

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICO-COMPORTAMENTAL DE  
*Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) PREDANDO *Plutella*  
*xylostella* (L., 1758)**

**Alessandra Marieli Vacari**

**Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutora em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Outubro de 2009

## DADOS CURRICULARES DA AUTORA

**ALESSANDRA MARIELI VACARI** – nascida na cidade de Gabriel Monteiro, SP, em 04 de junho de 1980. Formada em Ciências Biológicas pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da cidade de Penápolis, São Paulo, em dezembro de 2002. As atividades de pesquisa em Controle Biológico iniciaram-se com o estágio no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/Unesp, em julho de 2001, que se prolongou até fevereiro de 2004, onde desenvolveu, como atividade principal, trabalhos junto às criações de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). Neste período realizou cursos na área de atuação, apresentou resumos em Congressos e participou das disciplinas Fisiologia dos Insetos e Controle Biológico de Artrópodes Pragas, como aluna especial, no curso de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) na FCAV-Unesp. Ingressou no curso de Mestrado em 2004, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/Unesp, Jaboticabal, na área de Entomologia Agrícola. Durante o curso de mestrado apresentou resumos de trabalhos sobre Controle Biológico em Congressos regionais e nacionais. Foi bolsista do CNPq. Em 2006 ingressou no curso de Doutorado, também pela FCAV/Unesp. Apresentou resumos de trabalhos sobre Controle Biológico em congressos regionais, nacionais e internacionais. Foi novamente bolsista do CNPq durante o referido curso. Durante o Doutorado publicou trabalhos em revistas de nível nacional e internacional da área de Entomologia. Realizou estágio docência na disciplina de Entomologia Agrícola, no segundo semestre de 2006, e na disciplina Pragas das Hortaliças e dos Grãos Armazenados, no segundo semestre de 2007. Em 2008 e 2009 participou, como colaboradora e co-orientadora, de Trabalhos de Graduação de alunos dos cursos de Agronomia e Zootecnia da FCAV/Unesp. Em 2007 e 2008 participou da comissão organizadora, ministrou aulas em mini-cursos e proferiu palestras no I e II Curso de Inverno em Entomologia Agrícola, ambos realizados pelo Curso de Pós-graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/Unesp.

*“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original”. (Albert Einstein)*

Aos meus queridos avós Ângelo Trevisan (*in memorian*), Antonia Francovig Trevisan, Belmiro Vacari e Isaura Petean Vacari. Também ao meu tio Adervilio Trevisan (*in memorian*) que deixou muitas saudades.

**Ofereço.**

À minha família, que tanto amo, meu pai Valdevino Vacari, minha mãe Aparecida Elizia Trevisan Vacari, minha irmã Vanessa Maraisa Vacari e ao meu esposo Vagner Santana. Também ao novo membro da família, meu sobrinho Gustavo.

**Dedico.**



## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos;

Ao Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli, meu pai científico, pela amizade, orientação, incentivo e por todos os seus ensinamentos que muito enriqueceram a minha vida. Agradeço também a amizade de sua esposa e de seus filhos que muito prezo;

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa e ao Prof. Dr. Antonio Sergio Ferraudó, do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/Unesp, pela orientação nas análises estatísticas e pelos ensinamentos sobre as análises uni e multivariadas;

Ao Prof. Dr. Jorge Braz Torres, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo auxílio nas análises de resposta funcional;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/Unesp, Nelson Wanderley Periotó, Arlindo Leal Boiça Júnior, Odair Aparecido Fernandes, Marcelo Ferreira da Costa, Jaime Maia dos Santos e Sergio Antonio De Bortoli, bem como aos professores colaboradores e visitantes Manoel Victor Franco Lemos, Luiz Garrigós Leite, Daniel Sosa Gomez, Antonio Carlos Monteiro, Janete Aparecida Desidério Sena e Baltazar Escriche, pelo aprendizado durante as disciplinas do curso;

À Usina Santa Adélia, em especial à Noeli e a Dagmara, ex-coordenadora e atual coordenadora do laboratório de criação de insetos, por terem gentilmente cedido lagartas de *Diatraea saccharalis* para manutenção da criação massal de *Podisus nigrispinus*.

À toda família LBCI (equipe do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos), ao Prof. Dr. Robson Thomaz Thuler; aos doutorandos Roberto Marchi Goulart, Cacia Leila Tigre Pereira Viana e Elizabeth do Carmo Pedroso; aos mestrandos Haroldo Xavier

Linhares Volpe, Alessandra Karina Otuka e Ana Carolina Pires Veiga; aos estagiários Matheus Rocha Xavier, Valéria Lucas de Laurentis, Giovani Genovez, Murilo Petrini Alves, Gustavo Oliveira de Magalhães, Camila Frezarin Leite e José Tiago Soares de Azevedo; à técnica do laboratório Iara Maria Messiano e a todos aqueles que passaram pelo laboratório, pela inestimável ajuda em todos os momentos e também pela preciosa amizade;

Aos colegas do Departamento de Fitossanidade, que conquistei durante o Curso de Doutorado, e especialmente ao Daniell Rodrigo Rodriguez Fernandes e ao Francisco José Sosa Duque pela sincera amizade;

Aos meus padrinhos de casamento que conheci na minha defesa de mestrado por intermédio do Prof. Sergio Antonio De Bortoli, Dr. Nelson Wanderley Perioto e Dra. Rogéria Inês Rosa Lara, pelo carinho e consideração;

Aos funcionários da biblioteca da FCAV/Unesp pela revisão das referências, especialmente a Tiekio Takamia Sugahara;

À toda minha família pelo apoio constante em todos os momentos da minha vida;  
E a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. Objetivo geral.....	3
3. Revisão de literatura.....	3
3.1. Brassicáceas.....	3
3.2. <i>Plutella xylostella</i> .....	4
3.3. <i>Podisus nigrispinus</i> .....	12
3.4. Referências.....	21
CAPÍTULO 2 - DESENVOLVIMENTO DE <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) PREDANDO OVOS, LARVAS E PUPAS DE <i>Plutella xylostella</i> (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).....	33
Resumo.....	33
1. Introdução.....	34
2. Material e métodos.....	35
2.1. Criação de <i>Podisus nigrispinus</i> .....	36
2.2. Criação de <i>Plutella xylostella</i> .....	37
2.3. Condução dos experimentos.....	39
3. Resultados e discussão.....	41
4. Conclusão.....	48
5. Referências.....	48
CAPÍTULO 3 – TABELAS DE FERTILIDADE E DE ESPERANÇA DE VIDA PARA <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) ALIMENTADO COM LARVAS E PUPAS DE <i>Plutella xylostella</i> (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).....	54



Resumo.....	54
1. Introdução.....	55
2. Material e métodos.....	56
3. Resultados e discussão.....	58
4. Conclusão.....	66
5. Referências.....	66
CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO DE PREDACÃO DE <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM FUNÇÃO DA FASE DE DESENVOLVIMENTO DA PRESA <i>Plutella xylostella</i> (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).....	
Resumo.....	71
1. Introdução.....	72
2. Material e métodos.....	73
2.1. Teste sem chance de escolha.....	73
2.2. Teste com chance de escolha (dupla chance).....	74
2.3. Análise dos dados.....	75
3. Resultados e discussão.....	76
4. Conclusão.....	83
5. Referências.....	83
CAPÍTULO 5 – PREDACÃO DE <i>Podisus nigrispinus</i> (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DENSIDADES DA PRESA <i>Plutella xylostella</i> (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE).....	
Resumo.....	87
1. Introdução.....	88
2. Material e métodos.....	89
3. Resultados e discussão.....	91
4. Conclusão.....	97

5. Referências.....	97
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS -	
IMPLICAÇÕES.....	101
Referências .....	102

**CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICO-COMPORTAMENTAL DE *Podisus nigrispinus*  
(DALLAS, 1851) PREDANDO *Plutella xylostella* (L., 1758)**

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi efetuar a caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas e pupas de *Plutella xylostella*, com o intuito de aumentar os conhecimentos dessa interação predador-presa para que, no futuro, se possa estabelecer um programa de controle biológico para a traça-das-crucíferas. Os experimentos foram conduzidos em sala climatizada a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. Foram verificados aspectos biológicos de *P. nigrispinus*, elaboradas tabelas de vida de fertilidade e de esperança, verificada a preferência de alimentação entre as diferentes fases de desenvolvimento da presa (larvas ou pupas) e o comportamento de predação em função de diferentes densidades de presas (larvas e pupas). Os dados biológicos obtidos indicaram que larvas e pupas de *P. xylostella* foram presas adequadas para o desenvolvimento dos predadores. Larvas e pupas de *P. xylostella* proporcionaram bom desempenho reprodutivo e alta longevidade de fêmeas do predador. Os predadores preferiram consumir larvas a pupas de *P. xylostella*. *P. nigrispinus* apresentou resposta funcional do tipo II quando consumiu larvas e pupas da traça-das-crucíferas e apresentou maior consumo de presas principalmente nas maiores densidades. Essas informações indicam que *P. nigrispinus* possui potencial como agente de controle de *P. xylostella* e que novos estudos podem ser realizados em casa de vegetação e em campo para que, no futuro, esse inimigo natural possa ser utilizado em programas de controle biológico em culturas de brassicáceas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Asopinae, biologia de insetos, percevejo predador

**BIOLOGICAL AND BEHAVIORAL CHARACTERIZATION OF *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) PREYING *Plutella xylostella* (L., 1758)**

**SUMMARY** - The objective of this work was to study the biological behavioral characterization of *Podisus nigrispinus* feeding on larvae and pupae of *Plutella xylostella*, aiming to increasing the knowledge of predator-prey relationship to establish a future biological control program of diamondback moth. The experiments were led in acclimatized room to  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , RH  $70\pm 10\%$  and photophase 12h. The biological aspects were verified, fertility and expectancy life table were elaborated, the preference feeding between the different phases in development of the prey (larvae or pupae) was determined, and verified the consumption behavior in function of different densities of preys (larvae and pupae) was studied. The biological data indicated that larvae and pupae of *P. xylostella* were appropriate preys to predators development. Larvae and pupae provided good reproductive performance and high longevity of females of the predator *P. nigrispinus*. The predators preferred to consume larvae than pupae of *P. xylostella*. *P. nigrispinus* presented functional response of the type II when it consumed larvae and pupae of diamondback moth and it presented larger consumption of preys mainly in the largest densities. All those information indicate that *P. nigrispinus* have potential as control agent for *P. xylostella* and that new studies can be accomplished in greenhouse and in field. For that, in the future, this natural enemy can be used in biological control programs in brassica's crops.

**Keywords:** Asopinae, biology of insects, predatory stinkbug

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), considerada a praga mais importante das Brassicaceae desde o início deste século (CASTELO BRANCO & GATEHOUSE, 2001), é originária do continente europeu e considerada praga cosmopolita (MONNERAT et al., 2000). O adulto é um microlepidóptero de coloração parda, que oviposita na face abaxial das folhas; as lagartas são de coloração esverdeada; as de primeiro ínstar possuem hábito minador e, nos demais, desfolhador; as pupas são formadas na própria planta. No primeiro ínstar as lagartas entram no parênquima foliar e, a partir do segundo, abandonam as “minas” e passam a destruir a epiderme das folhas. Essa praga é considerada o principal fator limitante do cultivo de brassicáceas em áreas tropicais no mundo (DICKSON et al., 1990). As brássicas são plantadas em todo território brasileiro e, dependendo da região e época de plantio, pode reduzir consideravelmente o valor comercial dessas culturas (MELO et al., 1994). O repolho é atacado desde a formação da cabeça até a colheita, sendo o nível de dano próximo a 20% de plantas infestadas (VACARI et al., 2008a).

O uso sucessivo e freqüente de inseticidas para controle da traça-das-crucíferas ocorre, e, em conseqüência, populações resistentes são selecionadas (CASTELO BRANCO & GATEHOUSE, 2001). Este fato é agravado pelo alto potencial biótico e curto ciclo de vida da praga, cuja população pode aumentar até 60 vezes de uma geração para outra (VACARI et al., 2008b).

O primeiro registro de populações resistentes de *P. xylostella* a inseticidas foi em Java, três anos depois da introdução do DDT (CASTELO BRANCO & GATEHOUSE, 2001); no Brasil também são observadas citações de resistência a inseticidas (CASTELO BRANCO & MELO, 2002; CZEPAK et al., 2005).

Nesse contexto, o controle biológico de *P. xylostella* pode ser uma alternativa, por permitir reduzir os danos causados pela praga e manter a viabilidade econômica do sistema produtivo, sem causar impactos negativos ao ambiente (PEREIRA et al., 2004). Dentre os insetos entomófagos, várias espécies de percevejos da subfamília Asopinae, nativos do continente americano figuram como predadores importantes de pragas, sobretudo devido a sua agressividade. Esses insetos sugam o conteúdo corporal de suas presas, e seu rostro também serve para injetar potentes toxinas e, com isso, paralisando as presas rapidamente. Percevejos do gênero *Podisus* estão entre os mais conhecidos e, juntamente com outros predadores pertencentes a sua família, podem ser confundidos com espécies fitófagas por apresentarem estilete reto com quatro segmentos. Na família Pentatomidae a distinção entre predadores e fitófagos se faz pelo rostro, que são mais robustos nos predadores (GRAZIA et al., 2009). *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é a mais estudada desse gênero no Brasil e relatada predando insetos desfolhadores em várias culturas, inclusive brássicas (PICANÇO et al., 1997; LISBOA et al., 2004; LINS JÚNIOR et al., 2007).

Segundo PARRA et al. (2002a), o controle biológico é um fenômeno dinâmico que sofre influência de fatores climáticos, da disponibilidade de alimentos e da competição, assim como de aspectos independentes e dependentes da densidade populacional do inseto. Nesse contexto, antes de um inimigo natural ser utilizado no campo, testes de laboratório são fundamentais e necessários para se averiguar o seu desempenho em relação à praga-alvo. Esses estudos laboratoriais irão dar indicativos se o agente de controle pode ser testado em campo. A utilização direta no campo de um determinado inimigo natural para controle de pragas, sem estudos prévios em laboratório, pode gerar resultados ruins, e como consequência, maior tempo para que se possa estabelecer um programa de controle biológico de sucesso.

## 2. OBJETIVO GERAL

Estudar o desenvolvimento e a capacidade de predação de *P. nigrispinus* alimentado com larvas e pupas de *P. xylostella*, com o intuito de aumentar os conhecimentos dessa interação predador-presa, visando melhoria na produção do inseto em laboratório, para que, no futuro se possa estabelecer um programa de controle biológico para a traça-das-crucíferas utilizando esse predador em culturas de brássicas.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1. Brassicáceas

Brassicaceae abrange espécies de hortaliças de grande valor econômico, social, nutricional e nutracêutico, tais como couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.), repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), couve-flor (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.), brócolis (*B. oleracea* L. var. *itálica* Plenck) e couve-chinesa (*B. pikinensis*). Além destas, existem na família várias outras espécies hortícolas e/ou oleaginosas tais como a rúcula (*Eruca sativa*), pak-choi (*B. campestris* L. var. *chinensis* Makino), couve-rabano (*B. oleracea* var. *gongylodes*), nabo-comprido (*B. rapa* var. *rapa*), rabanete (*Raphanus sativus*), mostarda-de-folha (*B. juncea* L.) (FILGUEIRA, 2008). Esta família inclui ainda a canola (*B. napus* L. var. *oleifera*), uma das oleaginosas mais produzidas no mundo, com seu cultivo em crescimento no Brasil, particularmente nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, onde a área disponível para o plantio de inverno é cerca de 50 mil hectares (IAPAR, 2009).

De origem na Costa do Mediterrâneo, as brássicas espalharam-se pela Europa, no início do século XVII (CEASA, 2009). São cultivadas principalmente na região centro-sul do Brasil, com custo de produção relativamente baixo quando comparado ao de outras espécies olerícolas (FILGUEIRA, 2008).

Dentre as hortícolas, as brassicáceas, depois da batata e do tomate, são as principais fontes de alimentação nos países desenvolvidos. Acredita-se que o cultivo de brassicáceas tenha se iniciado ao norte da costa do Mar Mediterrâneo, Ásia Menor e costa Ocidental Européia (FREITAS LUZ et al., 2002). *B. oleraceae* tem grande importância na olericultura brasileira, com consumo estimado em 2 kg/comensal/ano e é fonte de vitaminas C, B1 e B2 e sais minerais, com destaque para cálcio e fósforo, facilmente assimiláveis pelo organismo (FREITAS LUZ et al., 2002).

### **3.2. *Plutella xylostella***

#### **3.2.1. Aspectos morfológicos**

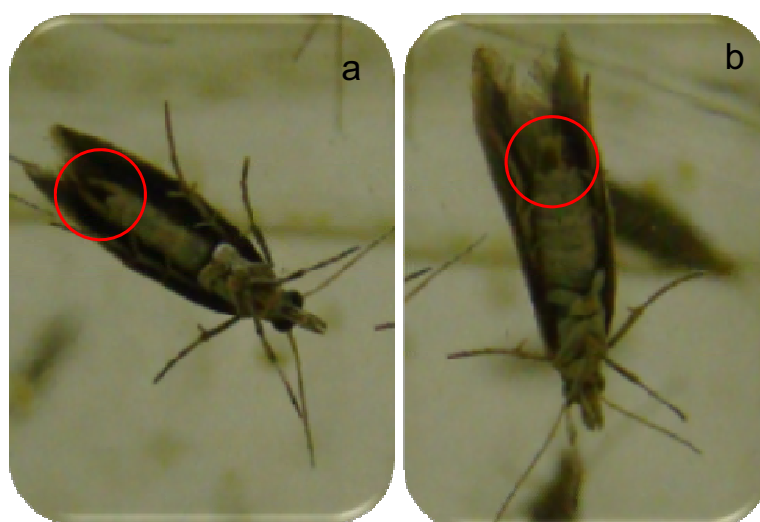
Segundo VACARI et al. (2008a), *P. xylostella* é um microlepidóptero de coloração parda. Sua oviposição é realizada na face abaxial ou adaxial das folhas, geralmente acompanhando as nervuras; os ovos medem menos de 1 mm e são de forma oval (CASTELO BRANCO et al., 1997). Inicialmente são de coloração amarelada, tornando-se pretos, próximo à eclosão.

As lagartas passam por quatro estádios e são de coloração verde-escura quando se alimentam de folhas de repolho, brócolis ou couve-flor, e verde-clara quando se alimentam em cabeças de couve-flor (CASTELO BRANCO et al., 1997). O tamanho máximo das larvas é de 10 mm de comprimento e, ao serem tocadas, reagem movendo-se aos saltos.



Para empupar as larvas constroem um casulo. As pupas são inicialmente verde-claras e, próximo à emergência dos adultos, verde-escuras. São formadas na própria planta e se fixam normalmente na face abaxial das folhas.

Os adultos têm hábito noturno e durante o dia se escondem nas folhagens. Os machos quando pousados sobre as folhas exibem uma mancha clara em forma de diamante na parte dorsal, por isso essa praga também é conhecida como “Diamondback moth”. É possível distinguir o dimorfismo sexual dos adultos quando se observa a parte ventral do inseto, no final do abdome o macho apresenta uma mancha alongada e, a fêmeas duas manchas circulares de coloração escura (Figura 1).



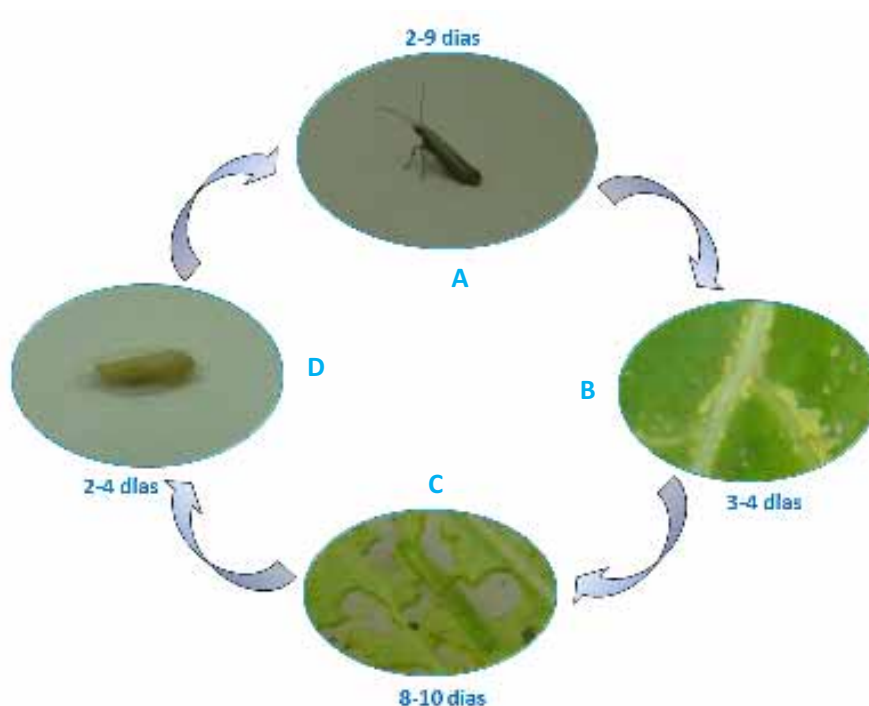
**Figura 1.** Macho (a) e fêmea (b) de *Plutella xylostella*.

