



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARLON DIAS DENEZ

**BIOLOGIA DE *PODISUS NIGRISPINUS* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES PRAGAS
DA SOJA.**

MARLON DIAS DENEZ

**BIOLOGIA DE *PODISUS NIGRISPINUS* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES PRAGAS
DA SOJA.**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Agronomia,
da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Amarildo Pasini
Co-orientador: Dr. Adeney de F. Bueno

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

D392b Denez, Marlon Dias.
Biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera:
Pentatomidae) em diferentes pragas da soja/ Marlon Dias Denez. –
Londrina, 2013.
40 f.: il.

Orientador: Amarildo Pasini.
Coorientador: Adeney de Freitas Bueno.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação
em Agronomia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Hemiptera – Teses. 2. Percevejo (Inseto) – Teses. 3. Insetos
predadores – Teses. 4. Controle biológico– Teses. 5. Soja – Doenças e pragas –
Teses. I. Pasini, Amarildo. II. Bueno, Adeney de Freitas. III. Universidade Estadual
de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
IV. Título.

CDU 595.754

MARLON DIAS DENEZ

**BIOLOGIA DE *PODISUS NIGRISPINUS* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES PRAGAS DA
SOJA.**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Agronomia,
da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Adeney de Freitas Bueno
Embrapa Soja – Londrina – PR

Dr. Emerson Durski Machado de Oliveira
IAPAR – Londrina – PR

Dr. Mauricio Ursi Ventura
UEL – Londrina – PR

Londrina, 28 de Fevereiro de 2013.

A minha querida Mãe, Dirce Lopes Dias, e a
minha noiva Márcia Hirose.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade em realizar o curso de mestrado. E Embrapa Soja pelo apoio concedido durante a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Amarildo Pasini, uma pessoa extremamente preocupada com o próximo, e sempre com uma compreensão incrível diante de situações inesperadas.

Ao Dr. Adeney de Freitas Bueno, por toda ajuda e orientação nos trabalhos realizados na Embrapa Soja, além da paciência e força que me deu para finalizar esse projeto.

A minha mãe, Dirce Lopes Dias, que sempre lutou por mim, e me apoio para alcançar os meus objetivos, serei eternamente grato por ter sido seu filho.

A minha noiva, Marcia C. Hirose, que com apenas alguns anos que estamos juntos já presenciou várias superações pessoais e profissionais, devo muito a ela, por todo o companheirismo e força para vencer – minha inspiração para lutar sempre.

Ao meu grande Irmão, Marcio D. Denez e a minha cunhada Elizangela A. S. Denez, por presentear a nossa família com o mais novo integrante Marcio D. Denez Jr, e por toda a ajuda e conselhos em momentos difíceis.

A minha grande amiga gaúcha, que tive a oportunidade de conhecer e conviver durante o mestrado, Cristiane Stecca, sempre ajudando, e eu sempre dizendo que fiquei devendo mais uma, meu muito obrigado pela oportunidade em te conhecer.

Ao grande curupira, vulgo Luiz F. França, e ao Maico A. Montovani, por toda a ajuda e momentos de descontração durante os experimentos e rotinas de criação.

Aos companheiros de laboratório, mais conhecidos como a “Corja Entomológica”, Maria J. Betetto, uma ótima anfitriã e parceira sempre; Débora Mello, uma irmã que nunca tive e que sempre esteve me ajudando; a Sabrina Dias e Karina Andrade, sempre simpáticas e dispostas em auxiliar os outros, e aos já mencionados Maico, Luiz e Cris – pessoas com as quais convivi por apenas dois anos, mas que serão suficientes para sempre lembrar da importância da amizade nas nossas vidas.

A Ivanilda L. Soldório, responsável pela criação de lagartas da Embrapa, pessoa que tanto me ajudou e sempre preocupada com a gente. Ao estimado Nivaldo Ferreira, um exemplo de pessoa que admiro por toda humildade e respeito com o próximo.

Aos recentes, não menos importante, amigos que convivi mais durante o último ano: Marcelo Batistela, Marcos Lenz, Rogério Gasparin, Ernani Santos, Ruben Brito, Liomar Lorival, Vivian Uemura.

E a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho e que por ventura não recordei nesse momento, peço desculpas, mas agradeço de coração.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não
sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não
sou o que era antes”

Marthin Luther King

DENEZ, M. D. **Biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes Pragas da Soja.** 2013. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

O controle biológico é um dos principais componentes do MIP na busca pelo equilíbrio ambiental. Entre os insetos que atuam nesse tipo de controle, os predadores tem se destacado de forma expressiva no campo. Os percevejos do gênero *Podisus* sp. são exemplos de predadores generalistas, presentes em diversos habitats, tendo relevante papel como agentes do controle biológico de diferentes pragas de importância agrícola, devido a sua alta capacidade predatória. Entretanto ainda falta muitas informações sobre a biologia e potencial de predação desse inseto se alimentando das pragas da soja, visto que o tamanho e qualidade nutricional de cada presa impactará diretamente no seu desenvolvimento e multiplicação. Visando respaldar estratégias de controle biológico, com esse predador, que sejam eficazes na prática, o presente trabalho objetivou estudar os aspectos biológicos de *Podisus nigrispinus*, alimentado-se de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *Anticarsia gemmatalis* e ovos de *Euschistus heros*, bem como avaliar o seu potencial predador no controle dessas pragas da soja. Para isso, foi realizada criação massal dos lepidópteros mencionados e de *E. heros*, além do *P. nigrispinus* afim de se obter insetos suficientes para instalação do experimento. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório, sob condições controladas, com quatro tratamentos (*S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *A.gemmatalis* e ovos de *E. heros*). Para cada indivíduo foram oferecidas presas em quantidades suficientes para haver sobra de alimento diariamente. Verificou-se que ninfas e adultos do predador tiveram bom desenvolvimento com viabilidade ninfal superior a 87% e alta fecundidade dos adultos quando este predador foi alimentado com lagartas de *A.gemmatalis*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides*. A capacidade predatória para completar a fase ninfal foi de aproximadamente 27 lagartas por predador para *A. gemmatalis* e *S. cosmioides* e de 33 lagartas para *S. frugiperda*. Apesar do predador consumir até 53 ovos de *E. heros* e completar seu desenvolvimento nessa presa, a mesma não apresenta boa qualidade nutricional o que proporcionou reduzida viabilidade ninfal (45,7%). Os adultos originados não realizaram posturas e tiveram um peso corporal reduzido (ao redor de 50%), quando comparados as demais presas avaliadas. Não houve diferença entre o número de ovos por dia (entre 30 a 40 ovos), e a viabilidade dos mesmos (74 a 81%) de ovos viáveis, quando os insetos foram alimentados com *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides*. O peso do macho adulto foi em média 22,6 mg, para os insetos alimentados com ovos de *E. heros*; sendo mais de 50% inferior ao peso de machos originados dos predadores alimentados com as lagartas estudadas, 54,9 a 59,9 mg. Para as fêmeas, a redução do peso corporal foi ainda maior, aproximadamente 73%, consumindo ovos de *E. heros*, 24,8 mg, em comparação com as fêmeas provenientes das ninfas alimentadas com as lagartas em estudo (89,1 a 96,4 mg). Apesar do menor peso corpóreo e menor capacidade reprodutiva dos adultos alimentados com ovos de *E. heros*, a longevidade dos adultos foi significativamente menor apenas para as fêmeas adultas de *P. nigrispinus*

Palavras-chave: Controle biológico. *Glycine max.* *Anticarsia gemmatalis.* *Spodoptera* sp. *Euschistus heros.*

DENEZ, M. D. **Biology of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) on different pest of soybean.** 2013. 40 p Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

The biological control is a major component of IPM in the search for environmental balance. Among insects that acts in this type of control, predators has been outstanding significantly in the field. The stink bugs of gender *Podisus* sp. it is example of generalist predator, present in various habitats, and it have significant role as agents of biological control in different pests of agricultural importance, due to its high capacity predatory. However, there is not still a lot of information on the biology and predatory potential of this insect feeding pests on soybeans, since the size and nutritional quality of each prey impact directly on their development and multiplication. Aiming to strengthen strategies for biological control with this predator, and are effective in practice, the present study investigated the biological aspects of *Podisus nigrispinus* fed with *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *Anticarsia gemmatalis* and eggs of *Euschistus heros*, as well as evaluate their potential predator to control these pests of soybean. For this, conducted mass rearing of this lepidopteran mentioned and *E. heros*, and also *P. nigrispinus* to obtain insects sufficient for the experiment. The assays were conducted in the laboratory under controlled conditions, with four treatments (*S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *A.gemmatalis* and eggs of *E. heros*). For each predator, prey were offered in sufficient quantities to have plenty of food daily. Found that nymphs and adults of the predator had good viability and development nymphal with more than 87%, and adults with high fertility when this predator was fed with caterpillars *A.gemmatalis*, *S. frugiperda* and *S. cosmioides*. The predatory ability to complete the stage of nymphs was around 27 caterpillars per predator to *A. gemmatalis* and *S. cosmiodes* and 33 caterpillars to *S. frugiperda*. Although the predator consumed around 53 eggs of *E. heros* and complete their development in this prey, this is not enough to have good nutritional quality, that provided reduced nymphal survival 45.7%, in addition to adults originated not perform posture and have a low body weight, around 50% when compared with the other evaluated prey. There was no difference between the number of eggs a day for couples, between 30 and 40 eggs, and the viability of even 74-81% of viable eggs when they were fed with *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* and *S. cosmioides*. The weight of males was in around 22.61mg for insects fed on eggs of *E. heros*; being more than 50% less than the weight of males originated from predators fed with the caterpillars of this studied, 54.9 to 59.9 mg. For females that were fed with egg of *E. heros*, the body weight reduction was even greater, about 73%, with 24.8 mg versus the weight of 89.1 to 96.4 mg to females fed with caterpillars in this study. Longevity was lower only for adult females of *P. nigrispinus* fed on eggs of *E. heros*.

