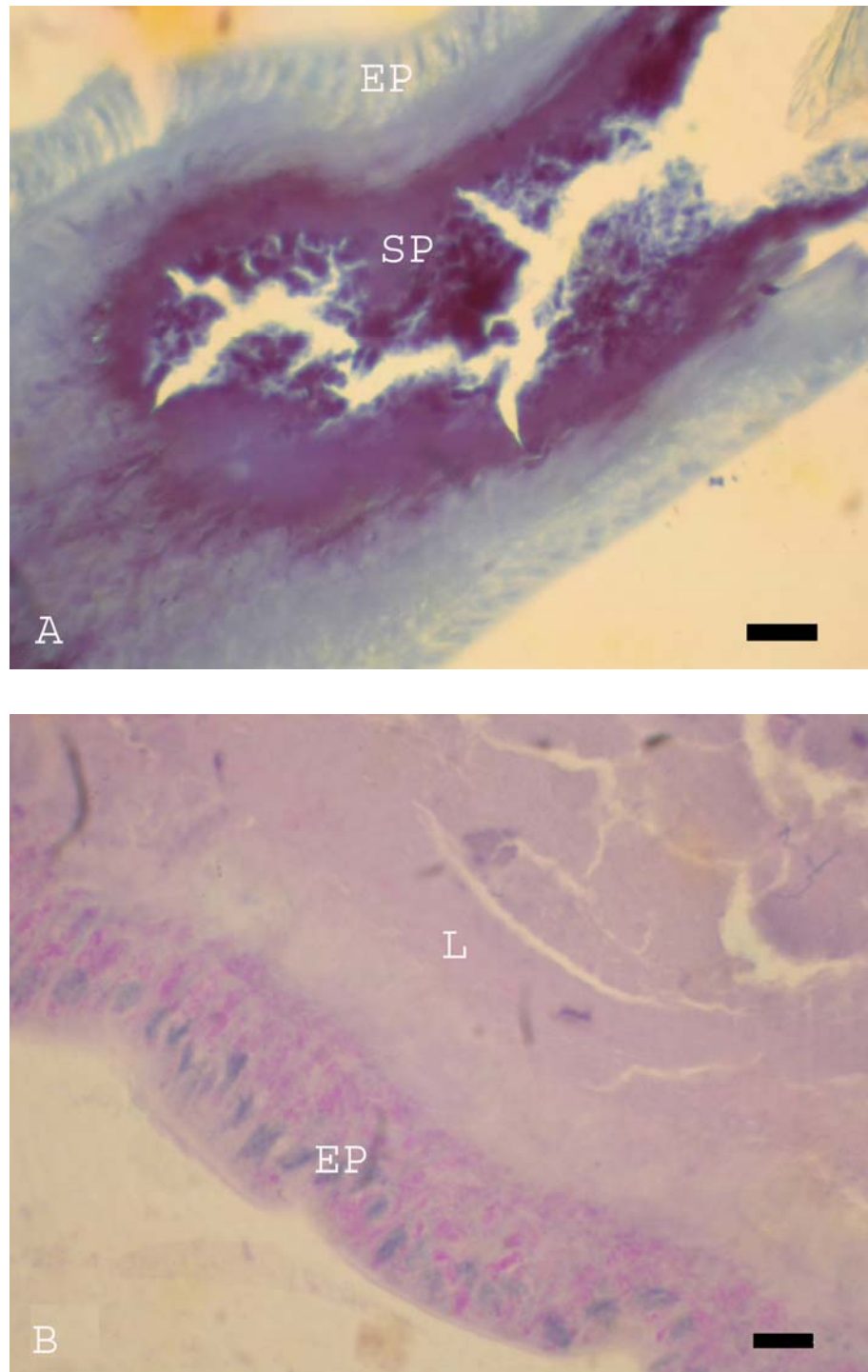


Figura 10. Corte longitudinal do epitélio (EP); espermatozóides e secreções (SP) e lúmen (L) da espermateca de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com teste de mercúrio bromofenol (A) (Barra= 20 μ m) e PAS (B) (Barra= 10 μ m).

RESUMO E CONCLUSÕES GERAIS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Viçosa, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia e nos Laboratórios de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) e Biologia Molecular e Celular, Citogenética e Histologia Reprodutiva do Departamento de Biologia Geral, em Viçosa, estado de Minas Gerais, Brasil.

Os objetivos foram: 1- avaliar o efeito de diferentes freqüências de acasalamento e da troca de machos na reprodução de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae); 2- estudar o efeito de diferentes freqüências de acasalamento e da troca de machos nos parâmetros das tabelas de fertilidade e esperança de vida do percevejo predador *P. nigrispinus*; 3- avaliar mudanças morfológicas da espermateca de *P. nigrispinus* após o acasalamento e no término da fertilidade de seus ovos em plantas de soja do cultivar Conquista.

O número de acasalamentos é importante para a manutenção da viabilidade dos ovos de *P. nigrispinus*. Um único período de acasalamento não foi suficiente para manter a viabilidade dos ovos desse predador, com, decréscimo, linear, a partir do acasalamento e chegando à zero aos 45 dias da vida adulta das fêmeas desse predador. O número de ninfas de *P. nigrispinus* foi duas vezes menor no tratamento com um período de acasalamento.

Os maiores valores da taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional, além de menor tempo para a população de *P. nigrispinus* dobrar em número de indivíduos (TD), nos tratamentos com

rodízio de machos, períodos intermitentes de acasalamento e contato contínuo com machos, reforçam o fato de fêmeas de *P. nigrispinus* não manterem sua fertilidade, com um período de acasalamento.

Fêmeas de *P. nigrispinus* podem ser classificadas como poliândricas, pois logo após o acasalamento, a espermateca de *P. nigrispinus* apresenta-se arredondada e com grande quantidade de espermatozóides e secreções em seu interior. Ao longo do tempo esse órgão torna-se alongado e vazio, com dobras em sua epiderme, devido à depleção dos espermatozóides.

Períodos de ausência do macho, entre acasalamentos, são benéficos, por manterem o número, distribuição e viabilidade de ovos adequados e aumentar a sobrevivência das fêmeas de *P. nigrispinus*. Além disso, os maiores picos de fertilidade específica (mx) e valor reprodutivo (VRx), com períodos intermitentes de acasalamento que com rodízio de machos e contato contínuo, mostram que este manejo estimula a fertilidade de *P. nigrispinus* e por isto, deve ser adotado em experimentos e criação massal desse predador.