### 3.2.1. Aspectos biológicos

As fêmeas são muito férteis e podem depositar até 350 ovos durante o seu ciclo de vida; o período de desenvolvimento ovo-adulto depende da temperatura ambiente: a

15°C o ciclo dura 34 dias e, a 35°C, 12 dias (CASTELO BRANCO et al., 1997) (Figura 2).

Estudos de biologia com *P. xylostella* em diversos cultivares de brássicas (repolho Midori (RM), híbridos de repolho Top Seed – Agristar (TPC 308, TPC 681 e TPC 668), couve-flor Bola de Neve (CFBN), couve-brócolis e couve-manteiga da Georgia) revelaram que as características biológicas dessa praga variam de acordo com o cultivar em que o inseto foi criado. VIANA et al. (2008) observaram que o período larval variou entre 8,3 (couve-flor bola de neve) e 10,7 dias (repolho midori) e a viabilidade larval entre 17,7 (RM) e 91,2% (couve-manteiga). O período e a viabilidade pupal variaram entre 2,7 (CFBN) e 3,6 dias (RM) e 56,7 (RM) e 100,0% (couve-manteiga), respectivamente. Os adultos viveram entre 2,8 (TPC 308) a 9,1 dias (couve-manteiga). GOULART et al. (2008) e VOLPE et al. (2008) verificaram alta preferência para oviposição e alimentação em couve-manteiga e não preferência para RM. VACARI et al. (2008a) avaliaram os parâmetros de tabela de vida de fertilidade e verificaram que a couve manteiga e o brócolis proporcionaram melhor desenvolvimento e reprodução para a traça-das-crucíferas; tais resultados indicaram que o repolho Midori é o mais indicado para o plantio, por ser, mais resistente e prejudicar o crescimento populacional da praga (VACARI et al., 2008c; VACARI et al., 2008d; THULER et al., 2008).



**Figura 2.** Ciclo de vida de *Plutella xylostella*: A) adulto; B) ovos; C) lagarta; D) pupa.

### 3.2.2. Danos

A traça-das-crucíferas ocorre em todos os continentes (MONNERAT et al., 2004), e é a principal praga das brássicas na Ásia e América (CASTELO BRANCO et al., 1997). No primeiro ínstar, as lagartas entram no parênquima foliar e se alimentam no interior das minas. A partir do segundo ínstar abandonam as “minas” e, até o terceiro estágio, se alimentam das folhas consumindo o tecido foliar exceto a epiderme superior, o que faz com que áreas transparentes se formem nas folhas. Larvas de quarto estágio se alimentam de todas as partes da folha (CASTELO BRANCO et al., 1997) (Figura 3).



**Figura 3.** Dano de larvas de primeiro (a), segundo a terceiro (b) e quarto estágio (c) de *Plutella xylostella*.

Quando em baixas populações as larvas preferem folhas mais jovens e, em altas populações, os insetos se distribuem por toda a planta. Os locais da planta onde a traça se desenvolve normalmente oferecem proteção contra predadores, parasitóides e até inseticidas. Em plantas de repolho, larvas e pupas são encontradas na parte inferior das folhas que circundam as cabeças. Quando localizadas em folhas externas, larvas e pupas são encontradas na parte inferior das folhas (CASTELO BRANCO et al., 1997).

Em repolho as larvas alimentam-se das folhas, deixando-as com aspecto rendado, e nas cabeças causam furos reduzindo o valor comercial do produto (FREITAS LUZ et al., 2002). O repolho é atacado desde a formação da cabeça até a colheita, com nível de dano próximo a 20% de plantas infestadas (VACARI et al., 2008a). As lagartas não se alimentam apenas das folhas: em brócolis e couve-flor podem se alimentar das inflorescências e, em couve-de-bruxelas, dos rebentos (TIBA, 2008).

Por ser uma praga de ciclo curto, a traça pode produzir grande número de gerações anuais, o que torna difícil o seu controle na maioria das regiões produtoras, o que é uma ameaça a essas hortaliças. Ataques severos causados, principalmente durante os períodos mais secos do ano, podem ocasionar perdas totais nos campos de

produção (MEDEIROS et al., 2003a). Os danos causados podem acarretar depreciação do produto, atraso no crescimento da planta e mesmo sua morte.

### 3.2.2. Métodos de controle

Dentre as olerícolas que apresentam maiores problemas fitossanitários destacam-se a batata, o tomate e as brássicas (FILGUEIRA et al., 2008). Segundo CASTELO BRANCO et al. (1997), desde o início do século XX o controle da traça-das-cucíferas em culturas de brassicáceas tem sido baseado principalmente no uso de inseticidas, com introdução de novos produtos para o seu controle a cada década. Em praticamente todos os casos onde um inseticida foi introduzido, as aplicações foram primeiramente semanais ou quinzenais e os produtos eficientes. Com o passar do tempo populações resistentes foram selecionadas e, com isso, as dosagens e frequência de aplicações foram aumentadas ou o inseticida utilizado substituído.

Dentre as diferentes técnicas de supressão populacional da traça-das-crucíferas, o controle químico tradicional é sem dúvida o método mais empregado (FREITAS LUZ et al., 2002), pretensamente por sua eficácia e facilidade de execução (TIBA, 2008). Ainda que os danos por ela causados justifiquem a adoção dessa medida de controle, a utilização de agrotóxicos em larga escala apresenta prejuízos ao ambiente e ao homem, devido à presença de resíduos, resistência de pragas aos produtos utilizados, problemas toxicológicos e desequilíbrio ecológico; os resíduos podem ficar nos alimentos que são consumidos, via de regra, "in natura" (MEDEIROS et al., 2005), além disso, também existe a possibilidade de danos aos inimigos naturais (MONNERAT et al., 2004).

No Brasil, na década de 1950, inseticidas clorados (DDT e BHC) e fosforados foram introduzidos para o controle do inseto. Devido às restrições ao seu uso, estes inseticidas foram banidos e, na década de 1970, carbamatos granulados e outros carbamatos (metomil e carbaril), fosforados (acefato), *Bacillus thuringiensis* Berliner e

ditiocarbamatos (cartap) foram introduzidos (CASTELO BRANCO et al., 1997). Nas décadas de 1980 e 1990 foram lançados os piretróides e os reguladores de crescimento de insetos (CASTELO BRANCO et al., 1997). O alto potencial biótico dessa praga favorece o aparecimento de populações resistentes aos inseticidas, o que dificulta o manejo dessa praga (THULER, 2006). Por exemplo, populações da traça-das-crucíferas resistentes a piretróides, fosforados e *B. thuringiensis* foram detectadas no Distrito Federal na década de 1990 (CASTELO BRANCO et al., 1997).

DE BORTOLI et al. (2006) realizaram estudos com o inseticida regulador de crescimento lufenuron (Match CE) e demonstraram que o produto apresentou ação transovariana para *P. xylostella*: adultos alimentados com solução de mel e o inseticida apresentaram baixa viabilidade em suas posturas. O produto não afetou a formação do embrião da praga, sugerindo também seletividade deste produto para inimigos naturais, como parasitóides de ovos.

Para o controle dessa praga, vários inseticidas têm sido utilizados intensamente durante o ciclo das culturas, com até 16 aplicações em determinadas regiões (TIBA, 2008). Vários estudos relatam que organofosforados, carbamatos e piretróides usados de forma contínua contra a traça-das-crucíferas, selecionaram populações resistentes, o que obrigou os produtores a utilizarem doses mais elevadas (MONNERAT et al., 2000; TIBA, 2008). Recentemente, produtores de repolho da Chapada Diamantina (BA) relataram que o cultivo desta Brassicaceae foi abandonado naquela região devido à impossibilidade do controle (TIBA, 2008).

### **3.2.3. Controle Biológico**

Segundo FILGUEIRA (2008), o controle fitossanitário por meio químico tem sido intensamente questionado pelos técnicos, bem como pela opinião pública mundial. A sociedade exige produtos alimentícios livres de resíduos danosos à saúde, cuja produção não cause poluição ambiental e destruição da natureza. Em contraposição, o

consumidor é cada vez mais exigente com a qualidade dos produtos, principalmente pelo aspecto, sabor e aroma. Os produtos devem ser produzidos em abundância e comercializados a preços acessíveis ao consumidor.

Como alternativa ao controle químico, métodos biológicos têm sido estudados e desenvolvidos utilizando-se inimigos naturais como parasitóides, predadores e microrganismos entomopatogênicos, que mantêm a densidade populacional de outros organismos em uma média mais baixa do que ocorreria em sua ausência, por vezes abaixo do nível de dano econômico (PARRA et al., 2002a; OLIVEIRA et al., 2006). Dentre esses agentes de controle biológico de pragas, o predador é um componente benéfico que precisa se alimentar de várias presas para completar o ciclo de vida, citando-se como exemplo várias espécies de percevejos predadores (GRAVENA & BENVENGA, 2003).

Atualmente, o controle biológico assume importância cada vez maior em programas de Manejo Integrado de pragas (MIP), principalmente em um momento em que se discute a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável. Nesse caso, o controle biológico constitui, ao lado da taxonomia de pragas, predadores e parasitóides, do nível de controle e da amostragem, um dos pilares de sustentação de qualquer programa de MIP. Além disso, é importante como medida de controle para manutenção das pragas abaixo do nível de dano econômico (PARRA et al., 2002a).

Devido ao sistema de cultivo desfavorável aos inimigos naturais na cultura das brássicas, o controle biológico ocorre em menor densidade. Existem registros da ocorrência do predador *P. nigrispinus* em brássicas (LISBOA et al., 2004) e em hortaliças em geral (CARVALHO & SOUZA, 2002) e, esse agente de controle é importante na redução da população das pragas. Portanto, o reconhecimento destes inimigos naturais e as técnicas para preservação e incremento incluídas no manejo ambiental, são fatores fundamentais para a aplicação plena do Manejo Integrado de pragas (GRAVENA & BENVENGA, 2003).

### **3.3. *Podisus nigrispinus***

#### **3.3.1. Aspectos taxonômicos**

Como já mencionado, o gênero *Podisus* pertence à subfamília Asopinae (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae); os membros desta subfamília diferenciam-se daqueles pertencentes às demais famílias de pentatomídeos por seu hábito alimentar predador. Ninfas (exceto as de 1<sup>o</sup> estágio) e adultos atacam principalmente insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera. Das quase 300 espécies de Asopinae apenas 10% foram estudadas com alguma profundidade. THOMAS (1992) reconheceu a existência de 33 espécies válidas de *Podisus*. Alguns autores publicaram artigos referindo-se às espécies *Podisus sagitta* (Fabricius, 1794) e *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 de forma errônea, já que o primeiro não tem ocorrência registrada para o Brasil e o segundo é, segundo THOMAS (1992), sinônimo júnior de *P. nigrispinus*.

#### **3.3.2. Aspectos morfológicos**

Ovos, ninfas e adultos de *P. nigrispinus* (= *P. connexivus*) foram descritos por GRAZIA et al. (1985) e DE CLERCQ & DEGHEELE (1990), sendo resumidamente relatados a seguir:

Ovo – dourado, com projeções e espinhos castanho-escuros, quase negros, em toda superfície do córion; cada ovo é circundado, na periferia do pseudopérculo, por uma coroa de longos processos micropilares, com cerca de 1/3 do comprimento total do ovo, de cor branca translúcida, processos estes típicos de Asopinae; o número médio de processos micropilares é 14; o “ruptor ovis”, devido a sua coloração mais clara, não se torna evidente durante o desenvolvimento embrionário.



1º estágio – forma ovalada; maior largura ao nível do 3º urosternito; cabeça, tórax e pernas de coloração castanho-escuro; abdome vermelho, com placas medianas e laterais negras; antenas castanho-escuro, com exceção de um anel vermelho no ápice do 2º e 3º artigos; olhos vermelhos; comprimento total 1,4 mm e largura do abdome 1,0 mm.

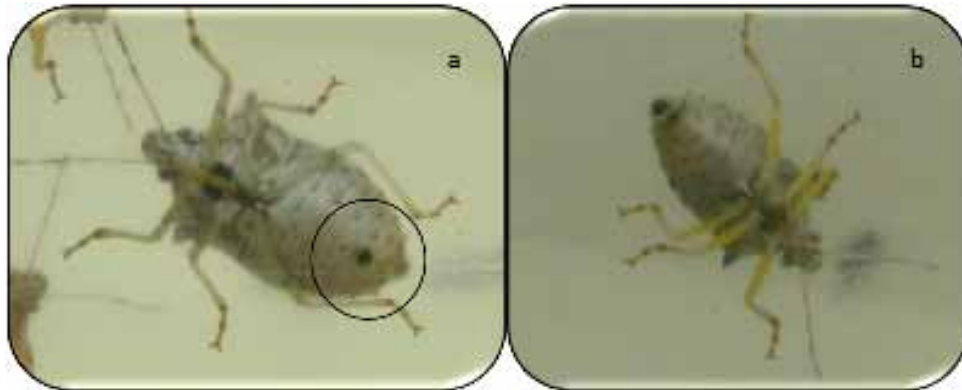
2º estágio – forma subovalada; cabeça e tórax castanho-escuro, quase negro, com pontuações negras esparsas; abdome vermelho, com placas medianas e laterais negras; comprimento total 2,5 mm e largura do abdome 1,7 mm.

3º estágio – forma subovalada; cabeça, tórax, placas medianas e laterais quase negro, recobertos por pontuações concolores; abdome vermelho; comprimento total 3,4 mm e largura do abdome 2,3 mm.

4º estágio – forma ovalada; abdome pouco mais largo que o pronoto; coloração geral semelhante ao estágio anterior; abdome, às vezes, com manchas amareladas dorso lateralmente; comprimento total 4,8 mm e largura do abdome 3,2 mm.

5º estágio – forma ovalada; largura do abdome e do pronoto quase iguais, com predominância da primeira; abdome vermelho, às vezes com manchas amareladas dorso-lateralmente; manchas ocelares presentes; comprimento total 7,2 mm e largura do abdome 4,8 mm.

Os adultos de *P. nigrispinus* medem de 8,5 a 12,0 mm de comprimento, com as fêmeas (10 a 12 mm) usualmente maiores que os machos; seus pesos variam de 45 a 140 mg e de 35 a 100 mg, respectivamente para machos e fêmeas (VIVAN et al., 2003). A coloração dos adultos varia entre os sexos e entre indivíduos criados em laboratório e aqueles de campo. Fêmeas criadas em laboratório podem ter coloração que varia de pardo-esverdeada a marrom-avermelhado, enquanto que as do campo são sempre pardo-esverdeadas. Por seu lado, os machos são pardo-esverdeados, tanto nas criações de laboratório como nos insetos selvagens (NASCIMENTO et al., 1996). O dimorfismo sexual é mais preciso quando se observa o lado ventral do inseto: no final do abdome das fêmeas é possível verificar o orifício de oviposição (Figura 4).



**Figura 4.** Fêmea (a) e macho (b) de *Podisus nigrispinus*

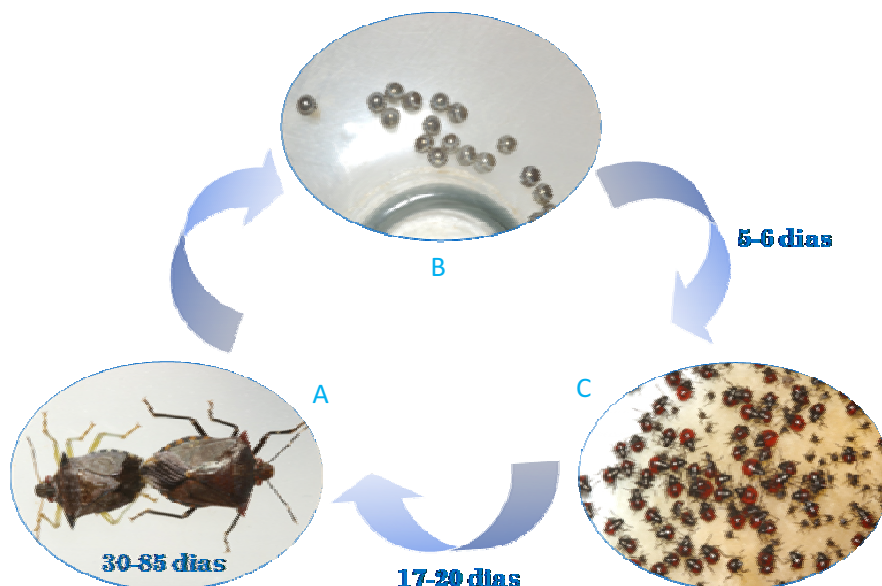
Nos machos adultos é importante destacar a glândula abdominal dorsal que se abre entre o 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> tergitos, responsável pela produção de feromônio; ela é formada por um par de glândulas conectadas por um pequeno túbulo secretor (CARVALHO et al., 1994a). Os receptores para o feromônio de agregação produzidos pelos machos e também para voláteis de plantas estão distribuídos no 5<sup>o</sup> segmento antenal (SANT'ANA & DICKENS, 1998).

### 3.3.3. Aspectos biológicos

Os aspectos biológicos de *P. nigrispinus* variam significativamente em função de fatores bióticos e abióticos: o tempo de desenvolvimento e os parâmetros reprodutivos são fortemente afetados pela temperatura, acesso à material vegetal para alimentação e espaço de criação, particularmente em criações de laboratório (TORRES & ZANUNCIO, 2006). O período de incubação, o período de desenvolvimento ninfal e a longevidade de fêmeas variam de 5 a 6, 17 a 20 e 30 a 85 dias, respectivamente, quando expostos à temperatura de 25-27°C, 70-85% de umidade relativa e fotofase de 12 horas; a faixa de temperatura de 26 a 28°C é ideal para o desenvolvimento do inseto

(ZANUNCIO et al., 1991; DIDONET et al., 1995; DIDONET et al., 1996; TORRES et al., 1998; MEDEIROS et al., 2003b).

Esses autores citam para a fase de ovo, 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> estádios, períodos médios 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; o predador demora aproximadamente 32,21 dias para completar o ciclo de vida (MOREIRA et al., 1998 e MEDEIROS et al., 1999) (Figura 5).



**Figura 5.** Ciclo de vida de *Podisus nigrispinus*: A) adultos; B) ovos; C) ninfas (extraído de VACARI, 2009).

As fêmeas necessitam de 2 a 4 dias para a maturação sexual, enquanto que os machos requerem somente 1 a 2 dias (CARVALHO et al., 1994a). Os machos acasalam pela primeira vez no segundo dia após atingir a fase adulta, enquanto que as fêmeas no terceiro dia. O acasalamento ocorre a qualquer hora do dia, porém é mais comum entre 6 e 9h da manhã (CARVALHO et al., 1994b).

As fêmeas comumente são copuladas mais de uma vez e podem colocar aproximadamente 200 ovos; a maior capacidade de oviposição ocorre entre 8 e 18 dias de idade, com média de aproximadamente 9 ovos/dia (MEDEIROS et al., 1999 e TORRES & ZANUNCIO, 2001).

A longevidade das fêmeas adultas varia consideravelmente dependendo da qualidade e disponibilidade de presas e das condições ambientais; quando alimentadas com larvas e pupas de *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae) podem viver de 21 a 70 dias e produzir de 100 a 600 ovos, com variação de temperatura de 15 a 32°C (TORRES & ZANUNCIO, 2006).