Key-words: Biological control. *Glycine max.* *Anticarsia gemmatalis.* *Spodoptera* sp. *Euschistus heros.*

LISTA DE TABELAS

- Tabela 4.1** – Presas utilizadas para a alimentação de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae), estágio de desenvolvimento e quantidade de presas fornecidas por dia [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)]38
- Tabela 4.2** – Parâmetros biológicos da fase ninfal de *Podisus nigrispinus* em diferentes alimentos em condições controladas de laboratório [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)].....38
- Tabela 4.3** – Parâmetros biológicos da fase adulta de *Podisus nigrispinus* em diferentes alimentos em condições controladas de laboratório [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)].....39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1** – Razão sexual (A), peso (B e C) e longevidade (B e C) de adultos de *Podisus nigrispinus* em diferentes alimentos em condições controladas de laboratório [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)]. Média ± EPM seguidas pela mesma letra para cada parâmetro biológico avaliado não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$)40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS	14
2.2 PREDADORES	15
2.2.1 Podisus Nigrispinus	16
2.2.2 Fontes de Alimento e Capacidade Predatória de Podisus Nigrispinus	17
3 REFERÊNCIAS	19
4 ARTIGO: BIOLOGIA DE PODISUS NIGRISPINUS (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES PRAGAS DA SOJA	23
4.1 INTRODUÇÃO	24
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.2.1 Criação e Multiplicação dos Insetos	26
4.2.2 Bioensaio de Biologia Comparada de P. Nigrispinus em Diferentes Presas	27
4.2.3 Análise Estatística	28
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÕES	33
5.1 AGRADECIMENTO	33
6 REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A busca por soluções agrícolas que sejam capazes de obter maior produtividade, porém com menor impacto ao ambiente, têm crescido, especialmente em função da procura por alimentos livres de agrotóxicos (VAN LENTEREN & BUENO, 2003; GHORBANI et al., 2010). Além disso, existe o consenso da necessidade de integração de várias táticas visando o controle de insetos, sendo que, em programas de manejo integrado de pragas (MIP), a produção sustentável deve ser sempre priorizada. Desse modo, o controle biológico é um dos principais componentes do MIP na busca pelo equilíbrio ambiental, pois reduz substancialmente a utilização de produtos químicos em diversas culturas em que é praticado (PARRA, 1992).

Entretanto, fatores climáticos, disponibilidade de alimento e competição entre os agentes de controle biológico, dentre outros fatores (PARRA et al., 2002a) podem interferir na implementação e/ou manutenção do controle biológico. Além disso, destaca-se também a escassez de informações básicas sobre esses agentes de controle biológico (PARRA, 1992), relacionados principalmente aos aspectos biológicos inerentes de cada espécie de inimigo natural, para que assim seja possível sua utilização adequada e consciente (FERNANDES et al., 1996) em estratégias de controle de insetos-praga (OLIVEIRA et al., 2004) na prática.

Entre os agentes de controle biológico de importância agrícola, os predadores Pentatomidae tem se destacado de forma expressiva no campo, principalmente no controle de lagartas desfolhadoras e outros insetos (BARROS et al., 2006) por poderem sobreviver em escassez de presas (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2004; GRUNDY, 2004) se alimentando de presas alternativas e/ou espécies vegetais (insetos onívoros). Entre os pentatomídeos, a espécie *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é um predador generalista, considerado um importante inimigo natural e candidato para uso em programas de controle biológico aplicado em diversos agroecossistemas (ZANUNCIO et al., 1994; SANTOS et al., 1995; FERNANDES et al., 1996; MEDEIROS et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2004). Sua ocorrência tem sido registrada em culturas como a soja (CORRÊA FERREIRA & MOSCARDI, 1995), o algodão (MEDEIROS et al., 2000), eucalipto (ZANUNCIO et al., 1993) e tomate (VIVAN et al., 2002), por exemplo, estando

associados principalmente a lepidópteros-praga, como noctuideos (MCPHERSON, 1980).

Neste cenário, em culturas de grande expressão econômica como a soja, ainda há carência de informações sobre *P. nigrispinus* o que demanda estudos voltados para o conhecimento específico desta espécie, visando respaldar estratégias de controle biológico que sejam eficazes na prática. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos biológicos de *P. nigrispinus* alimentando-se de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e ovos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae), bem como avaliar o potencial desse predador, no controle biológico dessas pragas da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS

O controle biológico de pragas é a ação de parasitoides, predadores e entomopatógenos que reduzem (mortalidade) a densidade populacional de outros organismos (pragas) em um nível abaixo do que ocorreria na ausência desses inimigos naturais (DEBACH, 1974; GRAVENA, 1992; PARRA et al., 2002a). Essa é uma estratégia muito importante no manejo integrado de pragas (MIP), sendo considerado um dos alicerces deste manejo, de forma a garantir o maior equilíbrio do agroecossistema (FERNANDES et al., 2010).

No ecossistema, a prática de um organismo utilizar um outro indivíduo para se desenvolver ocorre naturalmente, e isso é considerado como um controle biológico natural, quando envolve praga (fonte de alimento) e inimigo natural (agente controlador) (PARRA et al., 2002a, VAN DRIESCHE; HODDLE; CENTER, 2008). Esse tipo de controle natural é importante no manejo de pragas, pois existe uma mortalidade natural no agroecossistema, interferindo na multiplicação exponencial das pragas, mantendo-as em densidades mais baixas do que sem sua presença (BELLOWS, 2005).

Além do controle biológico natural, outras formas de controle biológico são utilizadas no meio agrícola para redução de ataque de pragas. Quando existe abundância de praga e deseja-se fazer um controle rápido e intenso, utiliza-se a técnica de controle biológico aplicado, que consiste em ter população de inimigos naturais em uma quantidade suficientemente capaz de controlar uma determinada praga, ou seja, ocorre uma liberação inundativa de inimigos naturais, após criação massal em laboratório e esse tende a reduzir o nível populacional do inseto-alvo (VAN LENTEREN, 2000; HAJEK, 2004).

O controle biológico conservacionista é uma estratégia onde se busca fazer determinadas alterações no ambiente de modo que o mesmo se torne mais propício para o desenvolvimento e multiplicação dos inimigos naturais (VAN DRIESCHE; HODDLE; CENTER, 2008). Segundo Daane (2001) a falta de conhecimento da dinâmica populacional das pragas e de seus inimigos naturais se torna o principal entrave no progresso da prática de manipulação dos ecossistemas agrícolas, dificultando o estabelecimento do inimigo natural.

O controle biológico clássico trata da introdução de inimigos naturais (parasitos, predadores) em uma região onde não ocorria anteriormente da sua introdução e com isso atacar uma determinada praga presente nesse ambiente (MORAES & BERTI FILHO, 2005). Geralmente, são feitas liberações graduais, para que os inimigos naturais tenham a capacidade de se estabelecerem e possam se multiplicar. Este método visa mais um controle a médio ou longo prazo, por isto se aplica a culturas semi-perenes ou perenes (ALTIERI & NICHOLS, 1999; ZIMMERMANN & OLCKERS, 2003).

Entre os diferentes agentes de controle biológico destacam-se os predadores, insetos que dependem de vários organismos para se desenvolverem, pois se alimentam de várias presas até completar o seu ciclo biológico (SYMONDSON et al., 2002; HAJAK, 2004; TOWNSEND et al., 2006) e conseguem sobreviver mais tempo no ambiente na ausência da presa principal se alimentando de presas alternativas.

2.2 PREDADORES

Dentre os inimigos naturais, os predadores são de essenciais no MIP. Com características específicas e geralmente com hábito alimentar diversificado, este grupo de insetos está presente em praticamente todos os ambientes de produção agrícola. São organismos de vida livre durante todo o ciclo biológico, que matam a presa para se alimentar. Usualmente, são maiores do que elas e requerem mais que uma presa para completar o seu ciclo de vida (PARRA et al., 2002b).