#### **3.3.4. Controle biológico**

No campo, *P. nigrispinus* tem sido mais utilizado para controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto, onde a ocorrência simultânea de várias espécies dificulta a adoção de táticas de controle biológico com inimigos naturais mais específicos (ZANUNCIO et al., 1993). O Programa de Manejo Integrado de Pragas Florestais (PCMIP) mantido pela Universidade Federal de Viçosa, com apoio da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), utiliza como principal estratégia a conservação e aumento de Asopinae predadores em áreas-alvo (BATALHA et al., 1995). Os percevejos são liberados em períodos anteriores à infestação das pragas para atingir populações que possibilitem o controle de surtos de lagartas desfolhadoras quando essas venham a ocorrer. Segundo ZANUNCIO et al. (1991), empresas reflorestadoras brasileiras como a CAF Florestal Ltda, Champion Celulose, Mannesmann Florestal Ltda, Pains Florestal S.A. e Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (Refloralje) vêm produzindo, estudando e utilizando percevejos predadores. *P. nigrispinus* tem sido liberado visando principalmente o controle de *Trypenteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), *Psorocampa denticulata* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Notodontidae), *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae), *Sarsina*

*violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantriidae) e de outros lepidópteros desfolhadores de eucalipto (ZANUNCIO et al., 1991; ZANUNCIO et al., 1994). A V&M Florestal, ao final de 1982, criou um Centro de Apoio a Pesquisa de Experimentação Florestal (Capef) onde foram conduzidos estudos sobre técnicas de criação e utilização de percevejos predadores, principalmente *P. nigrispinus*, para contenção de surtos de desfolhadores (ZANUNCIO et al., 2002). Outra empresa que obteve sucesso com esse programa de controle foi a Reflorestadora e Agropecuária em Montes Claros (MG) que, após 1987, iniciou a produção e liberação de percevejos predadores em seus plantios de eucalipto e, desde então, não houve a necessidade de recorrer a qualquer outro tipo de controle (ZANUNCIO et al., 2002).

### **3.3.5. Capacidade de predação**

Vários são os fatores que podem interferir na capacidade de predação de um Asopinae, como a alimentação e a planta hospedeira da presa. Para *P. nigrispinus* o consumo de alimento pode variar também em função do tamanho da presa, do ínstar do predador (SANTOS et al., 1996), da temperatura e da densidade da presa (OLIVEIRA et al., 2001). MOHAGHEGH et al. (2001) verificaram que a capacidade de predação de *P. nigrispinus* foi maior à medida que se aumentou a temperatura e o número de presas.

A capacidade de predação de *P. nigrispinus* foi testada com várias presas, dentre elas *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), quando suas ninfas apresentaram predação diária de 13,2 lagartas, enquanto fêmeas adultas em média 54,7 lagartas (OLIVEIRA et al., 2002). Mesmo quando *P. nigrispinus* foi alimentado com lagartas de *A. argillacea* criadas com genótipos de algodoeiro contrastantes quanto ao teor de gossipol (CNPA Precoce 1, CNPA 9211-31, CNPA 9211-41 e GL2 GL3) não houve influencia na capacidade predatória e na oviposição (SANTOS & BOIÇA JÚNIOR, 2002). Ninfas e adultos de *P. nigrispinus* criados com larvas de *Musca*

*domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) mostraram praticamente a mesma habilidade em relação à captura da presa natural *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), apresentando resultado satisfatório para programas de controle biológico (SAAVEDRA et al., 1997). *P. nigrispinus* predou durante a fase ninfal número semelhante de lagartas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em telado (38,2) e em laboratório (43,1), alimentando-se em média de 2,3 e 2,5 lagartas por dia nos dois ambientes. As fêmeas predaram, em média, 50,8 e 50,3 lagartas no laboratório e na casa telada, respectivamente, e produziram 0,31 ovos/lagarta consumida em casa telada e 0,41 ovos/lagarta em laboratório (VIVAN et al., 2002). A capacidade predatória de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *Bombyx mori* (L., 1758) (Lepidoptera: Bombycidae) foi 0,2; 0,3; 0,5 e 0,7 lagartas predadas por dia para os 2º, 3º, 4º e 5º estádios, respectivamente; os adultos consumiram em média 25 lagartas durante toda a fase, com 0,6 lagarta predada por dia por macho e 0,8 por fêmea (FERNANDES et al., 1996).

### **3.3.6. Importância da avaliação do desempenho de predadores em laboratório**

Antes de um programa de controle biológico ser utilizado pelo agricultor é necessário que sejam realizados vários estudos. Segundo PARRA et al. (2002b), existem etapas que devem ser seguidas para que se possa estabelecer programas de controle biológico utilizando agentes entomófagos que, neste contexto, foram adaptadas para predadores. A primeira etapa seria a coleta, identificação e manutenção da espécie; em seguida a seleção de presas para criação do predador, inclusive alternativas; avaliação de aspectos biológicos e comportamentais do predador; obtenção de informações sobre a dinâmica populacional da praga visada; efetuar liberação de predadores e visar o número de predadores liberados e pontos de liberação; determinar a época e forma de liberação; verificar a seletividade a agrotóxicos; avaliar sua eficiência; e determinar um modelo de simulação

predador/praga. Assim, estudos básicos como seleção adequada da espécie, exigências térmicas e hídricas, determinação da relação adequada predador/presa, adaptação à presa alternativa (quantas gerações são necessárias para tal adaptação), capacidade de predação, estudos comportamentais etc., são fundamentais. O controle de qualidade deve ser uma constante nas populações de laboratório, assim como a introdução periódica de populações “selvagens” e mesmo a “passagem”, após algumas gerações criadas na presa alternativa, pela presa natural.

### **3.3.7. Estudos realizados com o predador *Podisus nigrispinus***

Vários estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) com o intuito de verificar a eficiência de *P. nigrispinus* para sua utilização em programas de controle biológico.

Em trabalhos realizados no campo com a presa natural *A. argillacea*, OLIVEIRA et al. (2008) verificaram que plantas de algodoeiro (20, 40 e 60 dias de idade) apresentaram menor desfolha com liberações de ninfas de 5<sup>o</sup> estágio e fêmeas de *P. nigrispinus*, que reduziram a população da praga nas densidades abaixo e acima do nível de controle (1 e 3 lagartas/planta).

Pesquisas desenvolvidas para aprimorar a criação massal desse predador indicaram lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) como presa alternativa, o que proporciona grande número de ovos por fêmea (97,12 ovos) e alta viabilidade de ovos (76,50%) (VACARI et al., 2007), o que possibilita aumento mais rápido da criação quando comparado com outras presas como *T. molitor*.

O armazenamento de insetos em baixa temperatura é considerado como uma fase importante no processo de criação massal e no uso de inimigos naturais em programas de controle de pragas. Esse processo para predadores traz benefícios como a reserva de insetos para liberação no campo no momento mais oportuno, além de promover maior flexibilidade na produção massal e facilitar o planejamento dos

processos de criação, embalagem e transporte do laboratório para o local de liberação. Para *P. nigrispinus* é possível o armazenamento de seus ovos a 15°C por até 17 dias sem que seja afetada a maioria de suas características biológicas (VACARI, 2006).

Em relação à seletividade desse predador a inseticidas naturais foram realizados trabalhos que mostraram que o óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) foi seletivo para *P. nigrispinus* em todas as concentrações testadas (0; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5; e 2,0%) e que, mesmo as concentrações mais altas não afetaram as características reprodutivas do predador (VACARI et al., 2004a). Foi testado também o óleo de castanha de caju, comumente conhecido como líquido de castanha de caju (LCC), que é usado para diversas finalidades e com relatos de seu potencial inseticida. Para todas as concentrações testadas o óleo de castanha de caju não provocou a mortalidade dos adultos do predador, indicando ser um produto seletivo a essa fase de vida do inseto (VACARI et al., 2004b).

Também foi estudado o desenvolvimento ninfal do predador consumindo lagartas de *P. xylostella* alimentadas com folhas de couve pulverizadas com *B. thuringiensis* var. *azawai*. Verificou-se que a presa contaminada com a bactéria influenciou negativamente o desenvolvimento ninfal dos predadores, com aumento do período ninfal (23,66 dias), baixa viabilidade ninfal (84,70%) e baixo peso das ninfas de 5º estágio (18,21 mg) (GOULART et al., 2009).

Determinou-se também o custo de produção desse predador com cinco diferentes presas, uma vez que a utilização de agentes de controle biológico está intimamente e diretamente ligada ao custo de produção em laboratório. Foram obtidos valores/indivíduo de R\$ 0,04 quando alimentado com a presa *D. saccharalis*, R\$ 0,03 com *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), R\$ 0,04 com *T. molitor* e R\$ 0,004 com *M. domestica* (OTUKA, 2008). O maior custo com *D. saccharalis* se deve ao maior custo devido aos gastos elevados com os materiais utilizados para sua criação, enquanto que *M. domestica* tem menor custo por não necessitar de muitos cuidados/equipamentos para sua produção.



### 3.4. REFERÊNCIAS

BATALHA, C. V.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M. C.; SEDIYAMA, C. S. Seletividade de inseticidas aos predadores *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) e sua presa Lepidoptera. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 382-395, 1995.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Potencial de insetos predadores no controle biológico aplicado. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002, p. 191-208.

CARVALHO, R. S.; VILELA, E. F.; BORGES, M.; ZANUNCIO, J. C. Caracterização morfológica da glândula do feromônio sexual do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 143-147, 1994a.

CARVALHO, R. S.; VILELA, E. F.; BORGES, M.; ZANUNCIO, J. C. Ritmo do comportamento de acasalamento e atividade sexual de *Podisus connexivus* Bergroth (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 2, p.197-202, 1994b.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BOAS, G. L. **Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1997. 4p. (Comunicado Técnico, 4).

CASTELO BRANCO, M.; GATEHOUSE, A. G. A survey of insecticide susceptibility in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 327-332, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; MELO, C. A. Resistência a abamectin e cartap em populações da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 541-543, 2002.

CEASA (Centrais de Abastecimento de Campinas), Disponível em: <<http://www.ceasacampinas.com.br/novo/inicio.asp>>. Acesso em: 23 jun 2009.

CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; SANTANA, H. G.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, C. L. Eficiência de inseticidas para o controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 129-131, 2005.

DE BORTOLI, S. A.; THULER, R. T.; LOPES, B. S. Efeito de lufenuron e azadiractina sobre adultos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 53-58, 2006.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Description and life history of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 122, p. 1149-1156, 1990.

DICKSON, M. H.; SHELTON, A. M.; EIGENBRODE, S. D.; VAMOSY, M. L.; MORA, M. Selection for resistance to diamondback moth (*Plutella xylostella*) in cabbage. **Hotscience**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1643-1646, 1990.

DIDONET, J.; ZANUNCIO, J. C.; SEDIYAMA, C. S.; PICANÇO, M. C. Desenvolvimento e sobrevivência ninfal de *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 513-518, 1995.

DIDONET, J.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, V.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F. Influência da temperatura na reprodução e na longevidade de *Podisus nigrispinus*

(Dallas) e *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 117-123, 1996.

FERNANDES, L. G.; CARVALHO, C.F.; BUENO, V. H. P.; DINIZ, L. C. Capacidade predatória de *Brontocoris tabidus* (Signorete, 1852) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com lagartas do bicho-da-seda. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 247-253, 1996.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa. MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FREITAS LUZ, F. J.; SABOYA, R. C. C.; SILVA PEREIRA, P. R. V. **O cultivo do repolho em Roraima**. Boa Vista: Embrapa, 2002, 17 p. (Circular Técnica).

GOULART, R. M.; DE BORTOLI, S. A.; VOLPE, H. X. L.; VACARI, A. M.; VIANA, C. L. T. P.; THULER, R. T. Preferência para oviposição de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em variedades de brássicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, Maringá. **Resumos...** Maringá: ABH, p. 3843-3847. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br)>. Acesso em: 25 nov 2008.

GOULART, R. M.; VACARI, A. M.; OTUKA, A. K.; VIANA, C. L. T. P.; VEIGA, A. C. P.; THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A. Desenvolvimento ninfal de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) alimentadas com folhas de couve pulverizadas com *Bacillus thuringiensis*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 11., 2009, Bento Gonçalves-RS. **Resumos...** p. 96.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S. R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**, Jaboticabal: editora Funep, 143 p. 2003.

GRAZIA, J.; VECCHIO, M. C.; HILDEBRAND, R. Estudos das ninfas de heteropteros predadores: *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Pentatomidae, Asopinae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 303-313, 1985.

GRAZIA, J.; FORTES, N. D. F.; CAMPOS, L. A. Pentatomoidea. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/pdf/v5cap11.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2009.

IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná). **Zoneamento da cultura da canola**. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=7366>>. Acesso em: 11 ago 2009.

LINS JÚNIOR, J. C.; RODRIGUES, I. J. S.; NASCIMENTO, M. L.; DIAS, T. K. R.; LIMA, E. S. A.; REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R. Desenvolvimento ninfal do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas da traça-das-crucíferas em laboratório. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 1-4, 2007.

LISBOA, A. M.; NASCIMENTO, M. L.; DIAS, T. K. R.; SILVA, P. T.; MOREIRA, A. A.; BOARETTO, M. A. C.; LEMOS, O. L. Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* alimentado com *Ascia monuste orseis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: SEB, 2004. p. 219.

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., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** p. 285-287.

MEDEIROS, P. T.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G.; SOUZA, N. R. **Instalação e manutenção de criação massal da traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*)**. Brasília: Embrapa, 2003a, 4 p. (Circular Técnica).

MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E. Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 127, n. 4, p. 209-213, 2003b.

MEDEIROS, P. T.; FERREIRA, M. N.; MARTINS, E. S.; GOMES, A. C. M. M.; FALCÃO, R.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. Seleção e caracterização de estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1145-1148, 2005.

MELO, P. E.; CASTELO BRANCO, M.; MADEIRA, N. R. Avaliação de genótipos de repolho para a resistência à traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 19-24, 1994.

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, n. 3, p. 131-134, 2001.

MONNERAT, R. G.; BORDAT, D.; CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas químicos sobre a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) e seus parasitóides. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 723-730, 2000.

MONNERAT, R. G.; LEAL-BERTIOLI, C. S. M.; BERTIOLI, D. J.; BUTT, M.; BORDAT, D. Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-das-crucíferas por susceptibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e PAPD-PCR. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 607-609, 2004.

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.

NASCIMENTO, E. C.; ZANUNCIO, J. C.; MENIN, E.; FERREIRA, P. S. T. Aspectos biológicos, morfológicos e comportamentais de adultos de *Podisus sculptus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 151-157, 1996.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 7-14, 2002.

OLIVEIRA, A. M.; MARACAJÁ, P. B.; DINIZ FILHO, E. T.; LINHARES, P. C. F. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2006.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A.; MIRANDA, J. E.; TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. Predação por *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) sob efeito da densidade de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) e idades do algodoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 1-9, 2008.

OTUKA, A. K. **Biologia e custo de produção do percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas.** 2008. 63

f. Trabalho de Graduação em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julho de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002a, p. 1-16.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002b, p. 125-142.

PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 231-236, 2004.

PICANÇO, M.; RIBEIRO, L. J.; LEITE, G. L. D.; ZANUNCIO, J. C. Seletividade de inseticidas a *Podisus nigrispinus* predador de *Ascia monuste orseis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 369-372, 1997.

SAAVEDRA, J. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; GUEDES, R. N. C. Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) reared for successive generations on a meridic diet. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 121, n. 6, p. 327-330, 1997.

SANT'ANA, J.; DICKENS, J. C. Comparative electrophysiological studies of olfaction in predaceous bugs, *Podisus maculiventris* and *P. nigrispinus*. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v. 24, n. 6, p. 965-984, 1998.

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.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) em genótipos de algodoeiro: preferência para oviposição e capacidade predatória. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1341-1344, 2002.

THULER, R. T. ***Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o manejo integrado em brássicas**. 2006. 79 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julho de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; VIANA, C. L. T. P.; GOULART, R. M.; VOLPE, H. X. L.; VEIGA, A. C. P. Classificação de cultivares de brássicas utilizando análise de componentes principais, segundo parâmetros biológicos da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, Maringá. **Resumos...** Maringá: ABH, 2008. p. 3267-3287, 2008. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br)>. Acesso em: 25 nov 2008.

TIBA, L. M. **Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes**. 2008. 58 f.



Dissertação (Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and use for lepidoptera larvae control in *Eucalyptus* forests in Brazil. **CAB Reviews: perspectives in Agricultural, Veterinary Science, Nutrition Resources**, Wallingford, v. 1, n. 15, p. 1-18, 2006.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N. Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 122, p. 509-514, 1998.

VACARI, A. M. ***Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae): efeito do alimento e da temperatura de armazenamento de ovos no desenvolvimento do inseto.** 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista “Julho de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/Unesp, Jaboticabal, 2006.

VACARI, A. M.; Criação de *Podisus nigrispinus* e *Tenebrio molitor*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.) **Criação de Insetos: da base à biofábrica.** Jaboticabal: edição própria, p. 141-151. 2009.

VACARI, A. M.; ALBERGARIA, N. M. M. S.; OTUKA, A. K.; DÓRIA, H. O. S.; LOUREIRO, E.; DE BORTOLI, S. A. Seletividade de óleo de nim (*Azadirachta indica* A.

Juss) sobre *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, p. 190-194, 2004a.

VACARI, A. M.; OTUKA, A. K.; DE BORTOLI, S. A. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 3, p. 259-265, 2007.

VACARI, A. M.; THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; DE BORTOLI, S. A.; FERRAUDO, A. S. Análise multivariada aplicada aos parâmetros reprodutivos de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em diferentes cultivares de brássicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, **Resumos...** Maringá: ABH. p. 3274-3280, 2008d. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br)>. Acesso em: 25 nov 2008.

VACARI, A. M.; THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; SANTOS, F. P.; DE BORTOLI, S. A. Capacidade reprodutiva da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) alimentada em diferentes brássicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, **Resumos...** Maringá: ABH. p. 5320-5324, 2008c. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br)>. Acesso em: 25 nov 2008.

VACARI, A. M.; VEIGA, A. C. P.; DE BORTOLI, A. S. Aspectos biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). In: CONGRESSO ARGENTINO DE ENTOMOLOGIA, 7., 2008, Córdoba. **Anais...** Córdoba: SEA, 2008b, p. 164.

VACARI, A. M.; VIEIRA, L.; OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A. Efeito do óleo de castanha de caju (LCC) sobre a mortalidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado: SEB, 2004b.

VACARI, A. M.; VOLPE, H. X. L.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; BENVENGA, S. R.; CARVALHO, J. S.; THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A. Integração de métodos de controle de pragas em hortaliças: experiência prévia para uma aplicação segura. In: ARAUJO, E. S.; VACARI, A. M.; CARVALHO, J. S.; GOULART, R. M.; CAMPOS, A. P.; VOLPE, H. X. L. (Eds). **Tópicos em entomologia agrícola**. Ribeirão Preto: Maxicolor Gráfica e Editora, 2008a. p. 84-99.

VIANA, C. L. T. P.; THULER, R. T.; GOULART, R. M.; VOLPE, H. X. L.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Classificação de cultivares de brássicas com base no aumento populacional da traça-das-crucíferas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, **Resumos...** Maringá: ABH. p. 3274-3280, 2008. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br)>. Acesso em: 25 nov 2008.

VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; VEIGA, A. F. S. L. Development and reproduction of a predatory, *Podisus nigrispinus*, in relation to two different prey types and environmental conditions. **BioControl**, Helsinki, v. 48, n. 2, p. 155-168, 2003.

VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; VEIGA, A. F. S. L.; ZANUNCIO, J. C. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 581-587, 2002.

VOLPE, H. X. L.; DE BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; VACARI, A. M.; THULER, R. T.; FERRAUDO, A. S. Preferência alimentar de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por espécies de brássicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2008, **Resumos...** Maringá: ABH. p. 3281-3287, 2008. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br](http://www.abhorticultura.com.br)>. Acesso em: 25 nov 2008.

ZANUNCIO, J. C. Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO,

J. M. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 495-528. 2002.

ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C.; GARCIA, J. F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, T. V.; BATALHA, V. C.; ZANUNCIO, J. C.; SANTOS, G. P. Parâmetros biológicos de *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) em alimentação alternada com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 308-315, 1991.

ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, Z. C.; BATALHA, V. C.; SANTOS, G. P. Efeito da alimentação com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica* no desenvolvimento de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 273-277, 1993.