Os predadores são considerados, entre os inimigos naturais, a primeira linha de defesa contra os insetos fitófagos. Normalmente, estão presentes em baixas populações no agroecossistema, sendo dependentes da abundância e da qualidade das presas (OLIVEIRA et al., 2002a). Esses podem ser sugadores ou mastigadores, dependendo da ordem em que estão inseridos. A capacidade predatória desses insetos pode variar muito conforme o seu estágio de desenvolvimento, porém em alguns casos, os insetos podem ser predadores somente na fase jovem. Entre as ordens mais comuns de insetos predadores estão Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Neuroptera, Hymenoptera, Dermaptera (PARRA et al., 2002a). Nessas ordens as espécies *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera:

Anthocoridae), *Chrysoperla externa* (Hagen,1861) (Neuroptera: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) , *Doru lineare* (Eschscholtz, 1822) (Dermaptera: Forficulidae) e *P. nigrispinus* merecem destaques como exemplo de insetos predadores importantes em cultivos agrícolas (MEDEIROS et al., 2000; REIS et al., 1988; DE BORTOLI et al., 2006; BARROS et al., 2006).

2.2.1 Podisus Nigrispinus

O gênero *Podisus* pertence à subfamília Asopinae (Hemíptera, Pentatomidae). Os insetos dessa subfamília diferenciam-se daqueles pertencentes as demais famílias de pentatomídeos devido ao seu hábito alimentar predador (MEDEIROS et al, 2000; CIVIDANES & BARBOSA, 2001). A atividade predatória desses insetos tem início a partir do segundo instar até a vida adulta, alimentando-se, principalmente de insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (VACARI et al., 2007). Nesse gênero, *P. nigrispinus* é descrito por vários autores como um importante agente de controle biológico, com grande potencial para uso em programas de MIP em diferentes agroecossistemas (ZANUNCIO et al., 1994; SANTOS et al., 1995; FERNANDES et al., 1996; MEDEIROS et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2002b).

A literatura relata que para a fase de ovo, 1^o, 2^o, 3^o, 4^o e 5^o estádios durações médias de 4,0; 4,0; 4,9; 4,7; 4,8 e 5,8 dias, respectivamente, tendo, portanto, o período ninfal duração de 24,2 dias, sendo que esse predador leva cerca de 32,21 dias para completar o ciclo de vida (MOREIRA et al., 1998, MEDEIROS et al., 1999). Entretanto, esses parâmetros biológicos são extremamente influenciados pela qualidade e abundância da praga (TORRES et al., 2006). Entre eles, a longevidade do predador adulto varia consideravelmente, dependendo da qualidade e disponibilidade de presas e das condições ambientais. As fêmeas podem ser copuladas mais de uma vez, e são capazes de colocar aproximadamente 200 ovos; a maior capacidade de oviposição ocorre entre 8 a 18 dias de idade, com média de aproximadamente 9 ovos/dia (MEDEIROS et al., 1999; TORRES & ZANUNCIO, 2001).

Ainda, diversos fatores podem interferir na capacidade de predação do *P. nigrispinus*, como a alimentação e a planta hospedeira da presa. O consumo de alimento pode variar também em função do tamanho da presa, do instar do

predador (SANTOS et al., 1996), da temperatura e da densidade da presa (OLIVEIRA et al., 2001). Isto foi relatado por MOHAGHEGH et al. (2001), que verificaram que a capacidade de predação de *P. nigrispinus* foi maior à medida que se aumentou a temperatura e o número de presas oferecidas.

2.2.2 Fontes de Alimento e Capacidade Predatória de *Podisus Nigrispinus*

Em um agroecossistema, a prática de um organismo utilizar outro para se desenvolver, ocorre naturalmente, e isso é considerado como controle biológico natural, quando envolve praga (presa fonte de alimento) e seu inimigo natural (agente controlador) (PARRA et al., 2002b; VAN DRIESCHE et al., 2008), interferindo na multiplicação exponencial dessas pragas, mantendo assim, o equilíbrio do ambiente (BELLOWS, 2005). Esses inimigos naturais usualmente apresentam diferenças em sua capacidade predatória dependendo do tamanho e qualidade nutricional de cada presa, o que impactará diretamente no seu desenvolvimento e multiplicação (OLIVEIRA et al., 2002a). Culturas de grande importância econômica como a soja, que é alvo de diversos insetos pragas, como *A. gemmatilis*, *Spodoptera* spp e *E. heros*, entre outras, podem ser beneficiadas pela ação desse predador, entretanto, pouco ainda se conhece sobre o potencial de *P. nigripinus* na redução populacional das pragas que atacam essa cultura havendo, portanto, uma grande carência de estudos nessa linha.

Alguns estudos com *P. nigrispinus* em pragas de outras culturas demonstram que esta espécie tem potencial de predação de 2 a 16 lagartas de *Spodoptera exigua* (Hubner 1808) (Lepidoptera Noctuidae), diariamente, dependendo da idade e tamanho da presa (DE CLERCQ & DEGHEELE, 1994). Santos et al (1995) relatam que ninfas de 5º instar desse predador foram capazes de consumir de 9 a 15,8 lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae) ao dia. Ainda, Pires et al (2009) relatam que, usando presas de *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Muscidae), casais do predador foram capazes de se alimentar, diariamente, de até 16 larvas desta presa. A grande capacidade predatória desse inimigo natural reforça seu grande potencial para controle das pragas da soja, mesma que ainda pesquisas nessa linha precisem ser conduzidas.

Além da capacidade predatória do *P. nigrispinus* sobre fases jovens dos insetos, este predador tem a capacidade de se alimentar de outras fontes de

alimentos para sua sobrevivência. Estudos demonstraram melhor desenvolvimento desse predador ao utilizar, além de presas, plantas como suplemento alimentar, não descartando as lagartas como alimento principal (LEMOS et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2002a; EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2003). Outra fonte de alimento são ovos de outros insetos, De Clercq & Degheele (1994), destacam que fêmeas adultas de *P. nigrispinus* consomem diariamente, em média 87 ovos de *S. exigua*. Contudo, ainda há a necessidade de mais estudos explorando outras fontes de alimentos que possam ser úteis para a sobrevivência desse predador, bem como trabalhos que permitam conhecer o seu potencial de predação, de modo a estabelecer e adequar novas técnicas de controle biológico.

3 REFERÊNCIAS

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Classical biological control in Latin America. In BELLOWS, T.S and FISHER, T.W. **Handbook of Biological Control**. San Diego: Academic Press, 1999. pag. 975-991.

BARROS, R; DEGRANDE, P.E; RIBEIRO J.F; RODRIGUES, A.L.L; NOGUEIRA, R.F; FERNANDES, M.G. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.73, n.1, p.57-64, jan./mar., 2006.

BELLOWS, T. Reconstructing and ecosystem: a theory unifying invasion biology and biological control. **Second International Symposium on Biological Control of Arthropods**, California, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. *Biological Control* 5: 196-202. 1995.

CIVIDANES, F.J; BARBOSA, J.C. Efeito do plantio direto e da consorciação soja-milho sobre inimigos naturais e pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 235- 241, 2001.

DAANE, K.M. Ecological studies of released lacewings in crops. In: McEWEN, P; NEW, T. R; WHITTINGTON, A. E. (Eds.). **Lacewings in the crop environment**. Cambridge: Academic, 2001. cap. 14, p. 338-350.

DE BORTOLI, S.A.; CAETANO, A.C.; MURATA A.T.; OLIVEIRA J.E.M. Desenvolvimento e Capacidade Predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em Diferentes Presas. **Revista De Biologia E Ciencias Da Terra**. V. 6, n. 1, p. 145- 152, 2006.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Laboratory measurement of predation by *Podisus maculiventris* and *P. sagitta* (Hemiptera: Pentatomidae) on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v.87, p.76-83, 1994.

DEBACH P. **Biological control by natural enemies**. Edição. Cambridge: Cambridge University Press, 1974.

EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E.J. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.413-420, 2004.

EVANGELISTA JÚNIOR, W.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E.J. Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 677-684, 2003.

- FERNANDES, L.G.; CARVALHO, C.F.; BUENO, V.H.P.; DINIZ, L.C. Aspectos biológicos de *Brontocoris tabidus* Signorette, 1852 e *Podisus nigrispinus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae). **Cerne**, v.2, n.1, p.1-10, 1996.
- FERNANDES F.L.; BACCI L.; FERNANDES M.S.; Impact and Selectivity of Insecticides to Predators and Parasitoids. **Entomo Brasilis**, 3(1): 01-10. 2010.
- GHORBANI, R.; KOOCHKEKI, A.; BRANDT, K.; WILCOCKSON, S.; LEIFERT, C. Chapter 4. Organic Agriculture and Food Production: Ecological, Environmental, Food Safety and Nutritional Quality Issues. *Sociology Organic Farming Climate Change And Soil Science ELOHiM* Jan 2010.
- GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 281-299, abr. 1992.
- GRUNDY, P.R. Impact of low release rates of the assassin bug *Pristhesancus plagipennis* (Walker) (Hemiptera: Reduviidae) on *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and *Creontiades* spp. (Hemiptera: Miridae) in cotton. **Australian Journal of Entomology** 43: 77-82. 2004.
- HAJEK, A. **Natural enemies: an introduction to biological control**. Cambridge University Press, Cambridge. 2004.
- LEMOS, W.P.; MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C. Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **International Journal of the Pest Management**, London, v. 47, n. 2, p. 89-93, 2001.
- MC PHERSON, J.E. A list of the prey species of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Great Lakes Entomologist**, v. 13, p. 17-24, 1980.
- MEDEIROS, R.S.; RAMALHO, F.S.; LEMOS, W.P.; ZANUNCIO, J.C. Age-dependent fecundity and lifefertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **J. Appl. Entomol.** 124: 319-324, 2000.
- MEDEIROS, R.S.; LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S.; PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C. Potencial reprodutivo de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), tendo como presa lagartas de curuquerê-do-algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto, **Anais...** p. 285-287. 1999.
- MEDEIROS, R.S.; LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S. Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.42, n.3/4, p.121-130, 1998.
- MORAES, G.J.; BERTI FILHO, E. Controle biológico de pragas no Brasil. **Rev. USP**, São Paulo, n. 64, fev. 2005.
- MOREIRA, L.A.; ZANUNCIO, J.C.; MOLINA-RUGAMA, A.J. Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) alimentado com a lagarta do maracujazeiro *Dione juno*

Juno (Cramer). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 645- 647, 1998.

MOHAGHEGH, J.; DE CLERCQ, P.; TIRRY, L. Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep., Noctuidae): effect of temperature. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 125, p. 131-134, 2001.

OLIVEIRA, J. E.M.; TORRES, J.B.; CARRANO-MOREIRA, A.F.; ZANUNCIO, J.C. Efeito da densidade de presas e do acasalamento na taxa de predação de fêmeas de *P. nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 647-654, 2001.

OLIVEIRA, J.E.M.; TORRES, J.B.; CARRANO-MOREIRA, A.F.; RAMALHO, F.S. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 7-14, jan. 2002a.

OLIVEIRA, J.E.M.; TORRES, J.B.; CARRANO-MOREIRA, A.F.; BARROS, R. Efeitos das plantas de algodoeiro e do tomateiro, como suplemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 101- 108, 2002b.

OLIVEIRA, H.N.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E.P.; ESPINDULA, M.C. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39, 947-951. 2004.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FILHO, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Edição. São Paulo: Ed. Manole. 609p. 2002a.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p.1-13b. 2002b.

PARRA, J.R.P. Situação atual e perspectivas do controle biológico, através de liberações inundativas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 27, p. 271-279, 1992.

REIS, L.L.; OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Biologia e potencial de *Doru luteipes* no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, p.333-342, 1988.

SANTOS, T.M.; SILVA, E.N.; RAMALHO, F.S. Consumo alimentar e desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) sobre *Alabama argillacea* (Hübner) em condições de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 10, p. 699-707, 1996.

SANTOS, T.M.; SILVA, E.N.; RAMALHO, F.S. Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.1, p.163- 167, 1995.

SYMONDSON, W.O.C.; GLEN, D.M.; IVES, A.R.; LANGDON, C.J.; WILTSHIRE, C.W. Dynamics of the relationship between a generalist predator and slugs over five years. **Ecology**, Washington, v. 83, n. 1, p. 137-147, 2002.

TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; MOURA, M.A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval controlling Eucalyptus in Brazil. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.1, n.15, p.1-18, 2006.

TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C. Effects of sequential mating by males on reproductive output of the stinkbug predator, *Podisus nigrispinus*. **BioControl**, Dordrecht, v. 46, n. 4, p. 469-480, 2001.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos de ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 592p. 2006.

VACARI, A.M.; OTUKA, A.K.; DE BORTOLI, S.A. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1981) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Diatraea Saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v.74, n.3, p.259-265, jul./set., 2007.

VAN DRIESCHE, R.G.; HODDLE, M.S.; CENTER, T. Control of Pests and Weeds by Natural Enemies, Blackwell Pub, UK. 2008.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Helsinki, v.48, p.123-138, 2003.

VAN LENTEREN, J.C. Measures of Success in Biological Control Of Arthropods By Augmentation Of Natural Enemies, 2000 In: GURR, G; WRATTEN, S. Measures of Success in Biological Control. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 2000. 444pag.

VIVIAN, L.M.; TORRES, J.B.; BARROS, R.; VEIGA, A.F.S.L. 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**, v.50, p.145-153, 2002.

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; SARTÓRIO, R.C.; GARCIA, J.F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, v.65, p.65- 73, 1994.

ZANUNCIO, J.C.; GUEDES, R.N.C.; GARCIA, J.F. Impact of two formulations of deltamethrin in aerial application against eucalyptus caterpillars and their predaceous bugs. **Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent**, v. 58, n. 2, p. 477-481, 1993.

ZIMMERMANN, H.G.; OLCKERS, T. Biological control of alien plant invaders in southern Africa, 2003. In: NEUENSCHWANDER, P.; BORGEMEISTER, C.; LANGEWALD, J. Biological Control in IPM Systems in Africa. Wallingford: **CABI Publishing**, ANO. pag. 27-44.

4 ARTIGO

BIOLOGIA DE *PODISUS NIGRISPINUS* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM DIFERENTES PRAGAS DA SOJA.

Resumo: Os percevejos do gênero *Podisus* sp. são predadores generalistas, presentes em diversos habitats, entretanto ainda falta muitas informações sobre a biologia desse inseto se alimentando das pragas da soja. Assim, objetivou-se estudar aspectos biológicos de *Podisus nigrispinus*, alimentado-se de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *Anticarsia gemmatalis* e ovos de *Euschistus heros*. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório, sob condições controladas, com quatro tratamentos (*S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *A.gemmatalis* e ovos de *E. heros*). Verificou-se que ninfas e adultos do predador tiveram bom desenvolvimento com viabilidade ninfal superior a 87% e alta fecundidade dos adultos quando este predador foi alimentado com lagartas de *A.gemmatalis*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides*. Apesar do predador consumir ovos de *E. heros* e completar seu desenvolvimento nessa presa, a mesma não apresenta boa qualidade nutricional com reduzida viabilidade ninfal 45,7%, além dos adultos não realizarem postura e terem um peso corporal reduzido ao redor de 50% quando comparado as demais presas avaliadas. O peso do macho adulto foi em média 22,6mg para os insetos alimentados com ovos de *E. heros*; sendo mais de 50% inferior ao peso de machos originados dos predadores alimentados com as lagartas estudadas, 54,9 a 59,9mg. Para fêmeas, a redução do peso corporal foi ainda maior, aproximadamente 73%, com alimento de ovos de *E. heros*, 24,8mg, em comparação com fêmeas provenientes das ninfas alimentadas com as lagartas em estudo, 89,1 a 96,4 mg. A longevidade foi menor apenas para fêmeas adultas de *P. nigrispinus* alimentadas com ovos de *E. heros*.

Palavras-chave: Inimigo natural. Criação massal. Soja. Biologia

ARTICLE: BIOLOGY OF *PODISUS NIGRISPINUS* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) ON DIFFERENT PEST OF SOYBEAN.

Abstract: The stink bugs of the genre *Podisus* sp. it's generalist predator and it's present in various habitats, however there is not a lot of information about the biology of this insect feeding soybean's pests. Therefore, aimed to evaluate the biological aspects of *Podisus nigrispinus* fed with *Spodoptera frugiperda*, *S. cosmioides*, *Anticarsia gemmatalis* and eggs of *Euschistus heros*. The assays were conducted in the laboratory under controlled conditions, with four treatments (*S. frugiperda* , *S. cosmioides*, *A.gemmatalis* and eggs of *E. heros*). Found that nymphs and adults of the predator had good viability and development nymphal with more than 87%, and adults with high fertility when this predator was fed with caterpillars. Although the predator consume eggs *E. heros* and completed their development in this prey, this is not enough to have good nutritional quality, provided reduced nymphal survival 45.7%, in addition to adults originated not perform posture and have low body weight, around 50% when compared with the other evaluated prey. The weight of males was

in around 22.6mg for insects fed on eggs of *E. heros*; being more than 50% less than the weight of males originated from predators fed with the caterpillars of this studied, 54.9 to 59.9 mg. For females fed with egg of *E. heros*, the body weight reduction was even greater, about 73%, with 24.8 mg versus the weight of 89.1 to 96.4 mg to females fed with caterpillars, Longevity was lower only for adult females of *P. nigrispinus* fed on eggs of *E. heros*.