**CAPÍTULO 2 - DESENVOLVIMENTO DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) PREDANDO OVOS, LARVAS E PUPAS DE *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**RESUMO** – O objetivo desse trabalho foi verificar as características biológicas de *Podisus nigrispinus* predando ovos, larvas de primeiro estágio (minadoras), de quarto estágio (desfolhadoras) e pupas de *Plutella xylostella*, em laboratório, com o intuito de avaliar o desenvolvimento do predador alimentado com diferentes fases de desenvolvimento da traça-das-crucíferas. Os experimentos foram conduzidos com ninfas de 2º estágio de *P. nigrispinus*, com idades entre 12-24h, avaliadas diariamente até a morte dos predadores, utilizando três tratamentos, nos quais os predadores alimentados com larvas (1º e 4º estádios) e pupas de *P. xylostella*. Foram avaliadas as seguintes características biológicas: viabilidade e duração do período ninfal; peso das ninfas de 5º estágio; períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição; longevidade de machos e fêmeas; peso dos adultos logo após a emergência; fecundidade; número de posturas por fêmea e ovos por postura; período de incubação e viabilidade dos ovos. Larvas de primeiro estágio de *P. xylostella* não possibilitam o desenvolvimento completo dos predadores e que as de quarto estágio e pupas são presas adequadas para o desenvolvimento de *P. nigrispinus*, indicando que estudos podem ser realizados para que esse inimigo natural possa ser empregado como agente de controle da traça-das-crucíferas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Asopinae, biologia de insetos, controle biológico, percevejo predador

## 1. INTRODUÇÃO

O controle da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), é realizado quase que exclusivamente com a aplicação de agrotóxicos de largo espectro de ação devido, principalmente, a reconhecida eficácia desses produtos e facilidade de manuseio. O uso abusivo de inseticidas pode ocasionar redução de populações de inimigos naturais, intoxicação ao homem, contaminação do ambiente e aumento da possibilidade de surgimento de insetos resistentes (VILLAS BOAS et al., 1990). Essa situação torna evidente a necessidade de métodos alternativos de controle, menos tóxicos e adequados às condições socioeconômicas dos agricultores brasileiros (OLIVEIRA et al., 2003; VACARI et al., 2004). Uma das opções promissoras para atender essas condições é o controle biológico utilizando insetos entomófagos (BARROS & VENDRAMIM, 1999); dentre esses insetos, destacam-se os predadores do gênero *Podisus* pertencentes à subfamília Asopinae (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae).

Os membros desta subfamília diferenciam-se dos demais pentatomídeos por seu hábito alimentar predador. Ninfas (exceto as de 1<sup>o</sup> estágio) e adultos atacam principalmente insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (VACARI, 2006).

Das quase 300 espécies de Asopinae, apenas 10% foram estudadas com alguma profundidade (THOMAS, 1992), e dentre as mais estudadas, encontra-se *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), que é um predador generalista comumente encontrado no continente americano (BUCKUP, 1960) e considerado um importante inimigo natural, com promissor potencial para uso em programas de controle biológico em diversos agroecossistemas (ZANUNCIO et al., 1994; SANTOS et al., 1995; FERNANDES et al., 1996; MEDEIROS et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2004a).

Sua ocorrência foi registrada em culturas como soja (SAINI, 1985; CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995), algodão (GRAVENA & LARA, 1982; SANTOS et al., 1995; MEDEIROS et al., 2000), eucalipto (MORAES et al., 1976; ZANUNCIO et al., 1993), tomate (VIVAN et al., 2002) e brássicas (LISBOA et al., 2004).

*P. nigrispinus* tem grande capacidade de busca e predação e sobrevive mesmo em situações de ausência ou escassez de presas e pode consumir fontes alimentares alternativas (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2003), o que pode facilitar sua permanência no campo entre a colheita e a implantação de novos plantios. Além disso, esses predadores são capazes de consumir lagartas que se encontram tanto dentro da epiderme das folhas, classificadas como minadoras, quanto fora da epiderme, denominadas desfolhadoras (VIVAN et al., 2002; SANTOS et al., 1995). Tendo em vista a ampla possibilidade de utilização desse predador nas culturas em questão, essa pesquisa teve como objetivo verificar as características biológicas de *P. nigrispinus* predando larvas de primeiro estágio (minadoras), de quarto estágio (desfolhadoras) e pupas de *P. xylostella*, em laboratório, com o intuito de avaliar o desenvolvimento desses predadores alimentados com essas diferentes fases de desenvolvimento da traça-das-crucíferas, para futura utilização desses agentes entomófagos no controle biológico dessa praga.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as criações foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista - FCAV/UNESP, Jaboticabal, São Paulo. As condições ambientais foram controladas, com  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h.

### 2.1. Criação de *Podisus nigrispinus*

Os insetos foram criados no LBCI em sala climatizada ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\pm 10\%$ ). Para manutenção da criação, os ovos da criação estoque do LBCI, foram mantidos em placas de Petri (14 cm de diâmetro x 2 cm de altura) até a eclosão das ninfas (Figura 1-A). Uma pequena porção de algodão umedecido foi fixada na tampa. Como as ninfas começam a se alimentar apenas a partir do 2<sup>o</sup> estágio, nessa fase elas foram transferidas para potes plásticos transparentes de 1000 mL (Figuras 1-B e 1-C), onde a água foi fornecida em tubo de anestésico odontológico com um chumaço de algodão. Ninfas e adultos foram criados nesses potes e separados por estágio e quantidade. Foram colocadas em média 50 ninfas de 2<sup>o</sup> estágio em cada pote, 40 de 3<sup>o</sup> estágio, 30 de 4<sup>o</sup> estágio, 20 de 5<sup>o</sup> estágio e 20 adultos (10 casais/pote). Os adultos foram acasalados após 3 dias da emergência (Figura 1-D). Como alimento para os predadores utilizou-se lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) de 3<sup>o</sup> ao 5<sup>o</sup> estágio, criadas em dieta artificial. A cada dois dias os recipientes de criação passaram por assepsia, sendo realizada a adição de água e de alimento.





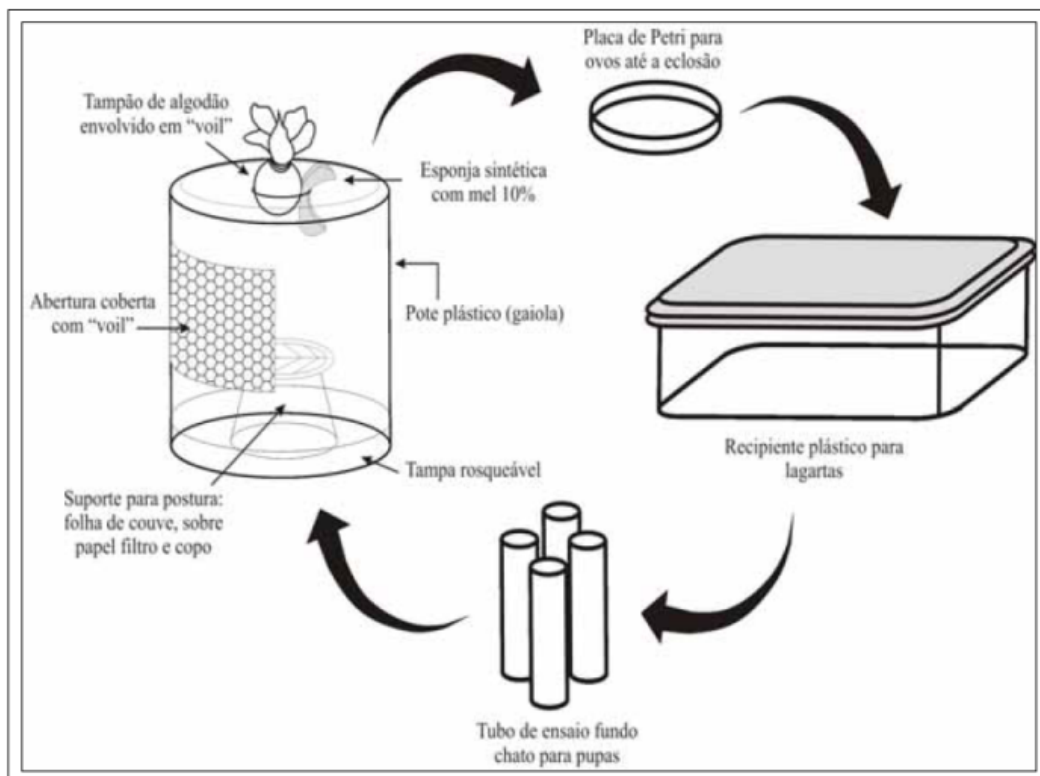
**Figura 1.** A) Manutenção dos ovos. B) Manutenção das ninfas de 1<sup>o</sup> estágio. C) Manutenção das ninfas de 2<sup>o</sup> ao 5<sup>o</sup> estágio. D) Manutenção dos adultos.

## 2.2. Criação de *Plutella xylostella*

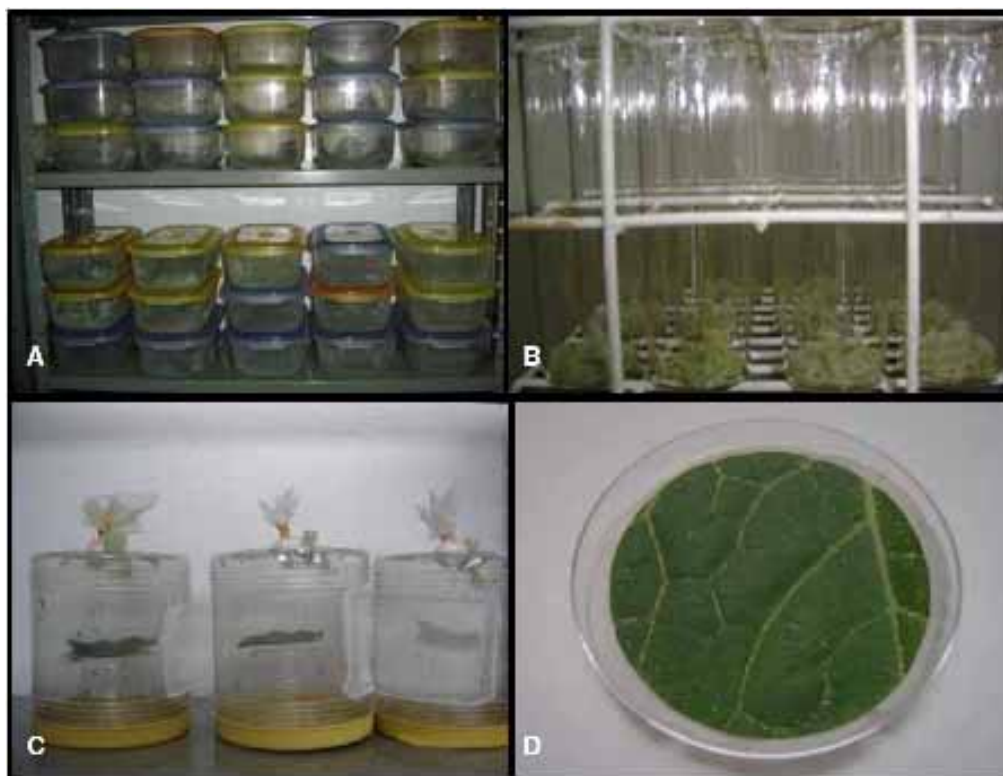
Os insetos foram criados no LBCI em sala climatizada ( $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\pm 10\%$ ). Para manutenção da criação, pupas foram obtidas da criação estoque do LBCI, e após a emergência dos adultos, foram liberados em gaiolas contendo um disco de 8 cm de folha de couve colocado sobre um disco de papel filtro do mesmo tamanho, levemente umedecido. Este papel foi disposto sobre um copo plástico transparente com a abertura voltada para baixo, ficando a folha de couve elevada dentro da gaiola transparente, onde ocorreu a oviposição. No ápice do recipiente foi feita uma abertura de 2,3 cm, utilizada para fixação de esponja embebida em solução aquosa de mel a 10%, que foi presa como uma pequena “trouxa” de tecido

tipo “voil” nessa abertura. Em cada gaiola foi feita uma abertura lateral, quadrada (10 x 10 cm), coberta com tecido tipo “voil”. Os discos de folha de couve, onde foram realizadas as posturas foram retirados das gaiolas e transferidos para placas de Petri até a eclosão das lagartas, que foram transferidas para caixas plásticas (30 x 15 cm) com folhas de couve, repostas quando necessário, até que as larvas atingissem a fase pupal. As pupas foram coletadas com o auxílio de pincel e acondicionadas em tubos de ensaio vedados com filme plástico (PVC) com pequenos furos feitos com o auxílio de um estilete, para sua aeração.

Os procedimentos da criação estão ilustrados nas Figuras 2 e 3.



**Figura 2.** Esquema de criação da traça das crucíferas desenvolvido por THULER (2006), baseado na metodologia de BARROS (1998).



**Figura 3.** A) Manutenção das lagartas; B) Manutenção das pupas; C) Manutenção dos adultos; D) Manutenção dos ovos (THULER, 2006).

### 2.3. Condução dos experimentos

#### 2.3.1. *Podisus nigrispinus* alimentado com ovos e larvas de primeiro estágio de *Plutella xylostella*

Ninfas de *P. nigrispinus* ao atingirem o 2<sup>o</sup> estágio, foram individualizadas em recipientes plásticos transparentes de 1000 mL e receberam como alimento ovos

(tratamento 1) e lagartas de primeiro estágio de *P. xylostella* (tratamento 2) em disco de folha de couve (Figura 4), repostos diariamente, quando também se fazia a assepsia dos recipientes. Em cada disco foram fixados 50 ovos de *P. xylostella* para o tratamento 1 e, 50 ovos para o tratamento 2 que após a eclosão das larvas foram oferecidas aos predadores, quando já se encontravam dentro da epiderme foliar. Foram efetuadas trinta repetições. Acompanhou-se o desenvolvimento dessas ninfas até a morte e foram obtidas as seguintes características biológicas: duração, viabilidade e consumo dos diferentes estádios.

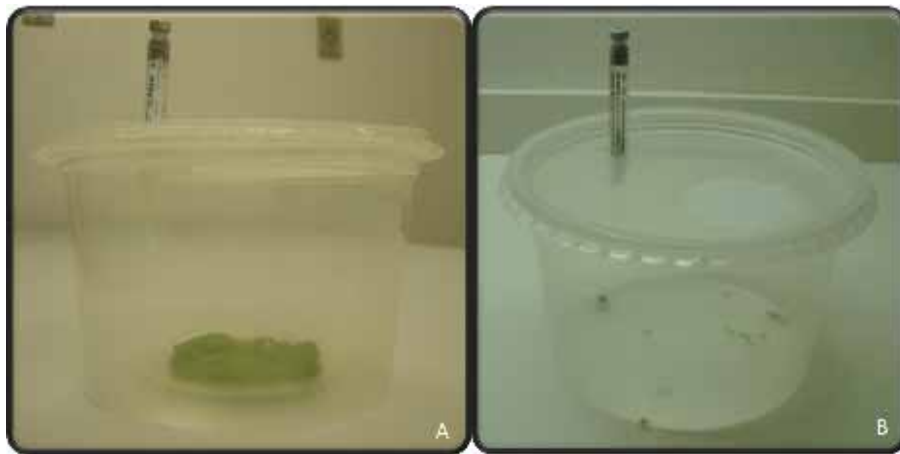
### **2.3.2. *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas de quarto estágio e pupas de *Plutella xylostella***

Para a condução do experimento, duzentos ovos de *P. nigrispinus* foram coletados e acondicionados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, com algodão umedecido fixado na tampa e vedadas com filme plástico (PVC), sendo mantidos em sala climatizada. O fornecimento de água foi realizado por meio do algodão umedecido fixado na tampa das placas de Petri. Dos insetos eclodidos, foram retiradas sessenta ninfas de 2<sup>o</sup> estágio com idade entre 12-24h, acondicionadas em número de dez ninfas por recipiente plástico transparente (1000 mL) (seis repetições/tratamento) (Figura 4). Todos os recipientes continham um tubo (anestésico odontológico) com água destilada, acoplado na tampa, que continha em sua extremidade um chumaço de algodão. Foram realizados dois tratamentos, o primeiro composto por ninfas alimentadas diariamente com larvas de quarto estágio e o segundo por ninfas alimentadas diariamente com pupas de *P. xylostella* (oriundas da criação). Foram avaliadas as seguintes características biológicas: viabilidade ninfal, duração do período ninfal e peso das ninfas de 5<sup>o</sup> estágio.

Ao atingirem a fase adulta os predadores foram separados por sexo e colocados dois casais por recipiente (1000 mL), totalizando 48 insetos por tratamento (12

repetições), onde foram avaliados os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição; longevidade de machos e fêmeas; peso dos adultos logo após a emergência; fecundidade; número de posturas por fêmea e ovos por postura; período de incubação e viabilidade dos ovos.

Os dados foram submetidos ao teste F a 5% de significância.



**Figura 4.** Recipientes plásticos transparentes de 1000 mL onde foram conduzidos os experimentos. A) Recipiente contendo disco de folha de couve com larvas de primeiro estágio de *Plutella xylostella*. B) Recipiente contendo larvas de quarto estágio de *Plutella xylostella*.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ninfas e adultos de *P. nigrispinus* não foram capazes de se alimentar de ovos de *P. xylostella*. Porém, larvas de primeiro estágio de *P. xylostella*, mesmo dentro da epiderme da folha, foram consumidas pelos predadores. A taxa de predação diária apresentou acréscimo de 40,6% do segundo para o terceiro e 12,4% do terceiro para o quarto estágio; as durações dos ínstares variaram entre 4,6 e 8,0 dias; a viabilidade diminuiu drasticamente entre os ínstares e apenas 53,3% dos predadores passaram

para o terceiro estágio e, para o quarto estágio, passaram somente 18,8% das ninfas (Tabela 1). Apesar de as ninfas consumirem larvas nas minas, os predadores não conseguiram completar a fase ninfal: das trinta ninfas avaliadas somente uma passou para o quinto estágio. No entanto, ninfas de *P. nigrispinus* são capazes de se alimentar de outros insetos minadores como *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) e conseguem completar seu ciclo de vida normalmente. O consumo dos predadores durante o segundo, terceiro e quarto estágio ninfal foi de 1,8; 2,4 e 2,9 larvas de terceiro ou quarto estágio de *T. absoluta* por dia, respectivamente (VIVAN et al., 2002).

**Tabela 1.** Duração, viabilidade e consumo de ninfas de *Podisus nigrispinus* alimentadas com larvas de primeiro estágio de *Plutella xylostella* em folha de couve.

Estádio	n	Duração (dias)	Viabilidade (%)	Consumo/dia
Segundo	30	6,1±0,05 <sup>1</sup>	100	18,8±0,12
Terceiro	16	4,6±0,05	53,3	26,4±0,12
Quarto	10	8,0±0,00	18,8	29,7±0,11

<sup>1</sup>médias±erro padrão; n=número de indivíduos avaliados

O desenvolvimento ninfal de *P. nigrispinus* foi semelhante durante o segundo e o quinto estágio, independentemente da fase de desenvolvimento da presa (lagartas de quarto estágio ou pupas) (Tabela 2). No entanto, as durações do terceiro e quarto estágios foram maiores para ninfas que predaram larvas de quarto estágio (3,4 e 4,3 dias), diferindo daquelas que predaram pupas (2,9 e 3,2 dias). Foi observada redução no período ninfal dos insetos alimentados com pupas (16,6 dias) quando comparado com os alimentados com larvas (17,8 dias) (Tabela 2). Os valores obtidos neste trabalho são menores do que aqueles citados por MOREIRA et al. (1998) com *P. nigrispinus* alimentado com larvas de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae), com durações dos estágios dos predadores de 4,9; 4,7; 4,8 e 5,8 dias do 2º ao 5º estágio, respectivamente. Porém, outros autores relatam período ninfal

semelhante, como VACARI et al. (2007), que utilizaram lagartas de *D. saccharalis* como presa, obtendo para o período ninfal 18,24 dias. LACERDA et al. (2004), utilizando lagartas de *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae), citam 18,68 dias para essa característica biológica.

As viabilidades do terceiro ao quinto estágio variaram entre 96,7 e 100%, com diferença significativa apenas no segundo estágio, com viabilidade maior para ninfas que predaram larvas de quarto estágio de *P. xylostella* (100%). A viabilidade total não sofreu grande influência com pequenas alterações entre valores, diferença numérica de 5%, sem ocorrer diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Em pesquisa semelhante, MOREIRA et al. (1998) obtiveram viabilidade ninfal de 67% alimentando ninfas com lagartas de *D. juno juno*, e VACARI et al. (2007) observaram que, ao preda lagartas de *D. saccharalis*, a viabilidade foi de 89%.