Key-words: Natural enemy. Mass rearing. Soybeans. Biology

4.1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max*, (L.) Merrill] é um dos mais importantes produtos agrícolas do mundo (ABRAHÃO, 2008) sendo a produção brasileira (segundo maior produtor mundial) de aproximadamente 66,38 milhões de toneladas na safra 2011/2012 e estimativa de 83,43 milhões de toneladas para a safra 2012/2013 (CONAB, 2013). No entanto, esta produção poderia ser ainda maximizada caso as perdas em decorrência dos ataques de pragas fossem minimizadas.

Nessa cultura, o complexo de lagartas (BATISTELA et al., 2012) além dos percevejos (PANIZZI & OLIVEIRA, 1998) estão entre as principais pragas de importância econômica. Entre elas, a principal praga desfolhadora é a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (BATISTELA et al., 2012). No entanto, atualmente, nas principais regiões produtoras brasileiras, outras lagartas vêm também causando danos expressivos. Entre essas lagartas de importância crescente na soja incluem-se algumas espécies do gênero *Spodoptera*, como a lagarta-das-vagens *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (BUENO et al., 2011a). Entre os percevejos, apesar de várias espécies da família Pentatomidae serem consideradas pragas da cultura da soja, causando sérios prejuízos tanto no rendimento como na qualidade do produto colhido (PANIZZI & SLANSKY Jr., 1985; PANIZZI & OLIVEIRA, 1998), nos últimos anos, as populações de *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) têm aumentando em todo o Brasil e esta tem sido a espécie mais abundante atacando a soja no país.

O método de controle mais utilizado para mitigar esses problemas com pragas tem sido o uso do controle químico com inseticidas, muitas vezes, utilizado de forma abusiva e errônea (BUENO et al., 2011b). Uma medida alternativa para tentar reduzir o uso de agrotóxicos, tem sido o emprego do controle biológico

em programas de manejo integrado de insetos praga (MIP) (VAN LENTEREN & BUENO, 2003) tanto de forma artificial, incrementando o número de inimigos naturais (controle biológico aplicado) através de liberações desses insetos, como de forma conservacionista (controle biológico natural) através do uso de práticas agrícolas que preservem os inimigos naturais existentes. Neste contexto, entre os diferentes agentes de controle biológico, os percevejos do gênero *Podisus* merecem destaque por serem predadores generalistas e estarem presentes em diversos cultivos incluindo a soja (OLIVEIRA et al., 1999; TORRES et al., 2006). Nesses agroecossistemas, vários autores destacam o seu papel como agentes de controle biológico de diferentes pragas de importância econômica (VIVIAN et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2004; ZANUNCIO et al., 2008; ANGELINI & BOICA JUNIOR, 2009) incluindo as lagartas (MOHAGHEGH et al., 2001) entre outros grupos de insetos.

Entretanto, o sucesso ou fracasso do controle biológico nos mais diferentes agroecossistemas depende basicamente do conhecimento das características biológicas do inimigo natural e da sua interação com a praga-alvo (BOURCHIER & SMITH, 1996). Além disso, os estudos de biologia dos inimigos naturais alimentando-se de diferentes pragas irão auxiliar na escolha de presas potenciais para utilização em criações massais de laboratório. Segundo OLIVEIRA et al (2004) estudos sobre o potencial dos predadores no controle de pragas-chave devem priorizar sua criação massal em laboratório, para que possam ser posteriormente liberados no campo e integrados ao sistema de manejo de pragas. Sendo assim, houve uma intensificação nos últimos anos de estudos com a espécie *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) utilizando diferentes fontes alimentares, como *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae) (OLIVEIRA et al., 2002; VIVAN et al., 2002), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (OLIVEIRA et al., 2004), *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) (VACARI et al., 2007); *Alabama argilacea* (Hübner, 1818). (Lepidoptera, Noctuidae) (OLIVEIRA et al., 2008) e *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) (ANGELINI & BOICA JUNIOR, 2009) mas ainda há uma grande carência desses estudos relacionados as principais pragas da cultura da soja como *A. gemmatalis*, *S. cosmioides* e *E. heros*, entre outras.

Portanto, este trabalho avaliou os aspectos biológicos de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *A. gemmatalis*, *S. cosmioides*, *S. frugiperda*

e ovos de *E. heros*, afim de estimar a importância desse predador como agente de controle biológico das referidas pragas na cultura da soja e selecionar possíveis presas que possam ser utilizados em criações massais de laboratório para multiplicação desse predador.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Criação e Multiplicação dos Insetos

As lagartas de *S. frugiperda* e *S. cosmioides* utilizados no estudo foram provenientes de uma criação já estabelecida do Laboratório da Embrapa Soja, onde os insetos vem sendo criados de acordo com a metodologia descrita por POMARI et al. (2012). As lagartas de *A. gemmatalis* também são provenientes de criação estabelecida no mesmo laboratório, para a criação desses lepidópteros foram mantidos em condições controladas [(25 ± 2°C; umidade relativa (UR) de 70 ± 10%; fotoperíodo de 14/10 h (C/E)]. As mariposas foram obtidas a partir de lagartas alimentadas com dieta artificial desenvolvida por GRENNE et al. (1976) modificada por HOFFMANN-CAMPO et al. (1985). Semelhantemente, os ovos de *E. heros* foram fornecidos pelo mesmo laboratório seguindo técnica de criação estabelecida por CORRÊA-FERREIRA (1985) em condições controladas [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)].

Para criação de *P. nigrispinus* cerca de 200 casais, provenientes de criação do laboratório da Embrapa Soja, foram acondicionados em gaiolas de (20 x 20x 24 cm), forradas com papel filtro, onde foi adicionado um chumaço de algodão embebido em água posto sobre uma placa de petri[®] (9 x 1,5 cm). Utilizou-se pedaços de papel para aumentar a área de contato e local de postura nas gaiolas, as quais foram mantidos em temperatura controlada [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)]. Como alimento utilizaram-se lagartas de *A. gemmatalis* e *S. frugiperda* (3^o e 4^o instar). A limpeza das gaiolas de criação assim como a troca dos alimentos ofertados e o recolhimento das posturas do predador foi realizada três vezes por semana. As posturas eram espalhadas em uma caixa de gerbox[®] (11 x 11 x 3 cm) forrada com papel filtro umedecido. As ninfas que eclodiam eram transferidas quando atingiam o 2^o instar para as gaiolas iguais das de adultos descritas anteriormente ao atingirem o 2^o instar. Os insetos mutiplicados em

laboratório eram então utilizados para instalação de ensaios ou manutenção da criação.

4.2.2 Bioensaio de Biologia Comparada de *P. Nigrispinus* em Diferentes Presas

O ensaio foi conduzido em câmara climatizada tipo B.O.D sob condições controladas [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)], seguindo delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (Tabela 4.1) e sete repetições compostas por 10 ninfas individualizadas (70 ninfas.tratamento⁻¹). Estas ninfas foram individualizadas em placas de Petri (4,8 x 1,5 cm) forradas com papel filtro e com um orifício na tampa (1,0 x1,0 cm) para troca de ar. A individualização ocorreu a partir do 2º ínstar, pois no primeiro, as ninfas apresentam comportamento gregário além de não se alimentarem (TORRES et al., 2006). Para cada indivíduo, foi oferecido uma das presas (Tabela 4.1), em quantidades suficientes para haver sobra de alimento diariamente, e água umedecendo um algodão dentro de um tubo plástico do tipo Eppendorf®.

No intervalo de 24 h após a última ecdise, os percevejos adultos foram pesados (g) com o auxílio de uma balança analítica e separados por sexo para cálculo da razão sexual. Posteriormente, os casais foram acondicionados em caixas tipo Gerbox® com tampas perfuradas para permitir a entrada de ar, forradas com papel filtro junto com um tubo plástico do tipo Eppendorf® com água, fechado com algodão, sendo que a cada 24 horas, realizou-se a troca do papel filtro, alimento e recipiente com água.

As avaliações ocorreram diariamente, com registro da taxa de mortalidade, consumo alimentar e duração da fase ninfal do predador. Para adultos foram avaliados, o consumo alimentar do casal, o peso (g), longevidade (dias), razão sexual, período de pré-oviposição, fecundidade das fêmeas e viabilidade dos ovos. Para avaliar a viabilidade dos ovos, estes foram retirados de cada Gerbox® e acondicionados em placas de Petri (6 cm de diâmetro) e mantidos nas mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo que os adultos. Registrou-se o número de ninfas que eclodiram para os posteriores cálculos de viabilidade.