Como foram oferecidas larvas de quarto estágio e pupas de *P. xylostella ad libitum*, foi observado também o consumo de presas pelas ninfas, que aumentou com a mudança de estágio. Durante a fase ninfal foram consumidas 3,5; 2,9; 5,8; 15,9 e 28,2 larvas e 0,9; 1,9; 3,4; 8,9 e 15,2 pupas para o segundo, terceiro, quarto, quinto e período ninfal total, respectivamente; as diferenças significativas indicaram sempre maior consumo para larvas de *P. xylostella* (Tabela 2). Valores inferiores, exceto para período ninfal total, foram observados por VIVAN et al. (2002) com consumo de 1,8; 2,4; 2,9; 2,7 e 43,1 larvas de *T. absoluta* para o segundo, terceiro, quarto, quinto e período ninfal total de *P. nigrispinus*, respectivamente. O maior consumo durante o período ninfal total de *P. nigrispinus* alimentado com *T. absoluta* pode estar relacionado com a maior duração dessa fase de desenvolvimento com aquela presa.

**Tabela 2.** Período (dias), viabilidade (%) e consumo diário (número de larvas e pupas) de cada estágio ninfal e total, de *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas de quarto estágio e pupas de *Plutella xylostella*.

Presas	Durações								Período ninfal (dias)	
	n	2 <sup>o</sup>	n	3 <sup>o</sup>	n	4 <sup>o</sup>	n	5 <sup>o</sup>	n	
Larvas	60	3,2±0,05	58	3,4±0,07	58	4,3±0,06	57	5,2±0,06	60	17,8±0,16
Pupas	60	3,3±0,12	56	2,9±0,10	55	3,2±0,08	54	5,0±0,06	60	16,6±0,13
F		0,20 <sup>ns</sup>		9,18*		92,86**		3,99 <sup>ns</sup>		7,07*
Larvas	Viabilidades								Viab. ninfal (%)	
	n	2 <sup>o</sup>	n	3 <sup>o</sup>	n	4 <sup>o</sup>	n	5 <sup>o</sup>	n	
Larvas	60	100,0±0,00	58	96,7±0,48	58	100,0±0,00	57	98,33±0,34	60	95,0±0,48
Pupas	60	93,3±0,34	56	100,0±0,00	55	98,33±0,35	54	98,33±0,35	60	90,0±0,50
F		10,00**		1,00 <sup>ns</sup>		1,00 <sup>ns</sup>		0,00 <sup>ns</sup>		1,00 <sup>ns</sup>
Larvas	Consumo								Cons. total	
	n	2 <sup>o</sup>	n	3 <sup>o</sup>	n	4 <sup>o</sup>	n	5 <sup>o</sup>	n	
Larvas	60	3,5±0,08	58	2,9±0,05	58	5,8±0,08	57	15,9±0,21	60	28,2±0,21
Pupas	60	0,9±0,07	56	1,9±0,04	55	3,4±0,07	54	8,9±0,12	60	15,2±0,10
F		427,49**		600,00**		436,20**		112,90**		415,01**

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados.

Não foram observadas diferenças significativas para a longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus*; a longevidade de machos foi, em média, 29,4 dias maior quando alimentados com larvas (Tabela 3). Valores semelhantes foram observados por SANTOS & BOIÇA JÚNIOR (2002) que obtiveram, para fêmeas, valores entre 30,7 e 48,6 dias e, para machos, entre 38,0 e 66,3 dias, utilizando como presa lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae).

O consumo diário de larvas e pupas de *P. xylostella* por adultos de *P. nigrispinus* foi maior para os predadores alimentados com larvas (9,1 larvas e 4,7 pupas), assim como o consumo total durante toda a fase adulta (346,0 e 200,4) (Tabela 3). O maior consumo de larvas pode estar relacionado com o movimento das lagartas, que atrai os predadores (PFANNENSTIEL et al., 1995). SANTOS & BOIÇA JÚNIOR (2002) verificaram menor consumo para adultos de *P. nigrispinus* alimentados com lagartas de *A. argillacea*, com 2,3 a 3,5 lagartas por dia e 125,2 a 205,0 lagartas predadas durante toda a longevidade. VIVAN et al. (2002) também obtiveram valores menores com fêmeas de *P. nigrispinus* predando 2,46 lagartas de *T. absoluta* por dia.



**Tabela 3.** Longevidade de machos e fêmeas, consumo diário e consumo total médio de adultos de *Podisus nigrispinus*, alimentado com larvas de quarto estágio e

Presas	n	Long. machos (dias)	n	Long. fêmeas (dias)	n	Consumo diário	n	Consumo total
Larvas	24	65,6±0,45 <sup>1</sup>	24	46,3±0,34	48	9,1±0,06	48	346,0±1,04
Pupas	24	36,1±0,24	24	47,0±0,24	48	4,7±0,06	48	200,4±0,59
F		11,36**		0,02 <sup>ns</sup>		421,20**		9,55**

pupas de *Plutella xylostella*.

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados.

As fêmeas alimentadas com larvas e pupas de *P. xylostella* tiveram desempenho reprodutivo semelhante, exceto para a média de ovos por dia (15,3) e posturas por dia (0,9), quando alimentadas com pupas foram maiores (Tabela 4). Não foi observada diferença significativa entre o número total de posturas por fêmea, ovos por postura, fecundidade (ovos por fêmea), fertilidade (média da viabilidade dos ovos colocados pela fêmea ao longo de sua longevidade) e período de incubação. Em outros estudos observam-se quantidades semelhantes de ovos, de 296,3 a 611,7 quando alimentadas com lagartas de *A. argillacea* (SANTOS & BOIÇA JÚNIOR, 2002) e 447,62 ovos com lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (OLIVEIRA et al., 2004b). Quando se utilizou como presa lagartas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), o número de ovos por fêmea foi de apenas 52,56 (HOLTZ et al., 2007). Além disso, a alimentação de *P. nigrispinus* com pupas de *P. xylostella* originou maior número de ovos por fêmea do que quando alimentados com pupas de *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1785) (Coleoptera: Tenebrionidae) (HOLTZ et al., 2007). Essa diferença pode estar relacionada com a longevidade das fêmeas, uma vez que aquelas alimentadas com pupas de *T. molitor* viveram, em média, apenas 35 dias.

**Tabela 4.** Características reprodutivas de *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas de quarto estágio e pupas de *Plutella xylostella*.

Presas	n	Postura/ fêmea	Postura/ dia	Ovos/ postura	Ovos/dia	Fecundidade	Fertilidade (%)	Período incubação (dias)
Larvas	24	16,9±0,24 <sup>1</sup>	0,8±0,03	25,4±0,13	11,6±0,16	420,2±1,19	82,0±0,25	4,9±0,05
Pupas	24	21,9±0,25	0,9±0,03	25,2±0,16	15,3±0,18	585,4±1,35	80,1±0,27	4,8±0,04
F		2,15 <sup>ns</sup>	13,59 <sup>**</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	4,96 <sup>*</sup>	2,99 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados (n=24 para todas as variáveis)

O período de pré-oviposição foi maior para fêmeas que predaram larvas (5,7 dias), quando comparadas com pupas (4,2 dias) (Tabela 5). OLIVEIRA et al. (2004b) verificaram períodos de pré-oviposição maiores ao fornecer como presas larvas de *S. frugiperda* (7,22 dias) e *T. molitor* (7,88 dias).

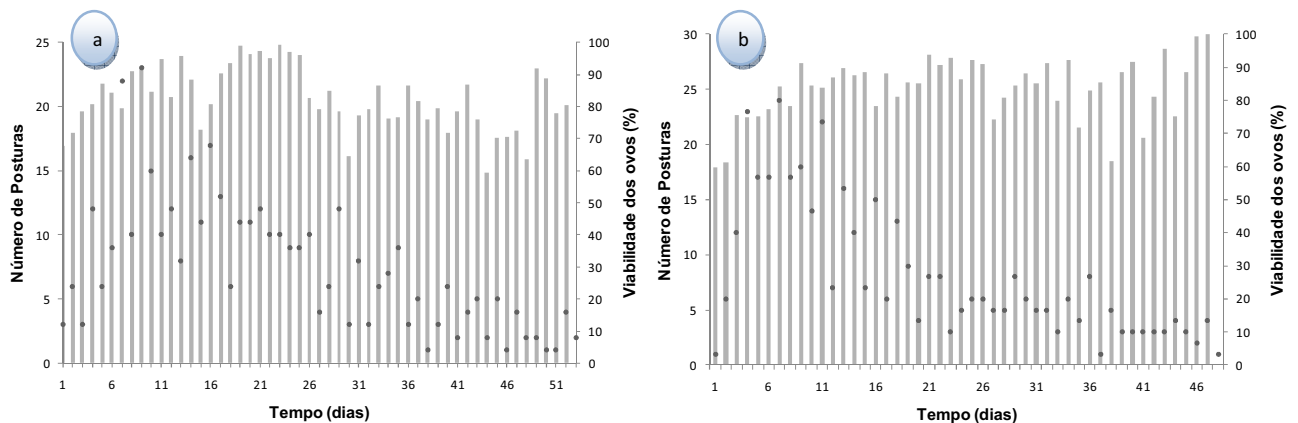
Os períodos de oviposição e pós-oviposição não foram influenciados pelo alimento das fêmeas (Tabela 5), sendo que também SANTOS & BOIÇA JÚNIOR (2002) obtiveram respostas semelhantes, ao verificar que fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de *A. argillacea* apresentaram período de oviposição de 23,7 a 42,8 dias.

**Tabela 5.** Período de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas de quarto estágio e pupas de *Plutella xylostella*.

Presas	n	Pré-oviposição (dias)	n	Oviposição (dias)	n	Pós-oviposição (dias)
Larvas	24	5,7±0,09 <sup>1</sup>	24	37,2±0,34	24	3,0±0,14
Pupas	24	4,2±0,10	24	36,9±0,28	24	1,8±0,12
F		18,00 <sup>**</sup>		0,00 <sup>ns</sup>		1,36 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados

Ao longo do período de oviposição das fêmeas, o número de posturas por dia aumentou entre o primeiro e o décimo dia para os predadores alimentados com larvas, e do primeiro ao sétimo para aqueles alimentados com pupas. O número de posturas manteve-se constante entre o décimo e o décimo quarto dia com larvas, e do sétimo ao décimo dia com pupas. Após esses períodos ocorreu diminuição do número de posturas ao longo dos dias, sendo que a faixa de maior número de posturas se deu entre o terceiro e o trigésimo dia com larvas, e do primeiro ao vigésimo primeiro dia com pupas. Apesar da queda no número de posturas, principalmente depois do vigésimo dia, a viabilidade dos ovos manteve-se constante ao longo do período de oviposição, mostrando que *P. xylostella* é alimento adequado para esse predador, e proporciona grande número de insetos para a geração F2, mesmo nos últimos dias desse período (Figura 5).



**Figura 5.** Número de posturas por fêmea (pontos) e viabilidade dos ovos (barras) ao longo do período de oviposição de *Podisus nigrispinus*, alimentado com larvas de quarto estágio (a) e pupas (b) de *Plutella xylostella*.

Ninfas de quinto estágio, machos e fêmeas de *P. nigrispinus* com até 24 horas de desenvolvimento, tiveram pesos semelhantes, independente do consumo de larvas ou pupas de *P. xylostella* (Tabela 6). ESPINDULA et al. (2006) estudaram a influência da

massa corporal sobre as características reprodutivas de *P. nigrispinus* alimentado com larvas e pupas de *T. molitor* e relataram que fêmeas com peso entre 61,0 e 70,0 mg produziram maior número de descendentes por dia. Essas informações, somadas às de outros autores (OLIVEIRA et al., 2004a; VACARI et al., 2007) que também estudaram o peso de fêmeas de *P. nigrispinus*, indicam que os valores dos pesos obtidos neste trabalho com *P. xylostella* podem ser considerados normais.

**Tabela 6.** Peso de ninfas de quinto estágio, machos e fêmeas de *Podisus nigrispinus*, alimentados com larvas de quarto estágio e pupas de *Plutella xylostella*.

Presas	Peso (mg)					
	n	Ninfas 5 <sup>o</sup>	n	Machos	n	Fêmeas
Larvas	12	24,7±2,31	12	43,6±0,19	12	58,1±0,18
Pupas	12	30,1±4,85	12	44,2±0,17	12	60,9±0,18
F		2,36 <sup>ns</sup>		0,09 <sup>ns</sup>		2,02 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados

#### 4. CONCLUSÃO

Larvas de primeiro estágio de *P. xylostella* não possibilitam o desenvolvimento completo de *P. nigrispinus* e larvas de quarto estágio e pupas são presas adequadas para o seu desenvolvimento.

#### 5. REFERÊNCIAS

BARROS, R. Efeito de cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) na biologia da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) e do parasitóide

***Trichogramma pretiosum* Riley, 1879.** 1998. 98 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade de São Paulo ESALQ/USP, Piracicaba, 1998.

BARROS, R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de cultivares de repolho, utilizados para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 469-476, 1999.

BUCKUP, L. Pentatomídeos Neotropicais – II. Contribuição ao conhecimento de Asopinae da América do Sul (Hemiptera: Pentatomidae). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 15, p. 1-25, 1960.

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

ESPINDULA, M. C.; OLIVEIRA, H. N.; CAMPANHARO, M.; PASTORI, P. L.; MAGEVSKI, G. C. Influência da massa corporal sobre características reprodutivas e longevidade de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Idesia**, Arica, v. 24, n. 3, p. 19-25, 2006.

EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; 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* Signoret, 1852 e *Podisus nigrispinus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 1-10, 1996.

GRAVENA, S.; LARA, F. M. Controle integrado de pragas e receituário agrônomo. In: GRAZIANO NETO, F. (Ed.). **Uso de agrotóxicos e receituário agrônomo**. São Paulo: Agroedições, p. 123-161, 1982.

HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; PRATISSOLI, D.; PALLINI, A.; MARINHO, J. S.; VIANNA, U. R. Potencial reprodutivo e de sobrevivência de *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2007.

LACERDA, M. C.; FERREIRA, A. M. R. M.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J. C.; BERNARDINO, A. S.; ESPINDULA, M. C. Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 64, n. 2, p. 237-242, 2004.

LISBOA, A. M.; NASCIMENTO, M. L.; DIAS, T. K. R.; SILVA, P. T.; MOREIRA, A. A.; BOARETTO, M. A. C.; LEMOS, O. L. Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* alimentado com *Ascia monuste orseis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20, 2004, Gramado. **Resumos...** Gramado: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 219, 2004.

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**, São Paulo, v. 42, n. 3/4, p. 121-130, 1998.

MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; LEMOS, W. P.; ZANUNCIO, J. C. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, n. 7/8, p. 319-324, 2000.

MORAES, G. J.; MACEDO, N.; SAGLIETTI, J. F. A. Biologia de *Podisus* sp. (Pentatomidae, Asopinae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 3, 1976, Maceió. **Resumos...** Maceió: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 43-44, 1976.

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.

OLIVEIRA, H. N.; ESPINDULA, M. C.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E. P. Ganho de peso e comportamento de oviposição de *Podisus nigrispinus* utilizando lagartas de *Spodoptera frugiperda* e larvas de *Tenebrio molitor* como presas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34 n. 6, p. 1945-1948, 2004a.

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

OLIVEIRA, R. C.; PRATISSOLI, D.; BUENO, A. F. Efeito de *Azadirachta indica* (Nim) sobre o parasitismo de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 28, n. 1/2, p. 75-79, 2003.

PFANNENSTIEL, R. S.; HUNT, R. E.; YEARGAN, K. V. Orientation of a hemipteran predator by feeding caterpillars. **Journal of Insect Behavior**, New York, v. 8, n. 1, p. 1-9, 1995.

SAINI, E. D. Identification of the eggs of pentatomids (Heteroptera) found in soyabean crops. **Review of Applied Entomology**, Wallingford, v. 73, p. 782-783, 1985.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 671-675, 2002.

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**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 163-167, 1995.

THOMAS, D. **Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the western hemisphere**. Lanham: Entomological Society of America. Thomas Lay Foundation, 1992. 156p.

THULER, R. T. ***Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o manejo integrado em brássicas**. 2006. 79 f. Tese (Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista “Julho de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/Unesp, Jaboticabal, 2006.

VACARI, A. M. ***Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae): efeito do alimento e da temperatura de armazenamento de ovos no desenvolvimento do inseto**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista FCAV/Unesp, Jaboticabal, 2006.

VACARI, A. M.; ALBERGARIA, N. M. M. S.; OTUKA, A. K.; DÓRIA, H. O. S.; LOUREIRO, E.; DE BORTOLI, S. A. Seletividade de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 190-194, 2004.

VACARI, A. M.; OTUKA, A. K.; DE BORTOLI, S. A. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de



*Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 3, p. 259-265, 2007.

VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle químico da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 10-11, 1990.

VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; VEIGA, A. F. S. L.; ZANUNCIO, J. C. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 581-587, 2002.

ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; SARTÓRIO, R. C.; GARCIA, J. F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, Z. C.; BATALHA, V. C.; SANTOS, G. P. Efeito da alimentação com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica* no desenvolvimento de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 273-277. 1993.

**CAPÍTULO 3 - TABELAS DE FERTILIDADE E DE ESPERANÇA DE VIDA PARA *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) ALIMENTADO COM LARVAS E PUPAS DE *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**RESUMO** - O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho reprodutivo do predador alimentado com larvas e pupas de *Plutella xylostella* por meio da elaboração de tabelas de fertilidade e de esperança de vida para *Podisus nigrispinus*, com o intuito de aumentar os conhecimentos da interação predador-presa necessários ao estabelecimento de um programa de controle biológico para essa praga em culturas de brassicáceas. Os insetos (60) utilizados no experimento foram provenientes da criação massal do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) da FCAV/Unesp. Esses predadores foram mantidos em sala climatizada a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotofase de 12 horas e UR de  $70\pm 10\%$ , acondicionados em recipientes (10 insetos por recipiente) plásticos transparentes de 1000 mL. Foram fornecidas diariamente larvas de quarto estágio e pupas de *P. xylostella* para alimentação dos predadores. Foi determinado o período reprodutivo, o número de ovos e ninfas por fêmea e a longevidade. Verificou-se que pupas de *P. xylostella* proporcionam melhor desempenho reprodutivo em menor tempo, além de alta esperança de vida para *P. nigrispinus*.

**Palavras-Chave:** Asopinae, biologia de insetos, controle biológico, tabela de vida

## 1. INTRODUÇÃO

O predador generalista *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) pode sofrer variações em suas características biológicas devido à qualidade nutricional de suas diferentes presas, sendo que a alimentação desses predadores pode melhorar ou prejudicar seu desenvolvimento e reprodução. Estudos relacionados aos aspectos biológicos dos insetos permitem a obtenção de conhecimentos básicos para sua utilização em estratégias de controle de insetos-praga (VACARI, 2006). Comumente a avaliação da eficiência de um substrato alimentar para a criação de insetos é feita por meio de medições das características de desenvolvimento, fecundidade e sobrevivência, e a elaboração de tabelas de vida colabora para o entendimento da dinâmica populacional (SOUTHWOOD, 1978). Tabelas de vida foram utilizadas com sucesso por diversos autores como KOCOUREK et al. (1994), BASTOS et al. (1996), KERSTING et al. (1999), ALVARADO RODRIGUES et al. (1987), SOLBRIG et al. (1990), CIVIDANES (2002), GODOY & CIVIDANES (2002), PRATISSOLI et al. (2004) e FERREIRA et al. (2006), dentre outros, e são valiosos recursos no estabelecimento da performance biológica de um inseto e na comparação do desenvolvimento frente à diferentes fatores bióticos e abióticos, particularmente quando são estudados substratos alimentares (MACEDA et al., 1994; PRATISSOLI & PARRA, 2000). O objetivo da pesquisa foi elaborar tabelas de vida de fertilidade e de esperança para *P. nigrispinus* alimentado com larvas de quarto estágio e pupas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) para que se possa avaliar o desempenho reprodutivo, com o intuito de aumentar os conhecimentos desta interação predador-presa, fornecendo subsídios para o estabelecimento de um programa de controle biológico para essa praga.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - FCAV/Unesp, Jaboticabal, São Paulo. As condições ambientais foram controladas, com  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. As criações de *P. xylostella* e *P. nigrispinus* estão descritas nos itens 2.1. e 2.2. do Capítulo 2.

Para a condução do experimento, duzentos ovos de *P. nigrispinus* foram coletados e acondicionados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, com algodão umedecido fixado na tampa, vedadas com filme plástico (PVC) e mantidas em sala climatizada a  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. A umidade dentro da placa foi mantida por meio de algodão umedecido fixado na tampa. Dos insetos eclodidos foram retiradas sessenta ninfas de 2<sup>o</sup> estágio com idade entre 12-24h, e acondicionadas dez por recipiente plástico transparente (1000 mL) (seis repetições/tratamento). Foram realizados dois tratamentos, o primeiro composto por ninfas alimentadas diariamente com larvas de quarto estágio e o segundo por ninfas alimentadas diariamente com pupas de *P. xylostella*. Todos os recipientes continham um tubo de anestésico odontológico com água destilada, acoplado na tampa, que continha em sua extremidade um chumaço de algodão. Ao atingirem a fase adulta, os insetos foram separados por sexo e colocados dois casais por recipiente (1000 mL), totalizando 48 insetos por tratamento (12 repetições). Foram avaliadas as seguintes características biológicas até a morte dos indivíduos: viabilidade ninfal; duração do período ninfal; períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição; longevidade de machos e fêmeas e fecundidade.

Com base nos dados das características biológicas de *P. nigrispinus* foram determinados os parâmetros necessários para a construção de tabelas de vida, segundo BIRCH (1948), SILVEIRA NETO et al. (1976), SOUTHWOOD (1978) e PRICE

(1984). Para elaboração da tabela de fertilidade foi necessário obter:  $x$  = ponto médio de cada idade das fêmeas parentais, idade considerada desde a fase de ovo;  $l_x$  = expectativa de vida até a idade  $x$ , expressa como uma fração de uma fêmea;  $m_x$  = fertilidade específica ou número de descendentes por fêmea produzidos na idade  $x$  e que originaram fêmeas;  $l_x.m_x$  = número total de fêmeas nascidas na idade  $x$ . Os parâmetros de crescimento resultantes da tabela de fertilidade foram calculados de acordo com aqueles autores, sendo  $R_0$  = taxa líquida, ou seja, a taxa de aumento populacional, que considera fêmeas de uma geração para outra, ou ainda, o número de fêmeas geradas por fêmea parental por geração;  $T$  = tempo médio de geração ou duração média de uma geração;  $r_m$  = capacidade inata de aumentar em número ou taxa intrínseca de aumento;  $\lambda$  = razão finita de aumento, definida como o número de vezes que a população multiplica em uma unidade de tempo; e  $TD$  = tempo necessário para a população duplicar em número, segundo KREBS (1994). Os parâmetros de crescimento ( $R_0$ ,  $T$ ,  $r_m$ ,  $\lambda$  e  $TD$ ) foram calculados pelas seguintes equações:

$$R_0 = \sum (m_x.l_x)$$

$$T = (\sum m_x.l_x.x) / (\sum m_x.l_x)$$

$$r_m = \log R_0 / T. 0,4343$$

$$\lambda = \text{anti log } (r_m. 0,4343)$$

$$TD = \text{Ln}(2)/r_m$$

Também foi calculada a tabela de esperança de vida, sendo obtidos:  $x$  = intervalo de idades em unidade de tempo;  $L_x$  = número de sobreviventes no começo da idade  $x$ ;  $d_x$  = número de indivíduos mortos durante o intervalo etário  $x$  e  $T_x$  = número total de insetos de idade  $x$  além da idade  $x$ . Os parâmetros de sobrevivência ao longo do tempo resultantes da tabela de esperança foram calculados de acordo com os autores citados anteriormente, sendo  $E_x$  = estrutura etária, número de insetos vivos entre um dia e outro;  $e_x$  = esperança de vida para os indivíduos de idade  $x$ ; e  $100q_x$  = razão de mortalidade por intervalo de idade (coluna de risco). Os parâmetros de sobrevivência ao longo do tempo ( $E_x$ ,  $e_x$  e  $100q_x$ ) foram calculados pelas seguintes equações:

$$E_x = [L_x + (L_{x+1})]/2$$

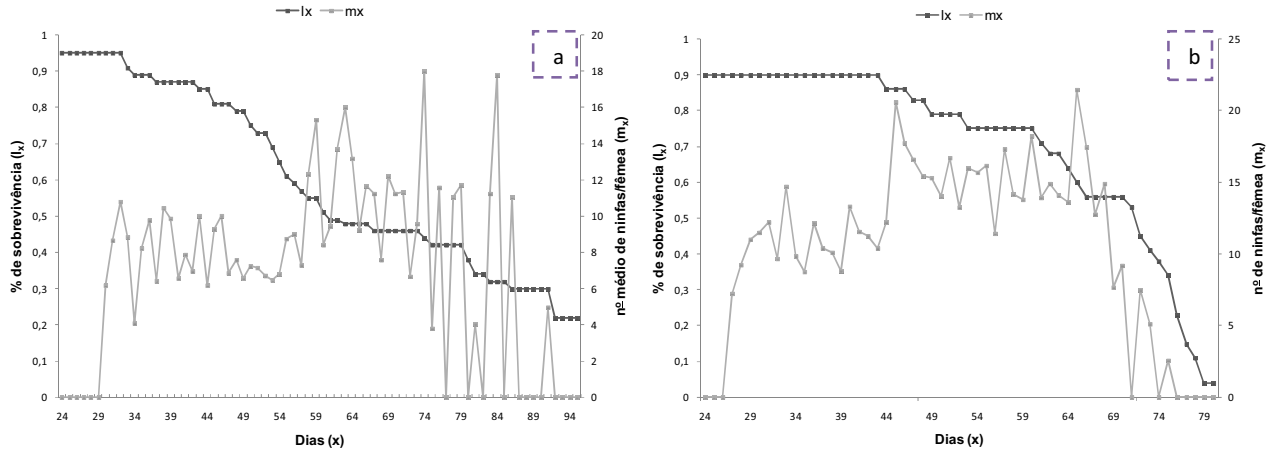
$$e_x = T_x/L_x$$

$$100q_x = (d_x/L_x).100$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período reprodutivo de *P. nigrispinus* iniciou com aproximadamente seis dias após a emergência das fêmeas, quando os predadores foram alimentados com larvas, e quatro dias quando com pupas, com durações médias de 37,2 dias (larvas) e 36,9 dias (pupas) (Figura 1). Dados semelhantes foram obtidos por SANTOS & BOIÇA JÚNIOR (2002) que verificaram período de pré-oviposição e oviposição de 4,3 e 32,3 dias, respectivamente.

O número de descendentes por fêmea foi de 9,6 ninfas/fêmea/dia com o predador alimentado com larvas e 12,5 ninfas/fêmea/dia quando com pupas. Observou-se que, no total, foram obtidas médias de 355,3 e 476,2 ninfas/fêmea para o predador alimentado com larvas e pupas, respectivamente (Figura 1). Resultado semelhante foi encontrado por MATOS NETO et al. (2002) que obtiveram 447,07 ninfas/fêmea de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). HOLTZ et al. (2007) e PELUZIO (2008) verificaram número menor de ninfas por fêmea de *P. nigrispinus*, sendo de 245,75 quando o alimento foi pupa de *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1785) (Coleoptera: Tenebrionidae) e 208,67 com lagartas de *A. gemmatalis*. HOLTZ et al. (2006) relataram valor ainda menor, 51 ninfas/fêmea, quando o alimento foi lagartas de *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). Essas informações indicam que os períodos reprodutivos e o número de descendentes por fêmea encontrados neste trabalho com a presa *P. xylostella* foram satisfatórios e próximos ao máximo valor possível para a espécie (OLIVEIRA et al., 2002a; OLIVEIRA et al., 2002b).



**Figura 1.** Número médio de ninfas por fêmea ( $m_x$ ) e taxa de sobrevivência ( $l_x$ ) de *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas (a) e pupas (b) de *Plutella xylostella* ao longo de sua longevidade.

A partir do número de ovos por fêmea e da sobrevivência dos predadores foram elaboradas as tabelas de vida de fertilidade e de esperança para *P. nigrispinus* alimentado com larvas e pupas de *P. xylostella* (Tabelas 1, 2 e 3).

**Tabela 1.** Somatória dos dados da tabela de vida de fertilidade para *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas e pupas de *Plutella xylostella*.

X	Larvas				Pupas			
	$l_x$	$m_x$	$m_x.l_x$	$m_x.l_x.x$	$l_x$	$m_x$	$m_x.l_x$	$m_x.l_x.x$
$\sum$	66,35	504,97	289,61	15099,74	63,19	604,02	463,70	22400,74

x = intervalo de idade (1 a 80 dias);  
 $m_x$  = fertilidade específica;  
 $l_x$  = taxa de sobrevivência.

Em relação aos parâmetros da tabela de vida de fertilidade, a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) foi 295,41 (com larvas) e 463,70 (com pupas); o tempo médio de

geração (T) 51,76 (larvas) e 48,31 dias (pupas); a razão infinitesimal de aumento populacional ( $r_m$ ) 0,1099 (larvas) e 0,1271 (pupas); a taxa finita de crescimento populacional ( $\lambda$ ) foi 1,1162 (larvas) e 1,1355 (pupas) e o tempo necessário para a população duplicar em número (TD) 6,31 (larvas) e 5,45 dias (pupas) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Parâmetros relativos às tabelas de vida de fertilidade para *Podisus*

Presas	$R_0$	T	$r_m$	$\lambda$	TD
Larvas	295,41	51,76	0,1099	1,1162	6,31
Pupas	463,70	48,31	0,1271	1,1355	5,45

*nigrispinus*, alimentado com larvas e pupas de *Plutella xylostella*.

$R_0$  =Taxa líquida de reprodução (fêmea/fêmea)  
 T=Tempo médio de geração (dias)  
 $r_m$ =Taxa intrínseca de crescimento populacional  
 $\lambda$ =Taxa finita de crescimento populacional (fêmeas/dia)  
 TD=Tempo necessário para a população duplicar em número

A maior taxa líquida reprodutiva ( $R_0$ ) de fêmeas alimentadas com pupas se deve à menor oscilação das médias do número de ninfas produzidas por fêmea, sendo obtidos valores maiores ao longo da longevidade (Figura 1). A menor taxa de produção de ovos (11,6 ovos/fêmea/dia), devido ao maior período de oviposição (37,2 dias), de fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com larvas, além de reduzir o número de gerações, expõe o inseto por mais tempo às condições do ambiente, fator esse, que pode aumentar sua mortalidade (OLIVEIRA et al., 2002b).

O valor maior de  $r_m$  (combinação de  $R_0$  e T), que traduz o potencial biótico, para os predadores alimentados com pupas da traça pode ser explicado pela maior produção de descendentes no mesmo espaço de tempo e/ou maior longevidade (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2003).

Outro fator relevante é que, quando se considera a média da longevidade das fêmeas (46 dias com larvas e 47 dias com pupas) e a razão finita de aumento ( $\lambda$ ) obtida



para os dois tratamentos, pode-se afirmar que 148,58 fêmeas serão adicionadas a população por fêmea durante sua longevidade alimentada com larvas de *P. xylostella* e 386,52 quando alimentada com pupas da traça.

A tabela de vida de fertilidade mostrou que larvas e pupas de *P. xylostella* proporcionaram maior produção de descendentes por geração em comparação com lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), uma vez que VACARI et al. (2007) verificaram que *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *D. saccharalis* apresentaram, no geral, valores menores para todos os parâmetros, sendo  $R_0$  de apenas 78,18; T 41,38 dias;  $r_m$  0,1053;  $\lambda$  1,1111 e TD 6,58 dias.

Em relação a produção de ovos e de ninfas, fêmeas do predador concentraram sua produção entre o 29º e o 75º dia de vida quando alimentadas com larvas e entre 26º e o 70º dia com pupas da traça (Figura 1). OLIVEIRA et al. (2002b), que ofereceram como alimento pupa de *T. molitor* mais a fitofagia em algodoeiro, verificaram a concentração de produção de ovos entre o 6º e o 30º dia da longevidade. Esses dados implicam em maior período de produção de descendentes, juntamente com valores mais altos ao longo dos dias quando se utiliza *P. xylostella* como presa.

Essas informações são importantes para programas de controle biológico quando a liberação é inoculativa, uma vez que o controle é realizado pela progênie da população liberada. O potencial reprodutivo, em diferentes idades, é relevante para se escolher a idade de liberação de *P. nigrispinus* em culturas de brássicas. Os maiores valores reprodutivos verificados após quatro a seis dias da emergência das fêmeas mostram que com aproximadamente 30 dias da eclosão das ninfas seria o melhor momento para sua liberação. Valor semelhante foi obtido por SOARES (2006) que recomendou a liberação de *P. nigrispinus* em soja após 35 dias da eclosão das ninfas.

Em relação aos valores para a tabela de esperança de vida, *P. nigrispinus* apresentou duração do ciclo no máximo em 92 dias (larvas) e 72 dias (pupas) (Figura 2) e longevidade de fêmeas de 69 dias (larvas) e 53 dias (pupas) (Figura 1). Outros autores observaram menores longevidades de fêmeas de *P. nigrispinus*, sendo 35 dias quando alimentadas com pupas de *T. molitor* (HOLTZ et al., 2007), 36 dias com lagartas de *A. gemmatalis* (MATOS NETO et al., 2002) e 48,6 dias com lagartas de

*Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (SANTOS & BOIÇA JÚNIOR, 2002).

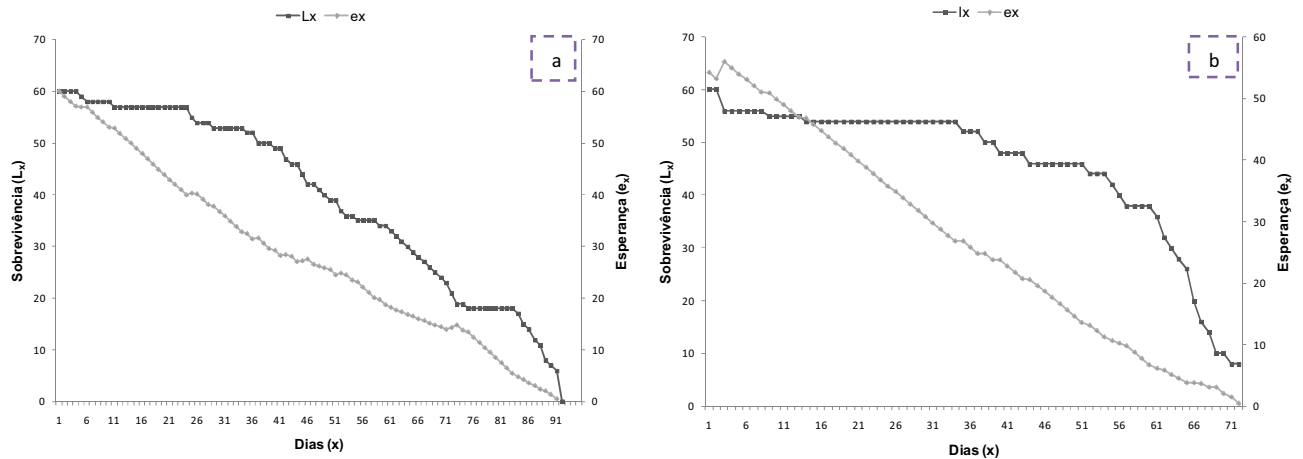
A maior taxa de mortalidade ( $d_x$ ) ocorreu entre o 71<sup>o</sup> e o 80<sup>o</sup> dia e entre o 61<sup>o</sup> e o 70<sup>o</sup> dia de observação, quando morreram 11 e 12 indivíduos, respectivamente, o que proporcionou alta probabilidade de morte ( $100q_x$ ), sendo 47,82 e 33,33% para os predadores alimentados com larvas e pupas, respectivamente. Nesse período os predadores encontravam-se na fase adulta, sendo as maiores taxas de mortalidade no final da longevidade que atingiu 100% entre o 91<sup>o</sup> e o 100<sup>o</sup> dia, para as alimentadas com larvas, e entre o 71<sup>o</sup> e o 80<sup>o</sup> dia para pupas (Tabela 3). A esperança de vida ( $e_x$ ) alcançou o seu máximo entre 0 e 10 dias, sendo 60,10 dias quando alimentados com larvas e 54,25 dias com pupas, com queda acentuada a partir daí até o final das observações (Tabela 3) (Figura 2). Para outra espécie de pentatomídeo, com intuito de ilustração, ASSIS JÚNIOR et al. (1998) verificaram que *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae), alimentado com larvas de *T. molitor*, tiveram esperança de vida semelhante a obtida neste trabalho (55,0 dias), para os primeiros 10 dias do ciclo de vida, porém a razão de mortalidade foi maior para esse intervalo de idade (26,6%).

**Tabela 3.** Tabela de esperança de vida de *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas e pupas de *Plutella xylostella*.

Classes de idade (dias)	x	Lx	dx	Ex	Tx	ex	100qx
Larvas							
0 – 10	0	60	0	60,0	3606,0	60,10	0
11 – 20	11	57	3	57,0	3018,5	52,96	5,26
21 – 30	21	57	0	57,0	2448,5	42,96	0
31 – 40	31	53	4	53,0	1899,5	35,84	7,55
41 – 50	41	49	6	48,0	1386,5	28,30	12,24
51 – 60	51	39	10	38,0	955,5	24,50	25,64
61 – 70	61	33	5	32,5	602,5	18,26	15,15
71 – 80	71	23	11	22,0	322,5	14,02	47,83
81 – 90	81	18	3	18	135,0	7,50	16,67
91 – 100	91	6	6	3	3	0,5	100
Pupas							
0 – 10	0	60	0	60,0	3255,0	54,25	0
11 – 20	11	55	5	55,0	2691,5	48,94	9,09
21 – 30	21	54	1	54,0	2149,0	39,80	1,85
31 – 40	31	54	0	54,0	1609,0	29,80	0
41 – 50	41	48	6	48,0	1092,0	22,75	12,5
51 – 60	51	44	4	45,0	627,0	13,63	8,69
61 – 70	61	32	12	34,0	220,0	6,11	33,33
71 – 80	71	8	8	8,0	12,0	1,50	100,0

x = intervalo de idade em unidade de tempo (dias);  
 Lx = número de sobreviventes no começo da idade x;  
 dx = número de indivíduos mortos durante o intervalo etário x;  
 Ex = estrutura etária;  
 Tx = número total de insetos de idade x além da idade x;  
 ex = esperança de vida para os indivíduos de idade x;  
 100qx = razão de mortalidade por intervalo de idade.

As curvas de sobrevivência para os predadores alimentados com pupas apresentaram queda inicial após a primeira muda, seguida de certa estabilidade, até nova queda após 10 dias da emergência dos adultos, sendo a maior mortalidade verificada no final dessa fase devido à idade dos predadores (Figura 2). Para os insetos alimentados com larvas a curva de sobrevivência também acusou queda inicial após a primeira muda apresentando certa estabilidade durante o período ninfal, seguida de nova queda até ao final do ciclo dos insetos, sendo a duração desse período 20 dias maior do que para os predadores alimentados com pupas (Figura 2). A literatura mostra que a longevidade dos inimigos naturais está relacionada a vários fatores como alimentação, condições ambientais (temperatura e umidade relativa) e gasto de energia com a cópula e oviposição. A menor longevidade de fêmeas alimentadas com pupas pode estar relacionada com o potencial reprodutivo, sendo que fêmeas alimentadas com pupas de *P. xylostella* produziram maior número de descendentes por dia. Assim, o número de ovos por fêmea por dia foi maior para os predadores alimentados com pupas (15,3) do que larvas (11,6). A maior taxa reprodutiva das fêmeas em pupas de *P. xylostella* levou a um maior gasto de energia e, conseqüentemente, menor longevidade. Em pesquisa semelhante, ASSIS JÚNIOR et al. (1998) também verificaram queda inicial brusca da sobrevivência de *S. cincticeps* nas idades juvenis, seguida de estabilidade, até nova queda no final da fase adulta.



**Figura 2.** Sobrevivência ( $L_x$ ) e esperança de vida ( $e_x$ ) de *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas (a) e pupas (b) de *Plutella xylostella*.

Os dados de tabelas de vida obtidos neste trabalho mostram que pupas da traça-das-crucíferas oferecidas como presas potencializaram o desempenho reprodutivo de *P. nigrispinus*. Esse fato pode estar relacionado com a defesa física (PEREIRA et al., 2008) das larvas de *P. xylostella* no momento em que o predador tenta dar início a sua alimentação, o que não ocorre com pupas. Foi observado durante as avaliações que o predador necessita de várias tentativas para finalmente conseguir inserir seu estilete nas larvas, o que pode gerar maior gasto de energia para sua alimentação. Além disso, metabólicos secundários presentes nas plantas hospedeiras dos herbívoros podem afetar os predadores (BOEVÉ & MÜLLER, 2005). Isso pode também ter ocorrido neste trabalho, haja vista que as larvas de *P. xylostella* eram retiradas das folhas de couve e imediatamente oferecidas aos predadores. Na fase de pupa a traça não se alimenta, sendo que esses compostos presentes nas plantas já podem ter sido metabolizados pelos insetos. Outro fator que pode também estar relacionado com os resultados deste trabalho, é que na fase de pupa os insetos não se alimentam, já tendo acumulado na

fase larval maior reserva energética para que possam passar ao estágio adulto, sendo que essa característica pode ter proporcionado melhor desempenho reprodutivo aos predadores.