4.2.3 Análise Estatística

Os dados foram analisados quanto à normalidade (SHAPIRO & WILK, 1965) e homogeneidade da variância dos tratamentos (BURR & FOSTER, 1972) e sempre que necessários transformados para executar a ANOVA. As médias dos tratamentos então foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (SAS INSTITUTE, 2001).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo necessário para o desenvolvimento do segundo e terceiro instares foi entre 2,1 a 4,2 dias e entre 2,8 a 8,7 dias para o quarto e quinto instares ninfal de *P. nigrispinus* (Tabela 4.2). Esses resultados obtidos são semelhantes aos valores previamente reportados na literatura para esta mesma espécie do predador se alimentando de diferentes espécies de insetos e outras fontes suplementares de alimentos (TORRES et al., 2006; VACARI et al., 2007). Entretanto, o tempo de desenvolvimento além dos parâmetros reprodutivos e demais parâmetros biológicos de *P. nigrispinus* usualmente é muito influenciado pelo tipo de presa da qual esse predador se alimenta (MOLINA-RUGAMA et al., 1998). Essa influência da presa sobre os parâmetros biológicos do predador pode ser observada desde o segundo instar de desenvolvimento. Neste estágio as ninfas que se alimentaram de *S. frugiperda* demoraram mais para mudar de instar comparativamente as ninfas que se alimentaram de lagartas de *A. gemmatalis* ou ovos de *E. heros*. Por outro lado, ninfas de *P. nigrispinus* que se alimentaram de lagartas de *S. cosmioides* demoraram em torno de 2,3 dias, ou seja, sendo semelhantes às ninfas que se alimentaram das demais presas avaliadas ($p=0,0099$; $F=4,73$; $GL_{\text{resíduo}}=24$) (Tabela 4.2).

Resultados diferentes foram observados do terceiro ao quinto instar, quando ninfas de *P. nigrispinus* que se alimentaram de ovos de *E. heros* apresentaram um maior tempo para o desenvolvimento em relação as demais presas estudadas (Tabela 4.2). Considerando o tempo total para o desenvolvimento do 2º instar até a fase adulta, as ninfas do predador necessitaram de um tempo de desenvolvimento de em média 19,5 dias quando estas se alimentaram de ovos de *E. heros*. Diferentemente, aproximadamente 12 dias foi tempo suficiente para completar

esse desenvolvimento quando as ninfas do predador foram alimentadas com lagartas de *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* ou *S. cosmioides* ($p < 0,0001$; $F = 329,1$; $GL_{\text{resíduo}} = 23$) (Tabela 4.2).

Esses resultados obtidos comprovam que apesar de *P. nigrispinus* se alimentar de ovos de *E. heros*, o consumo de lagartas de *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* ou *S. cosmioides* é nutricionalmente mais eficiente para o seu desenvolvimento, o que foi refletido no menor tempo necessário para completar o seu desenvolvimento juvenil além da maior viabilidade ninfal (sobrevivência superior a 87%) quando comparada a reduzida sobrevivência das ninfas (45,7%) que se alimentaram de ovos de *E. heros* ($p < 0,0001$; $F = 11,87$; $GL_{\text{resíduo}} = 24$) (Tabela 4. 2).

Neste cenário, é importante salientar que os predadores também podem apresentar especificidade ao escolherem o alimento, e mesmo as espécies generalistas como o *P. nigrispinus*, podem manifestar uma hierarquia de preferência por diferentes presas (SADEGUI & GILBERT, 1999). Entretanto, esses predadores generalistas inicialmente atacam uma ampla faixa de presas potenciais, independentemente de sua qualidade alimentar e geralmente através das experiências vividas, os mesmos aprendem quais presas são de alta e de baixa qualidade (BUENO & ZANUNCIO, 2008) e depois disso, passam a exibir a preferência hospedeira comentada anteriormente. Sendo assim, apesar *P. nigrispinus* consumir uma grande quantidade de ovos de *E. heros* para completar seu ciclo biológico ($53,0 \pm 1,7$ ovos), valor este que foi estatisticamente superior a quantidade consumida de lagartas de *S. frugiperda* ($33,1 \pm 0,4$) que por sua vez foi superior aos valores observados para *A. gemmatalis* ($27,2 \pm 0,4$) e *S. cosmioides* ($27,4 \pm 0,5$), o mesmo apresentou seus aspectos biológicos prejudicados ao se alimentar dos ovos de *E. heros* (Tabelas 4.2). Portanto, é possível que em condições de campo, quando esse predador tiver chance de escolha da presa na cultura da soja, *P. nigrispinus* possa apresentar preferência alimentar por lagartas em relação a ovos de *E. heros* que devido ao seu tamanho reduzido parecem ser quantitativamente ou qualitativamente insatisfatórios para o seu desenvolvimento.

Por outro lado, é importante destacar que no Brasil e em vários outros países do mundo já houve a liberação da soja geneticamente modificada, resistente a insetos e tolerante a herbicida que provavelmente estará sendo disponibilizada ao sojicultor na safra 2013/2014. Soja com esse evento biotecnológico ficou conhecida usualmente como soja *Bt*, e sua marca comercial

denominada de INTACTA RR₂ PRO[®]. Essa biotecnologia atuará contra alguns lepidópteros, como a *A. gemmatalis* e a *Chrysodeixis (=Pseudoplusia) includens* (WALKER, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta falsa-medideira, devido a ação do gene oriundo do *Bacillus thuringiensis* (Berliner) que foi inserido na planta, além do controle da lagarta-da-maçã, *Heliothis virescens* (Fabrícus, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae), e da broca-das-axilas, *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914) (Lepidoptera: Tortricidae). Assim, com uma possível redução da disponibilidade de lagartas para o consumo de *P. nigrispinus* no sistema produtivo da soja *Bt*, este predador poderá ter em lagartas de *Spodoptera* sp. (não controlada pelas plantas de primeira geração dessa tecnologia) e ovos de *E. heros* presas alternativas e/ou complementares para sua alimentação. Isto poderá auxiliar na manutenção desse agente de controle biológico nesse agroecossistema mesmo na escassez de algumas lagartas, pois esse predador tem a capacidade de se alimentar de outras presas.

Além disso, uma característica única de muitos heterópteros predadores como o *P. nigrispinus*, por exemplo, é o hábito de se alimentarem de material de planta, sendo isso, não só importante para sustentar o predador na escassez de presas ou quando estas são de baixa qualidade, mas também para aumentar o desempenho desse predador quando usado como suplemento à dieta com presa (VIVIAN, et al. 2003; TORRES et al., 2006). Fêmeas de *P. nigrispinus* viveram em média 29,8 dias quando alimentadas exclusivamente com plantas, *Ageratum conyzoides* (Compositae), enquanto sobreviveram apenas 16 e 3,5 dias quando tiveram acesso exclusivamente à presa ou água, respectivamente (EVANGELHISTA Jr et al., 2003; 2004). Isso ocorreu provavelmente porque após a alimentação da presa, *P. nigrispinus* há uma busca por água, ressaltando a importância da água obtida quando o mesmo suga o material vegetal (TORRES et al., 2006). Entretanto, *P. nigrispinus* não utiliza a planta como apenas fonte de água, visto que há uma grande variação nos aspectos biológicos e comportamentais desse predador ao se alimentar de diferentes espécies vegetais (OLIVEIRA et al., 2002; VIVIAN, et al. 2003; EVANGELHISTA Jr et al., 2003) ou seus genótipos (SANTOS & BOIÇA Jr, 2002). Por exemplo, *P. nigrispinus* preferiu *Eucalyptus pellita* F. Muell. infestado com lagartas de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) em relação a quatro outras diferentes espécies de plantas do gênero *Eucalyptus* infestadas com a mesma espécie de lagartas (TORRES et al., 2006),

reforçando a importância da alimentação na planta como uma estratégia utilizada pelo predador principalmente quando a presa é escassa ou de baixa qualidade nutricional.

A qualidade nutricional das presas das quais *P. nigrispinus* se alimenta não afeta apenas aspectos biológicos do estágio ninfal, mas também os aspectos biológicos do estágio adulto desse predador são alterados (TORRES et al., 2006). O peso corpóreo e razão sexual dos adultos, por exemplo, são parâmetros biológicos influenciados pela qualidade da presa (VIVIAN et al., 2003). Os resultados obtidos nesse estudo comprovam que a razão sexual foi reduzida significativamente em insetos alimentados com ovos de *E. heros* (Figura 4.1A). Além disso, fêmeas e machos adultos provenientes das ninfas de *P. nigrispinus* alimentados com ovos de *E. heros* foram significativamente mais leves quando comparados aos adultos provenientes das ninfas alimentadas com lagartas de *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* ou *S. cosmioides* (Figuras 4.1B e 4.1C).