#### 4. CONCLUSÃO

Pupas proporcionam melhor desempenho reprodutivo em menor tempo, além de alta esperança de vida para o predador *P. nigrispinus* em relação a lagartas de *P. xylostella*.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALVARADO-RODRIGUES, B.; LEIGH, T. F.; FOSTER, K. W.; DUFFEY, S. S. Life table for *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) on susceptible and resistant common bean cultivars. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 16, p. 45-49, 1987.

ASSIS JÚNIOR, S. L.; ZANUNCIO, T. V.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C. Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 245-253, 1998.

BASTOS, C. S.; PICANÇO, M. C.; LEITE, G. L. D.; ARAÚJO, J. M. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) em couve-comum. **Científica**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 187-197, 1996.

BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of on insect population. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 17, p. 15-26, 1948.

BOEVÉ, J. L.; MÜLLER, C. Defence effectiveness of easy bleeding sawfly larvae towards invertebrate and avian predators. **Chemoecology**, Basel, v. 15, n. 1, p. 51-58, 2005.

CIVIDANES, F. J. Tabelas de vida de fertilidade de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 419-427, 2002.

EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; 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.

FERREIRA, R. C.; OLIVEIRA, J. V.; HAJI, F. N. P.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinifera* L.) cv. Itália. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 126-132, 2006.

GODOY, K. B. R.; CIVIDANES, F. J. Tabelas de esperança de vida e fertilidade para *Lipaphis erysimi* (Halt.) (Hemiptera: Aphididae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 41-48, 2002.

HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. C.; MARINHO, J. S.; PRATISSOLI, D.; PALLINI, A.; PEREIRA, C. J. Características biológicas de adultos de *Podisus nigrispinus* e *Supputius cincticeps* (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com *Thyrintaina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). **Idesia**, Arica, v. 24, n. 2, p. 41-48, 2006.

HOLTZ, A. M.; ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, C. L.; PRATISSOLI, D.; PALLINI, A.; MARINHO, J. S.; VIANNA, U. R. Potencial reprodutivo e de sobrevivência de *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) sobre *Thyrintaina arnobia* Stoll

(Lepidoptera: Geometridae) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2007.

KERSTING, V.; SATAR, S.; NGUN, N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 123, n. 1, p. 23-27, 1999.

KOCOUREK, F.; HAVELKA, J.; BERANKOYA, J.; JAROSIK, V. Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Tokyo, v. 71, p. 59-64, 1994.

KREBS, C. J. **Ecology**: The experimental analysis of distribution and abundance. New York: Harper & Row, 1994. 801p.

MACEDA, A.; HOHMANN, C. L.; SANTOS, H. R. Comparative life table for *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma annulata* De Santis (Hym.: Trichogrammatidae). **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 13, p. 279-281, 1994.

MATOS NETO, F. C.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M. C.; CRUZ, I. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 917-924, 2002.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 7-14, 2002a.

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**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 101-108, 2002b.

PELUZIO, R. J. E. **A qualidade da presa afeta o desenvolvimento e a reprodução de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)?**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PEREIRA, A. I. A.; CURVÊLO, C. R. S.; PASTORI, P. L.; SMITH, D. R.; ZANUNCIO, J. C. Comportamento defensivo das larvas do symphita neotropical *Haplostegus nigriscus* (Hymenoptera: Pergidae) expostas aos percevejos predadores *Podisus nigrispinus*, *Supputius cincticeps* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 167-171, 2008.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Fertility and life table of *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae) at different temperatures. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 124, p. 330-342, 2000.

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, J. S.; GUIMARÃES, E. M.; ESPINDULA, M. C. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 193-196, 2004.

PRICE, P. W. **Insect ecology**. 2<sup>o</sup> ed. New York: John Willey, 1984. 607p.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 671-675, 2002.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLANOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SOARES, M. A. **Capacidade reprodutiva de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com diferentes freqüências de acasalamento e troca de parceiros em plantas de soja**. 2006. 114 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOLBRIG, O. T.; SARANDON, R.; BOSSENT, W. Effect of varying density and life table parameters on growth rate and population size of *Viola fimbriatula*. **Acta Oecologica**, Acoeeey, v. 11, p. 263-280, 1990.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2<sup>a</sup> ed. London: Chapman and Hall, 1978. 524p.

VACARI, A. M. ***Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae): efeito do alimento e da temperatura de armazenamento de ovos no desenvolvimento do inseto**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

VACARI, A. M.; OTUKA, A. K.; DE BORTOLI, S. A. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 3, p. 259-265, 2007.

**CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO DE PREDUÇÃO DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM FUNÇÃO DA FASE DE DESENVOLVIMENTO DA PRESA *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi estudar o comportamento alimentar de *Podisus nigrispinus* em relação a diferentes fases de desenvolvimento (larvas ou pupas) de *Plutella xylostella*, bem como a fitofagia em couve. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da FCAV/Unesp. Foram utilizadas 12 larvas e 12 pupas de *P. xylostella* (três presas por disco de folha de couve) para teste sem chance de escolha e 6 larvas mais 6 pupas (três presas por disco de folha) por placa para teste com chance de escolha, sendo acondicionadas em discos foliares de couve, *Brassica oleracea* var. *acephala*, de 2 cm de diâmetro (quatro discos por placa). Esses discos foram colocados de forma eqüidistante em arena circular de acrílico de 14 cm de diâmetro e 3 cm de altura, onde foi liberada, no centro de cada arena, uma fêmea do predador. Após 6 horas foi contabilizado o número de lagartas e pupas predadas em cada disco e, para cada tratamento foram realizadas 30 repetições. Para o teste com chance de escolha foi calculado o Índice de Preferência (IP). O predador *P. nigrispinus* prefere lagartas de *P. xylostella* e apresenta também comportamento de fitofagia, particularmente quando alimentado somente com pupas da traça-das-crucíferas.

**Palavras-Chave:** Asopinae, controle biológico, preferência para alimentação

## 1. INTRODUÇÃO

Predadores da subfamília Asopinae apresentam mecanismo de ataque que consiste na inserção do estilete no corpo da presa, causando paralisia progressiva, o que permite a alimentação (AZEVEDO et al., 2007). A paralisia da presa é parte do mecanismo de alimentação típico denominado digestão extra-oral (EOD) (AZEVEDO et al., 2007). As vantagens da EOD são expressas ecologicamente pela diminuição do tempo de manipulação da presa e aumento de nutrientes ingeridos pelo predador (COHEN, 1995). Essa é uma estratégia utilizada para que predadores possam consumir presas relativamente grandes em relação ao seu tamanho (COHEN, 1995).

O comportamento de ataque e manipulação das presas por predadores com digestão extra-oral sugere que eles levam em consideração, na seleção do alimento, não somente a sua potencialidade em retorno nutricional, mas também o “investimento” na sua manipulação (COELHO et al., 2008). A manipulação da presa envolve o ataque, injeção de toxinas para digestão dos tecidos e posterior ingestão do conteúdo liquefeito para recuperação máxima do seu “investimento” (COELHO et al., 2008).

A defesa da presa também desempenha um papel importante que afeta diretamente a alimentação dos predadores (AZEVEDO & RAMALHO, 1999), sendo que presas com baixa capacidade de defesa podem ser facilmente atacadas por esses inimigos naturais (PRICE, 1984). Sendo assim, os predadores participam diretamente do processo de evolução e selecionam indivíduos mais fortes e vigorosos, fato este descrito por Darwin para outros predadores que podem desenvolver técnicas mais eficientes de ataque às presas; essas técnicas e a defesa da presa podem interferir no processo de predação (HOLLING, 1959). Os predadores Asopinae selecionam seu alimento dependendo da capacidade (LE MOS et al., 2005) e da qualidade nutricional da presa (SILVA et al., 1997).

Insetos que apresentam EOD se alimentam de diferentes fases de desenvolvimento da presa e, antes de o predador iniciar sua alimentação, ele terá que

escolher o tipo de presa a ser consumida. É importante a compreensão do comportamento desses predadores no momento da seleção da presa, haja vista, que o tipo de presa pode modificar a taxa de predação (ZANUNCIO et al., 2008).

O objetivo da pesquisa foi estudar o comportamento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em relação à escolha entre diferentes fases de desenvolvimento (larvas ou pupas) de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), bem como o comportamento de fitofagia em couve.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da FCAV/Unesp, Jaboticabal, São Paulo. As condições foram controladas, com  $25\pm 1^\circ\text{C}$  de temperatura,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. As criações de *P. xylostella* e *P. nigrispinus* estão descritas nos itens 2.1. e 2.2. do Capítulo 2.

Para elaboração dos experimentos foram utilizadas fêmeas de *P. nigrispinus* acasaladas, com idade entre 5 e 10 dias (OLIVEIRA et al., 2001), que foram mantidas 24 horas sem alimentação antes do início dos testes. Como presas foram utilizadas larvas de quarto estágio e pupas com até 24 horas de idade de *P. xylostella*. Tanto presas quanto os predadores foram oriundos do LBCI; a criação de *P. nigrispinus* estava na 82<sup>a</sup> geração em laboratório e a de *P. xylostella* na 60<sup>a</sup> geração.

### 2.1. Teste sem chance de escolha

Foram utilizadas 12 larvas e 12 pupas de *P. xylostella* por arena, três presas por disco de folha de couve *Brassica oleracea* var. *acephala* de 2 cm de diâmetro (quatro

discos por placa). Os discos foram colocados de forma eqüidistante em arena circular de acrílico de 14 cm de diâmetro e 3 cm de altura (Figura 1), onde após uma hora do início da alimentação das lagartas foi liberada uma fêmea do predador no centro da arena. Após 6 horas do início do experimento foi contabilizado o número de lagartas e pupas predadas em cada disco de folha. Foram realizados dois tratamentos (larvas e pupas como presas), com 30 repetições em cada.

Durante as avaliações foi observado o comportamento do inseto, procurando-se detectar a fitofagia.

## **2.2. Teste com chance de escolha (dupla chance)**

Neste teste a combinação larvas *versus* pupas foi avaliada utilizando-se também arenas circulares de acrílico de 14 cm de diâmetro e 3 cm de altura. Em cada arena foram colocados, de forma eqüidistante e alternada, quatro discos de 2,0 cm de diâmetro de folhas de couve *Brassica oleracea* var. *acephala*, dois contendo larvas e dois pupas. Foram colocadas três presas por disco de folha. No centro de cada arena, após uma hora do início da alimentação das lagartas, foi liberada uma fêmea do predador e, após 6 horas do início do experimento, foi contabilizado o número de lagartas e pupas predadas em cada disco. Foram realizadas 30 repetições.

Como mencionado no item 2.1., nos testes com chance de escolha também foi observado o comportamento do predador, procurando-se detectar a fitofagia.



**Figura 1.** Arena circular de acrílico utilizada nos testes com e sem chance de escolha.

### 2.3. Análise dos dados

Os dados obtidos nos testes sem chance de escolha foram submetidos ao teste F a 5% de probabilidade. Para os testes com chance de escolha foi utilizado o Índice de Preferência (IP), adaptado de KOGAN (1972), calculado pela fórmula  $IP = 2L / (L + P)$ , onde L = % de larvas predadas e P = % de pupas predadas. O valor de IP pode variar entre zero e dois, indicando:  $IP < 1$ , preferência pela presa “L”;  $IP = 1$ , neutralidade e  $IP > 1$ , preferência pela presa “P”. Como margem de segurança para a classificação, o erro padrão (EP) de cada tratamento foi adicionado/subtraído do valor 1 (indicativo de neutralidade). Assim, só foi considerado preferido ou não quando o IP estava fora do intervalo  $1 \pm EP$ . O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste sem chance de escolha, quando os predadores ficaram confinados e alimentados somente com larvas ou somente com pupas, observou-se o consumo maior de larvas (2,8) que de pupas (1,1) de *P. xylostella* (Tabela 1). Em pesquisa semelhante, SANTOS & BOIÇA JÚNIOR (2002) verificaram valores praticamente iguais aos encontrados neste trabalho, quando colocaram os predadores em confinamento com plantas de algodão e lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), sendo o consumo médio de 1,0 a 2,8 lagartas.

No teste com chance de escolha (dupla chance), quando fêmeas de *P. nigrispinus* tiveram a opção de escolha entre lagartas e pupas de *P. xylostella*, o comportamento do predador foi semelhante, não ocorrendo diferença significativa entre o consumo de larvas (1,4) e pupas (0,9) (Tabela 1). SANTOS & BOIÇA JÚNIOR (2002) verificaram que em teste de livre escolha com plantas de algodão e lagartas de *A. argillacea* o consumo foi em média de 1,6 a 3,6 lagartas para as diferentes combinações de variedades e lagartas, não ocorrendo diferença significativa, apesar das plantas apresentarem diferenças em suas características morfológicas e fisiológicas, como, por exemplo, teor de gossipol e pilosidade. Outras pesquisas também demonstraram que nem sempre ocorre influência da planta hospedeira sobre a capacidade de predação do inimigo natural (COELHO, 2008).

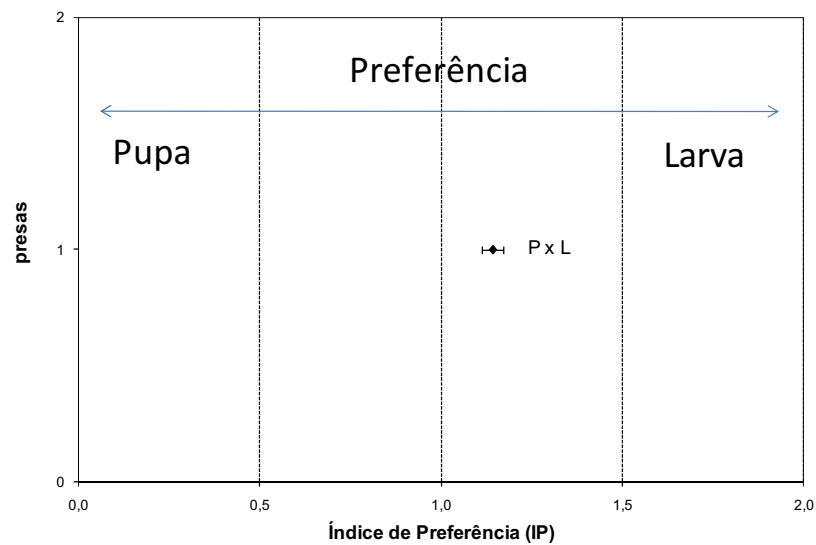


**Tabela 1.** Número médio de presas consumidas por fêmea de *Podisus nigrispinus* predando larvas e pupas de *Plutella xylostella* em testes sem e com chance de escolha (dupla chance).

<b>Sem chance de escolha</b>		
Presas	n	número de presas consumidas
Larvas	30	2,8±0,04 <sup>1</sup>
Pupas	30	1,1±0,02
F		62,99**
<b>Com chance de escolha (dupla chance)</b>		
Larvas	30	1,4±0,04 <sup>1</sup>
Pupas	30	0,9±0,03
F		3,33 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados

O índice de preferência (IP) calculado para o teste com chance de escolha mostrou claramente preferência do predador por larvas de *P. xylostella* (Figura 1). Seu cálculo leva em consideração a porcentagem de presas consumidas ao final do teste, para cada uma das repetições avaliadas e, a média do índice de preferência encontrado, 1,14±0,03, indica preferência do predador por larvas da traça-das-crucíferas.



**Figura 1.** Índice de preferência (IP) de *Podisus nigrispinus* predando larvas e pupas de *Plutella xylostella* em teste de preferência para alimentação (dupla chance de escolha).

A orientação de hemípteros predadores pode ser mediada por vibrações produzidas pela alimentação das lagartas (PFANNENSTIEL et al., 1995), resíduos fecais, odores liberados pela praga ou mesmo pela planta atacada e pela injúria ocasionada nas plantas pelas lagartas (HOLTZ et al., 2008). Esses autores verificaram que o comportamento de procura de *Podisus maculiventris* (Say, 1832) (Hemiptera: Pentatomidae) é orientado por vibrações produzidas pelas presas quando se alimentam das folhas; essas vibrações são usadas para localizar a presa. Esse comportamento dos predadores do gênero *Podisus* reforça o resultado obtido, preferência por lagartas, apesar de as tabelas de vida de fertilidade mostrarem que as pupas como presas que proporcionam melhores características reprodutivas (Capítulo 3). Esses resultados evidenciam que a presa preferida pelo predador nem sempre é aquela que proporciona as melhores características biológicas.

Os fatores que podem interferir no processo de predação são: densidade de presas, densidade de predadores, características do ambiente, mecanismos de defesa da presa e técnicas de ataque do predador (HOLLING, 1959). Outro fator que pode explicar o fato de os predadores preferirem consumir larvas de *P. xylostella* é a defesa da presa. As larvas da traça-das-crucíferas se defendem, saltando, quando os predadores tentam inserir o estilete em seu corpo, aguçando o instinto do predador, o que não ocorre quando o alimento é pupa (praticamente imóvel). A defesa das lagartas, sua movimentação e alimentação podem atrair os predadores. Por outro lado, pupas de *P. xylostella* ficam envoltas por fios de seda, o que também pode influenciar na preferência dos predadores. Segundo GULLAN & CRANSTON (2007), um tipo de defesa mecânica das presas ao ataque de predadores consiste em construir abrigos que podem deter o ataque, uma vez que o predador pode não reconhecer a estrutura da presa. Segundo AVEZEDO & RAMALHO (1999), o tamanho da presa também funciona como defesa ao ataque, como ocorre com *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae), que consome maior quantidade de presas menores, uma vez que em instares mais avançados elas apresentam maior capacidade de defesa.

Observar o comportamento do inseto ao longo do experimento possibilitou medir o tempo de alimentação das fêmeas de *P. nigrispinus* (Tabela 2); o tempo foi contabilizado do momento da inserção do estilete até o descarte da presa após seu consumo. Em teste sem chance de escolha tempo médio foi de 95,8 e 95,4 minutos, para larvas e pupas e, com chance de escolha foi de 73,6 e 85,0 minutos para larvas e pupas, respectivamente. Os predadores que tiveram opção de escolha entre as duas fases de desenvolvimento consumiram as presas em menor tempo, 22,2 minutos ou menos. Em pesquisa semelhante, COELHO et al. (2008) verificaram que o tempo médio de alimentação para machos e fêmeas de *P. nigrispinus* predando pré-pupa de *A. argillacea* foi de 410,1 e 545,8 minutos, respectivamente. Os valores encontrados nesse trabalho foram menores, provavelmente devido ao menor tamanho das pupas de *P. xylostella*.

Insetos predadores com comportamento alimentar generalista, incluindo a zoofitofagia, tem grande potencial de utilização, e estudos sobre a fitofagia ocasional

em alguns predadores demonstraram que esse comportamento pode funcionar como um fator importante para a manutenção desses indivíduos no campo em períodos de escassez de presa (MOURÃO et al., 2003).

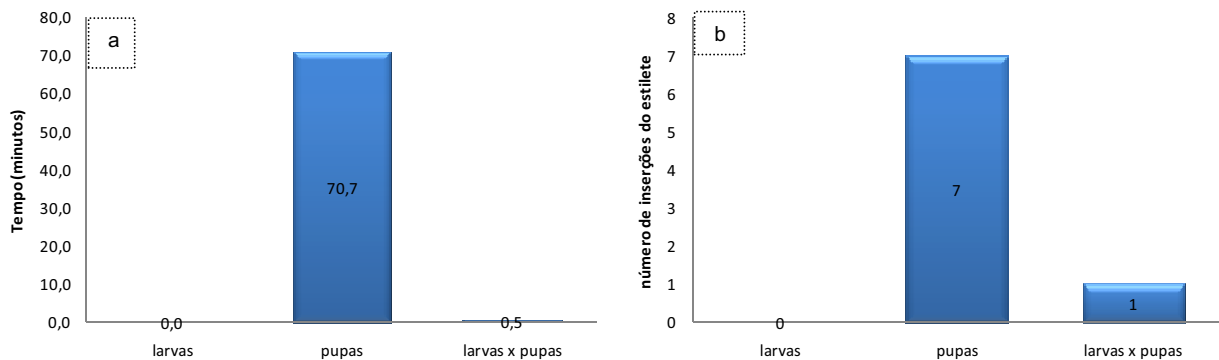
Percevejos predadores apresentam digestão extra-oral envolvendo um pré-tratamento químico da presa por meio da injeção de enzimas presentes no complexo da glândula salivar, sendo que percevejos, e alguns zoofitófagos, produzem a enzima pectinase que os auxilia na obtenção do alimento através da digestão da lamela média das células vegetais. Alguns percevejos, mesmo zoofitófagos, podem ser capazes de provocar injúrias em plantas hospedeiras, como *Dicyphus hesperus* (Knight, 1943) (Hemiptera: Miridae), que pode se alimentar de plantas de tomate quando sua alta população coincide com baixa densidade de mosca branca, sua presa (COHEN, 1995; COLL & GUERSHON, 2002; SANCHEZ et al., 2004). Estudos realizados com predadores Asopinae demonstram que apesar, de ocasionalmente eles se alimentarem de plantas e terem benefícios na fitofagia, não produzem a enzima pectinase no seu complexo enzimático salivar (AVEZEDO et al., 2007) e, ao menos teoricamente, são incapazes de causar maceração enzimática das células vegetais (COELHO, 2008). Sabe-se também que a disponibilidade de umidade via planta (seiva) ou água livre (gota de orvalho) para predadores com digestão extra-oral favorece a predação (COELHO, 2008), o que também foi verificado por GILLESPIE & MCGREGOR (2000) que constataram que somente 6% das ninfas conseguiram completar o desenvolvimento quando alimentadas somente com ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), enquanto que, quando alimentados com ovos e folhas de tomate, essa porcentagem foi de 97% e 88% quando alimentados com ovos e água.