O peso do macho adulto foi em média 22,61 miligramas (mg) para os insetos alimentados com ovos de *E. heros*; mais de 50% inferior ao peso corpóreo de machos originados de ninfas de *P. nigrispinus* alimentadas com as lagartas estudadas (54,93 a 59,96 mg). Para as fêmeas, a redução do peso corporal foi ainda maior (aproximadamente 73%) quando as ninfas foram alimentadas com ovos de *E. heros* (24,82 mg) em comparação com as fêmeas provenientes das ninfas alimentadas com as espécies de lagartas em estudo (89,09 a 96,36 mg) (Figuras 4.1B e 4.1C). Esses valores obtidos para pesos de machos e fêmeas de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas são similares aos previamente relatados na literatura para esta espécie. Entretanto, os valores obtidos quando ovos de *E. heros* foi a presa avaliada foram relativamente inferiores aos valores previamente reportados na literatura para outras presas, comprovando a menor qualidade nutricional desta presa. Os valores de peso corpóreo de adultos de *P. nigrispinus* reportados na literatura variam de 45 a 140 mg para fêmeas e de 35 a 100 mg para machos, que são ligeiramente menores do que as fêmeas (TORRES et al., 2006). Além do menor peso corpóreo dos adultos alimentados com ovos de *E. heros*, fêmeas que apenas se alimentaram dessa presa não realizaram postura na fase adulta (Tabela 4.3).

Apesar do menor peso corpóreo e menor capacidade reprodutiva dos adultos alimentados com ovos de *E. heros*, a longevidade dos adultos foi

significativamente menor para as fêmeas adultas de *P. nigrispinus* (Figuras 4.1B e 4.1C). Isto pode ser em decorrência da capacidade do predador de reduzir o seu esforço reprodutivo para favorecer sua longevidade (WIEDENMANN & O'NEIL, 1990; LEGASPI et al., 1996; MOURÃO et al., 2003). Essa capacidade é conhecida como *trade-off* fisiológico, que consiste na necessidade de um organismo alocar a energia para dois ou mais processos que competem diretamente, entre si, por recursos limitados dentro de um mesmo indivíduo (STEARNS, 1994). Portanto, insetos que se alimentaram de ovos de *E. heros* podem ter alocado sua energia para garantir sua longevidade e por isso não terem ovipositado (Tabela 4.3).

As diferentes espécies de lagartas estudadas como presas também afetaram diferentemente os aspectos biológicos do estágio adulto de *P. nigrispinus* apesar de serem mais semelhantes entre si quando comparados aos ovos de *E. heros* (Tabela 4.3). Apesar do consumo médio de presas diário por casal ser significativamente superior tendo *S. frugiperda* como presa (9,2 lagartas.dia⁻¹) comparativamente a *A. gemmatalis* (6,8 lagartas.dia⁻¹) ou *S. cosmioides* (7,2 lagartas.dia⁻¹) ($p < 0,0001$; $F = 41,61$; $GL_{\text{resíduo}} = 16$) o período de pré-oviposição foi também superior para os insetos adultos que alimentaram de *S. frugiperda* ($p = 0,0244$; $F = 5,14$; $GL_{\text{resíduo}} = 12$). Por outro lado, os demais parâmetros de fertilidade avaliados (número de ovos por postura, número de ovos diário e ao longo da vida do casal e viabilidade dos ovos) (Tabela 4.3) não diferenciaram entre as lagartas estudadas. Esses resultados indicam que a qualidade nutricional dessas diferentes espécies de lagartas estudadas é bastante semelhante entre si visto que esses parâmetros biológicos também são influenciados pela dieta alimentar desse predador (TORRES et al., 2006). Além disso, esses os valores observados para os parâmetros biológicos do estágio adulto de *P. nigrispinus* é semelhante aos valores previamente reportados na literatura. O período de pré-oviposição varia entre 4 a 11 dias produzindo entre 100 a 600 ovos divididos em posturas de 25 a 40 ovos, apresentando viabilidade usualmente acima de 75% (TORRES et al., 2006), o que reforça a adequada qualidade nutricional de *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides* como presas de *P. nigrispinus*.

5 CONCLUSÃO

Lagartas de *A. gemmatalis*, *S. frugiperda* e *S. cosmioides* apresentam qualidade nutricional satisfatória para o bom desenvolvimento ninfal e adulto de *P. nigrispinus*.

O predador *P. nigrispinus* consumiu ovos de *E. heros* e completou o seu desenvolvimento nessa presa. Quando esse predador se alimenta única e exclusivamente dessa presa, as fêmeas adultas originadas não realizam postura.

Mesmo que ovos de *E. heros* não apresentem qualidade nutricional suficiente para garantir que o predador não tenha suas características biológicas comprometidas, *P. nigrispinus* foi capaz de consumir ovos e essa predação poderá interferir na população dessa praga no campo.

5.1 AGRADECIMENTO

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina e a Embrapa Soja pelo apoio concedido durante a realização desse trabalho.

6 REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, O.S. **Rastreabilidade de soja Roundup Ready® em produtos agrícolas e derivados: produção de matérias de referência e uso de marcadores AFLP**. 2008. 124 p. Dissertação de doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- ANGELINI, M.R.; BOICA JUNIOR, A.L. Capacidade predatória e atratividade de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) por lagartas de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) criadas em folhas de genótipos de maracujazeiros. **Revista Ceres**, v. 56, p. 025-030, 2009.
- BATISTELA, M.J.; BUENO, A.F.; NISHIKAWA, M.A.N.; BUENO, R.C.O.F.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; CORBO, E.; SILVA, R.B. Re-evaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation. **Crop Protection**, v. 32, p. 7-11, 2012.
- BOURCHIER, R.S.; SMITH, S.M. Influence of environmental conditions and parasitoid quality on field performance of *Trichogramma minutum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 80, n. 3, p. 461-468, 1996.
- BUENO, A.F.; BATISTELA, M.J.; BUENO, R.C.O.F.; FRANÇA-NETO, J.B.; NISHIKAWA, M.A.N.; FILHO, A.L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v.30, p.937 - 945, 2011a.
- BUENO, V.; ZANUNCIO, J.C. The stink bugs predators (Heteroptera). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**. v.67, p.170 - 174, 2011b.
- BUENO, V.; ZANUNCIO, J.C. **Percevejos predadores (Heteroptera)**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P (eds). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Londrina: Embrapa, 2008, p.875-931.
- BURR, I.W; FOSTER, L.A. **A test for equality of variances**. Mimeo series n^o 282. University of Purdue, West Lafayette, 26p. 1972.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira: grãos, quinto levantamento, fevereiro de 2013. Brasília-DF, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_02_08_17_24_51_boletim_fevereiro_2013.pdf> Acesso em: 20 de Fevereiro de 2013.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. **Criação massal do percevejo verde *Nezara viridula* (L.)**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 11),1985.
- EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E.J. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.413-420, 2004.

EVANGELHISTA Jr, W.S.; GONDIM Jr, M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E. J. Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e oviposição do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 677-684, 2003.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean Caterpillar: a rearing procedure and artificial médium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p.487-488, 1976.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E.B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja**. Londrina: EMBRAPA, 1985.

LEGASPI, J.C.; O'NEIL, R.J.; LEGASPI JUNIOR, B.C. Trade-offs in body weights, egg loads, and fat reserves of field-collected *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Environmental Entomology**, v. 25, p. 155-164, 1996.

MOHAGHEGH, J.; DE CLERCQ, P.; TIRRY, L. Functional response of the predators *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) to the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae): effect of temperature. **Journal of Applied Entomology**, v.125, p.131-134, 2001.

MOLINA-RUGAMA, A.J.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, I.V.; OLIVEIRA, M.L.R. Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) females under diferente feeding intervals. **Biocontrol Sciences and Tecnology**, v. 8, p. 583-588, 1998.

MOURÃO, S.A.; ZANUNCIO, J.C.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; VILELA, E.F.; LACERDA, M.C. Efeito da escassez de presa na sobrevivência e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 469-473, 2003.

OLIVEIRA, H.N.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E.P.; ESPINDULA, M.C. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**, v.39, n.10, p.947-951, 2004.

OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO, J.C.; SOSSAI, M.F.; PRATISSOLI, D. Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia*, 51, 77-83. 1999.

OLIVEIRA, J.E.M.; DE BORTOLI, S.A.; MIRANDA, J.E.; TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J. C. Predation rate of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: pentatomidae) as influenced by the density of *Alabama argillacea* (Lepidoptera: noctuidae) and cotton plant age. **Científica**, v.36, n.1, p.1 - 9, 2008.

OLIVEIRA, J.E.M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A.F.; BARROS, R. 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**, v. 31, p. 101-108, 2002.

- PANIZZI, A.R.; OLIVEIRA, E.D.M. Performance and seasonal abundance of the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* nymphs and adults on a novel food plant (pigeonpea) and soybean. **Entomol Exp**, n.88, p. 169-175, 1998.
- PANIZZI, A.R.; SLANSKY JR, F. Review of *Phytophagous pentatomids* (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in Americas. **Florida Entomol**, v. 68, p.184-214, 1985.
- POMARI, A.F.P.; BUENO, A.F; BUENO, R.C.O.F.; MENEZES JR, A.O.M. Biological characteristics and thermal requirements of the biological control agent *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygasteridae) reared on eggs of different species of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Ann Ent Soc Am**, v. 105, p. 73-81, 2012
- SADEGUI, H.; GILBERT, F. Individual variation in oviposition preference, and its interaction with larval performance in an insect predator. **Oecologia**, v. 118, p. 405-411, 1999.
- SANTOS, T.M.; BOIÇA Jr, A.L. Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. **Scientia Agrícola**, v. 59, p. 671-675, 2002.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics version 8 for Windows. Cary: SAS Institute, 2001.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v.52, p.591-611, 1965.
- STEARNS, S.C. **The evolution of the life histories**. Oxford: Oxford University press. 1994.
- TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; MOURA, M.A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval controlling Eucalyptus in Brazil. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.1, n.15, p.1-18, 2006.
- VACARI, A.M.; OTUKA, A.K.; DEBORTOLI, S.A. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1981) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Diatraea Saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v.74, n.3, p.259-265, 2007.
- VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **Biocontrol**, v.48, p.123-139, 2003. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/q2722717200345h5/>>. Acesso em: 24 jun. 2009. doi:10.1023/A:1022645210394.
- VIVIAN, L.M.; TORRES, J.B.; VEIGA, A.F.S.L. 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**, v.50, p.145-153, 2002.

VIVIAN, L.M.; TORRES, J.B.; BARROS, R.; VEIGA, A.F.S.L. Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus* in relation to two different prey types and environmental conditions. **BioControl**, v. 48, p. 155-168, 2003.

WIEDENMANN, R.N.; O'NEIL, R.J. Effects of low rates of predation on selected life-history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, v. 122, p. 271-283, 1990.

ZANUNCIO, J.C.; SILVA, E.R.; LIMA, F.F.; PEREIRA, F.D.; RAMALHO, J.E. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 51, n. 1, Feb. 2008 . disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132008000100015&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 10 fev. 2013. doi:10.1590/S1516-89132008000100015.

Tabela 4.1 – Presas utilizadas para a alimentação de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae), estágio de desenvolvimento e quantidade de presas fornecidas por dia [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%±10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)].

Tratamento	Fonte alimentar	Estádio utilizado	Quantidade (dia)
1	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	3º instar	5 *
2	<i>Spodoptera frugiperda</i>	3º instar	5 *
3	<i>Spodoptera cosmioides</i>	3º instar	5 *
4	<i>Euschistus heros</i>	Ovos de 24 horas	20*

*Quantidade satisfatória para que os insetos não ficassem sem alimentos até fase adulta.

Tabela 4.2 – Parâmetros biológicos da fase ninfal de *Podisus nigrispinus* em diferentes alimentos em condições controladas de laboratório [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%±10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)].

Fonte alimentar	2º instar ¹	3º instar ¹	4º instar ¹	5º instar ¹	Total do 2º ao 5º instar ¹
Duração (dias)					
<i>Anticarsia gemmatalis</i> ²	2,1 ± 0,0 b	2,6 ± 0,1 b ³	2,8 ± 0,1 b ³	4,9 ± 0,1 b ⁴	12,4 ± 0,1 b ⁴
<i>Spodoptera frugiperda</i> ²	2,4 ± 0,0 a	2,2 ± 0,1 c	3,0 ± 0,0 b	4,8 ± 0,1 b	12,3 ± 0,1 b
<i>Spodoptera cosmioides</i> ²	2,3 ± 0,0 ab	2,5 ± 0,1 bc	2,9 ± 0,0 b	4,7 ± 0,1 b	12,3 ± 0,1 b
Ovos de <i>Euschistus heros</i>	2,1 ± 0,1 b	4,2 ± 0,2 a	4,9 ± 0,1 a	8,7 ± 0,3 a	19,5 ± 0,4 a
CV (%)	7,63	4,70	2,98	3,57	1,20
Consumo alimentar (unidades)					
<i>Anticarsia gemmatalis</i> ²	2,6 ± 0,1 ab	4,4 ± 0,1 b	6,4 ± 0,2 c	13,8 ± 0,4 c ⁴	27,2 ± 0,4 c ⁴
<i>Spodoptera frugiperda</i> ²	2,8 ± 0,2 a	3,9 ± 0,1 bc	7,9 ± 0,3 b	18,5 ± 0,4 b	33,1 ± 0,4 b
<i>Spodoptera cosmioides</i> ²	2,6 ± 0,1 ab	3,5 ± 0,1 c	7,2 ± 0,2 bc	14,2 ± 0,3 c	27,4 ± 0,5 c
Ovos de <i>Euschistus heros</i>	2,3 ± 0,1 b	7,5 ± 0,2 a	13,0 ± 0,4 a	30,3 ± 1,6 a	53,0 ± 1,7 a
CV (%)	12,81	7,70	8,79	3,18	1,56
Insetos vivos (unidades) [Sobrevivência %]					
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	9,9 ± 0,1 a	9,6 ± 0,2 a	9,3 ± 0,3 a ⁴	8,7 ± 0,3 a	[87,1 ± 2,9 a]
<i>Spodoptera frugiperda</i>	9,9 ± 0,1 a	9,6 ± 0,2 a	9,3 ± 0,3 a	8,7 ± 0,5 a	[87,1 ± 4,7 a]
<i>Spodoptera cosmioides</i>	10,0 ± 0,0 a	10,0 ± 0,0 a	9,4 ± 0,2 a	8,9 ± 0,6 a	[88,6 ± 5,5a]
Ovos de <i>Euschistus heros</i>	8,9 ± 0,3 b	8,3 ± 0,3 b	7,1 ± 0,5 b	4,6 ± 0,4 b	[45,7 ± 4,3 b]
CV (%)	5,43	5,71	4,92	15,30	[18,03]

¹Média ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna para cada parâmetro biológico avaliado não difere estatisticamente pelo teste de Tukey (p>0,05). ²Lagartas de 3º instar de desenvolvimento.

³Médias originais seguidos da análise estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{X} .

⁴Médias originais seguidos da análise estatística realizada nos dados transformados em log (x).

Tabela 4.3 – Parâmetros biológicos da fase adulta de *Podisus nigrispinus* em diferentes alimentos em condições controladas de laboratório [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)].

Fontes alimentar	Consumo Médio do Casal/Dia ³	Dias de Pré-oviposição	Dias dos adultos em postura ⁴	Número de ovos médio por postura
<i>Anticarsia gemmatalis</i> ²	6.8 ± 0.4 b	2.8 ± 0.2 b	6.4 ± 1.2 b	41.8 ± 1.1 ^{ns}
<i>Spodoptera frugiperda</i> ²	9.2 ± 0.2 a	4.0 ± 0.3 a	14.6 ± 2.1 a	43.2 ± 3.1
<i>Spodoptera cosmioides</i> ²	7.2 ± 0.2 b	2.8 ± 0.4 b	11.0 ± 1.2 ab	39.2 ± 1.0
Ovos de <i>Euschistus heros</i> ²	4.2 ± 0.4 c	-	-	-
CV (%)	5.50	21.35	18.74	10.63
	Número de ovos por dia do casal⁴	Número de posturas totais na vida do casal⁴	Numero de ovos totais na vida do casal⁴	Viabilidade dos ovos (%)
<i>Anticarsia gemmatalis</i> ²	39.8 ± 3.1 ^{ns}	5.4 ± 0.7 a	221.4 ± 29.8 a	74.4 ± 4.0 ^{ns}
<i>Spodoptera frugiperda</i> ²	30.0 ± 2.5	9.2 ± 1.6 a	401.8 ± 76.6 a	80.6 ± 5.2
<i>Spodoptera cosmioides</i> ²	36.2 ± 3.5	8.4 ± 1.5 a	330.8 ± 59.3 a	75.8 a ± 8.6
Ovos de <i>Euschistus heros</i> ²	-	0.0 ± 0 b	0.0 ± 0 b	-
CV (%)	5.52	18.74	8.73	16.36

¹Média ± EPM seguidas pela mesma letra na coluna para cada parâmetro biológico avaliado não difere estatisticamente pelo teste de Tukey (p>0,05). ²Lagartas de 2º a 4º instar de desenvolvimento.

³Médias originais seguidos da análise estatística realizada nos dados transformados em \sqrt{X} .

⁴Médias originais seguidos da análise estatística realizada nos dados transformados em log (x).

Figura 4.1 – Razão sexual (A), peso (B e C) e longevidade (B e C) de adultos de *Podisus nigrispinus* em diferentes alimentos em condições controladas de laboratório [(25°C±1; umidade relativa (UR) de 65%± 10; fotoperíodo de 16/8 h (C/E)]. Média ± EPM seguidas pela mesma letra para cada parâmetro biológico avaliado não difere estatisticamente pelo teste de Tukey (p>0,05).