**Tabela 2.** Tempo de alimentação de fêmea de *Podisus nigrispinus* predando larvas e pupas de *Plutella xylostella* em teste sem e com chance de escolha (dupla chance).

<b>Sem chance de escolha</b>		
Presas	n	Tempo de alimentação (min)
Larvas	30	95,8±0,22 <sup>1</sup>
Pupas	30	95,4±0,29
F		0,21 <sup>ns</sup>
<b>Com chance de escolha (dupla chance)</b>		
Larvas	30	73,6±0,24 <sup>1</sup>
Pupas	30	85,0±0,27
F		0,83 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados

Neste experimento observou-se a ocorrência de fitofagia (Figura 2). Quando o predador foi alimentado somente com larvas não foi verificada a inserção do estilete do predador nas folhas de couve. Nos testes com chance de escolha observou-se a inserção do estilete na folha por 0,5 minuto uma única vez ao longo do experimento. Nos testes em que as fêmeas de *P. nigrispinus* foram confinadas com pupas de *P. xylostella*, os predadores inseriram o estilete nas folhas sete vezes por um período médio de 70,7 minutos para cada vez em que o predador efetuou a fitofagia. Pelo tempo de inserção nas folhas ter sido relativamente alto, aproximando-se do tempo gasto para se alimentar das presas, há fortes indícios que *P. nigrispinus* pode ter realmente se alimentado de folhas de couve. Novos estudos devem ser realizados para comprovar se realmente esses predadores são capazes de se alimentar de folhas de couve e também para determinar o efeito da fitofagia na biologia do predador.



**Figura 2.** Tempo médio (min) (a) e número de vezes (b) em que *Podisus nigrispinus* inseriu o estilete em folhas de couve, em teste de preferência para alimentação sem chance de escolha (larvas e pupas) e com dupla chance de escolha (larvas e pupas) de *Plutella xylostella*.

Deve ser destacado que na maioria dos artigos o efeito de presas naturais na biologia de *P. nigrispinus* foi estudado utilizando testes sem chance de escolha, relacionando a adequabilidade das presas para o desenvolvimento e reprodução. Nesse sentido, conforme THULER et al. (2007), nem sempre a preferência pode coincidir com as melhores condições de desenvolvimento, o que ocorreu nesse trabalho, onde, fêmeas de *P. nigrispinus* preferiram se alimentar de larvas, porém, a tabela de vida de fertilidade mostrou melhores parâmetros reprodutivos quando a presa foi pupa de *P. xylostella* (capítulo 3).

Os inimigos naturais, em geral, somente estabelecem populações significativas nos ecossistemas após os picos populacionais das pragas. Esta é uma constatação confirmada pela prática nos ecossistemas agrícolas, especialmente, naqueles de ciclo curto como os de brássicas. Entre as razões para essa assincronia entre as pragas e os predadores em agroecossistemas, destaca-se a falta de presas abundantes nos estágios iniciais das culturas para a colonização dos predadores, o que ocasiona um estabelecimento lento dos inimigos naturais, que somente produzem populações expressivas tardiamente, após os picos populacionais das pragas. O estabelecimento

inicial de predadores nos agroecossistemas através de liberações inoculativas pode permitir o crescimento populacional balanceado entre o inimigo natural e as pragas-alvo (COELHO, 2008).

#### 4. CONCLUSÃO

*P. nigrispinus* prefere consumir lagartas de *P. xylostella* e mostra também comportamento de fitofagia, particularmente quando alimentado apenas com pupas.

#### 5. REFERÊNCIAS

AVEZEDO, D. O.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO JÚNIOR, J. S.; MARTINS, G. F.; MARQUES-SILVA, S.; SOSSAI, M. F.; SERRÃO, J. E. Biochemical and morphological aspects of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 3, p. 469-477, 2007.

AVEZEDO, F. R.; RAMALHO, F. S. Efeitos da temperatura e da defesa da presa no consumo pelo predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 165-171, 1999.

COELHO, R. R. **O papel da planta hospedeira na história de vida do percevejo predador *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

COELHO, R. R.; ARAÚJO JÚNIOR, J. M.; TORRES, J. B. Comportamento de predação de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em função da disponibilidade do alimento. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, n. 4, p. 463-470, 2008.

COHEN, A. C. Extra-oral digestion in predaceous terrestrial Arthropoda. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 40, p. 85-103, 1995.

COLL, M.; GUERSHON, M. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 47, p. 267-297, 2002.

GILLESPIE, D. R.; MCGREGOR, R. R. The functions of plant feeding in the omnivorous predator *Dicyphus hesperus*: water places limits on predation. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 25, p. 380-386, 2000.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos**: um resumo de entomologia. 3ª edição. São Paulo: Roca, 440p. 2007.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, n. 7, p. 385-398, 1959.

HOLTZ, A. M.; PALLINI, A.; ZANUNCIO, J. C.; PRATISSOLI, D.; MARINHO, J. S.; PEREIRA, C. J.; DALVI, L. P. Resposta do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) à defesa induzida de planta por herbivoria. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 2, p. 161-166, 2008.

KOGAN, M. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 2. Soybean resistance and host preferences of Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*. **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 65, p. 675-683, 1972.



LEMOS, W. P.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E. Attack behavior of *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae) adults on caterpillars of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 6, p. 975-981, 2005.

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**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 469-473, 2003.

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 *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Curitiba, v. 30, n. 4, p. 647-654, 2001.

PFANNENSTIEL, R. S.; HUNT, R. E.; YEARGAN, K. V. Orientation of a hemipteran predator by feeding caterpillars. **Journal of Insect Behavior**, New York, v. 8, n. 1, p. 1-9, 1995.

PRICE, P. W. **Insect ecology**. 2<sup>a</sup> ed. New York: John Willey, 1984. 607p.

SANCHEZ, J. A.; GILLESPIE, D. R.; MCGREGOR, R. R. Plant preference in relation to life history traits in the zoophytophagous predator *Dicyphus Hesperus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 112, n. 1, p. 7-19, 2004.

SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera, Pentatomidae) em genótipos de algodoeiro: preferência para oviposição e capacidade predatória. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1341-1344, 2002.

SILVA, E. N.; SANTOS, T. M.; RAMALHO, F. S. Consumo alimentar e crescimento do predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentando-se de lagartas de curuquerê-do-algodoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 349-357, 1997.

THULER, R. T.; VOLPE, H. X. L.; DE BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P. Metodologia para avaliação da preferência hospedeira de parasitóides do gênero *Trichogramma* Westood. **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 33, n. 3, p. 333-340, 2007.

ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. A. D.; LIMA, E. R.; PEREIRA, F. F.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 1, p. 121-125, 2008.

**CAPÍTULO 5 – PREDACÃO DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DENSIDADES DA PRESA *Plutella xylostella* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)**

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de predação de *P. nigrispinus* em função de diferentes densidades de larvas e pupas de *P. xylostella* em laboratório. Para realização dos experimentos foram utilizadas densidades de 1, 5, 10, 15, 20 e 25 de *P. xylostella* (larvas e pupas) por recipiente plástico transparente (1000 mL) e em cada recipiente foi liberada uma fêmea do predador. As avaliações do comportamento de predação foram realizadas durante 12 horas a cada 15 minutos, para estimar o tempo de manipulação da presa e após 24 horas do início do experimento, quando foi contabilizado o número de presas consumidas por repetição em cada densidade. Para cada densidade de presa (larvas ou pupas) foram efetuadas 15 repetições. As fêmeas de *P. nigrispinus* foram pesadas antes e após os experimentos para verificar o efeito das diferentes densidades de presas no ganho de peso dos predadores. Foi contabilizado também, durante as primeiras 12 horas de experimento, em observações ininterruptas, o tempo de busca (do início do experimento até o início do consumo da primeira presa), tempo de manuseio (do início da alimentação da presa até o término) e intervalo entre as predações (do término da alimentação de uma presa até o início de outra). O tipo de resposta funcional apresentada pelas fêmeas do predador com ambas as presas foi determinado por meio da equação cúbica da proporção de lagartas predadas pela densidade de lagartas ( $N_a/N_t$  versus  $N_t$ ). *P. nigrispinus* apresenta incremento na taxa de predação até a densidade de 15 presas, com posterior estabilização, para as duas fases de desenvolvimento de *P. xylostella*, o que evidencia resposta funcional tipo II.

**Palavras-Chave:** Asopinae, controle biológico, resposta funcional

## 1. INTRODUÇÃO

A relação entre taxa de predação (número de presas consumidas por predador por unidade de tempo) e a densidade da presa são os fundamentos da resposta funcional, que é específica para cada sistema que envolve predadores e presas. A resposta funcional é um componente essencial para modelos que envolvam essa interação; a densidade populacional do predador e o número total de presas consumidas num período de interesse (um ano ou uma geração da presa) geram informações que permite avaliar densidades populacionais futuras, tanto dos predadores quanto das presas (JESCHKE et al., 2002).

HOLLING (1959) classificou a resposta funcional em três tipos, sendo a do tipo II mais freqüentemente observada em insetos predadores (MOHAGHEGH et al., 2001; ZANUNCIO et al., 2008). A curva tipo II é demonstrada por uma hipérbole, começando com baixas densidades de presas que vão aumentando gradualmente, onde a taxa de predação é mensurada em cada uma das densidades, tendendo a aumentar até que atinja um limiar superior (JESCHKE et al., 2002). Todo modelo de resposta funcional inclui um fator que determina o gradiente da curva na origem, que é medido pela eficiência do tempo de manipulação e da taxa de sucesso de procura (HOLLING, 1959).

Dependendo do predador, da presa e das condições climáticas, a taxa de predação em relação à densidade de presas pode originar curvas que podem representar um aumento linear (tipo I), uma desaceleração (tipo II) ou uma relação sigmóide (tipo III) (OLIVEIRA et al., 2006). Em áreas com limitada variação da densidade de presas, é esperado resultado da presa independente da densidade, representado por um incremento linear (tipo I); resposta negativamente dependente da densidade representada por um decréscimo da curva (tipo II); e positivamente dependente da densidade, correspondente a um incremento temporário da taxa de predação (tipo III) (OLIVEIRA et al., 2001). Um agente de controle biológico eficiente

deve apresentar resposta dependente da densidade, pois com tal comportamento será capaz de regular a população da presa (OATEN & MURDOCH, 1975).

A resposta funcional é empregada para avaliar o potencial do inimigo natural em diversas situações, e é fundamentada em dois parâmetros básicos: o tempo de manipulação da presa ( $T_h$ ), que envolve o encontro, morte e ingestão; e a taxa de ataque ( $a$ ), que representa a eficiência de procura da presa (OLIVEIRA et al., 2001; GUEDES et al., 2008).

A investigação do comportamento de forrageamento de predadores Asopinae é essencial para que se possa entender a interação entre esses inimigos naturais e a presa (O'NEIL et al., 1996). As diferentes fases de desenvolvimento da presa podem provocar variações na capacidade de predação.

O objetivo da pesquisa foi avaliar o comportamento de predação de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em função de diferentes densidades de larvas e pupas *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), em laboratório.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade da FCAV/Unesp, Jaboticabal, São Paulo. As condições foram controladas, com  $25\pm 1^\circ\text{C}$  de temperatura,  $70\pm 10\%$  de umidade relativa e fotofase de 12h. As criações de *P. xylostella* e *P. nigrispinus* foram descritas nos itens 2.1. e 2.2. do Capítulo 2.

Para elaboração dos experimentos foram utilizadas fêmeas de *P. nigrispinus* acasaladas e com idade entre 5 a 10 dias (OLIVEIRA et al., 2001), mantidas 24 horas sem alimentação antes do início dos testes. Como presas foram utilizadas larvas de quarto estágio e pupas com até 24 horas de idade de *P. xylostella*. Tanto as presas,

quanto os predadores foram obtidos nas criações estoque do LBCI; a criação de *P. nigrispinus* estava na 81<sup>a</sup> geração em laboratório e a de *P. xylostella* na 58<sup>a</sup>.

Para realização dos experimentos foram utilizadas as densidades de 1, 5, 10, 15, 20 e 25 de *P. xylostella* (larvas e pupas) por recipiente plástico transparente (1000 mL); em cada recipiente foi liberada uma fêmea do predador. As avaliações do comportamento de predação foram realizadas a cada 15 minutos até que completasse 12 horas para estimar o tempo de manipulação da presa, e após 24 horas do início do experimento foi contabilizado o número de presas consumidas por repetição em cada densidade. Para cada densidade de presas (larvas ou pupas) foram efetuadas 15 repetições. Na ausência do predador não foi constatada mortalidade das presas e, não foi necessária a realização da correção de mortalidade. As fêmeas de *P. nigrispinus* foram pesadas antes e após os experimentos para verificar o efeito das diferentes densidades de presas no ganho de peso dos predadores.

Durante as primeiras 12 horas de observações ininterruptas foi contabilizado o tempo de busca (do início do experimento até o início do consumo da primeira presa), o tempo de manuseio (do início da alimentação da presa até o término) e o intervalo entre as predações (do término da alimentação de uma presa até o início de outra).

O tipo de resposta funcional apresentada pelas fêmeas do predador com ambas as presas foi determinado por meio da equação cúbica da proporção de lagartas predadas pela densidade de lagartas ( $N_a/N_t$  versus  $N_t$ ), onde  $N_a$  representa o número de lagartas predadas;  $N_t$ , o número total de lagartas expostas a predação (TREXLER et al., 1988). Empregou-se a equação de resposta funcional proposta por ROGERS (1972), conhecida como equação aleatória, pois as lagartas predadas não foram substituídas durante o experimento.

Calculou-se o tempo de manipulação ( $T_h$ ) e a taxa de ataque ( $a$ ), utilizados para a construção da equação de resposta funcional, os parâmetros foram determinados pela linearização gráfica dos valores do número de presas consumidas (eixo x) e logaritmo natural ( $\ln$ ) da proporção de presas remanescentes (eixo y) (ROGERS, 1972), este último valor foi obtido pela razão entre presas vivas e densidade de presas ofertadas. Da equação obtida foi utilizada a inclinação da reta dividida por 24 h, para se

obter o resultado em hora; obtendo-se assim a taxa de ataque “a” (presas/h). A divisão desse valor pelo coeficiente angular da reta forneceu o tempo de manipulação “Th”, medido também em hora.

Os dados de predação e peso das fêmeas foram submetidos à análise de variância e confrontados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos dados de predação foi plotado o gráfico da resposta funcional, ajustando-se uma curva logarítmica que representa o tipo de resposta. A regressão logística foi usada para determinar o tipo de resposta funcional e para comparar o desempenho de predação nas diferentes densidades de presas, e a regressão não-linear para estimar e comparar a taxa de ataque e o tempo de manipulação entre os diferentes tratamentos (densidades).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações durante os experimentos mostraram que, independente das densidades de presas oferecidas a *P. nigrispinus*, este normalmente consome totalmente uma presa para depois iniciar o consumo de outra. Esses predadores não possuem comportamento de inserir e retirar o estilete em várias presas para tentar matá-las e em seguida se alimentar das presas imobilizadas, evitando assim uma possível fuga. O que realmente ocorre é que eles alimentam-se de uma presa de cada vez restando somente o tegumento.

Para o tratamento em que foram oferecidas larvas de *P. xylostella* como presas, os maiores consumos por fêmea de *P. nigrispinus* foram observados nas densidades de 15, 20 e 25 lagartas. Para o tratamento com pupas da traça-das-crucíferas, os maiores consumos foram nas densidades de 10, 15, 20 e 25 pupas (Tabela 1). Esses dados indicam que, para o inseto atingir a saciedade é necessário consumir maior número de larvas do que de pupas. Essa informação é comprovada quando é observado o número total de presas consumidas por densidade, sendo 13, 70, 132, 164, 167 e 150 para

larvas e 9, 46, 49, 78, 77 e 83 para pupas nas densidades de 1, 5, 10, 15, 20 e 25 presas, respectivamente.

**Tabela 1.** Consumo médio de larvas e pupas de *Plutella xylostella* por fêmea de *Podisus nigrispinus*, em função das diferentes densidades de presa.

Densidade de presas	Consumo		
	n	Larvas	Pupas
1	15	0,9±0,04 d <sup>1</sup>	0,6±0,05 b
5	15	4,7±0,06 c	3,1±0,10 ab
10	15	8,8±0,08 b	3,3±0,09 a
15	15	10,9±0,10 ab	5,2±0,12 a
20	15	11,9±0,11 a	5,1±0,11 a
25	15	10,0±0,12 ab	5,5±0,12 a
DMS (5%)		2,24	2,53
CV (%)		26,73	22,47

<sup>1</sup>Média ± erro padrão, seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05)

n: número de fêmeas de *Podisus nigrispinus*

A variação de peso das fêmeas de *P. nigrispinus*, antes e após as avaliações, também evidenciou resultado semelhante ao obtido para a taxa de predação. No tratamento com larvas de *P. xylostella*, as maiores variações de peso ocorreram nas densidades de 20 e 25, enquanto para pupas nas densidades de 5, 10, 15, 20 e 25 presas. Essas variações foram maiores para o tratamento onde foram oferecidas larvas, principalmente nas densidades de 20 e 25, mostrando que quando os predadores consomem larvas o ganho de peso nessas densidades é maior (Tabela 2). A diferença de peso na densidade de uma presa, tanto para lagartas como para pupas, foi negativa (Tabela 2). Esse resultado implica que, uma presa por dia é insuficiente para suprir as necessidades energéticas do predador, sendo necessária a utilização de reservas do



inseto para que ocorra normalmente o metabolismo. Outros estudos com esse predador também mostraram resultados semelhantes, sendo a diferença de peso significativamente menor na menor densidade (1, 2, 4, 8, e 16 presas) utilizando-se a presa *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (OLIVEIRA et al., 2001). Esse fato também ocorreu com outros hemípteros predadores como *Cosmoclopius nigroannulatus* (Stal, 1860) (Hemiptera: Reduviidae) que tiveram maior ganho de peso nas maiores densidades de ninfas de *Spartocera dentiventris* (Berg, 1884) (Hemiptera: Coreidae), quando foram estudadas as densidades de presas de 5,5; 14,7; 31,1; 37,4 e 48,5 (ROCHA et al., 2002).

**Tabela 2.** Variação de peso (mg) pré e pós-predação de fêmeas de *Podisus nigrispinus*, em função das diferentes densidades de *Plutella xylostella* (larvas e pupas).

Densidade de presas	Variação de peso (mg)		
	n	Larvas	Pupas
1	15	-3,5±0,11 c <sup>1</sup>	-1,6±0,12 b
5	15	6,6±0,15 b	3,0±0,20 ab
10	15	9,4±0,18 b	6,2±0,17 ab
15	15	11,6±0,17 b	7,5±0,18 ab
20	15	20,1±0,17 a	7,8±0,26 ab
25	15	21,1±0,18 a	10,3±0,20 a
DMS (5%)		6,49	3,83
CV (%)		26,05	26,88

<sup>1</sup>Média ± erro padrão, seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05)

n: número de fêmeas de *Podisus nigrispinus*

Analisando-se o tempo de busca de fêmeas de *P. nigrispinus*, calculado pelo período que vai desde o início das avaliações até o início da primeira alimentação, verifica-se que foram obtidos períodos menores quando os predadores foram

alimentados com larvas, sendo as médias de 1,27 horas para larvas e 4,47 horas para pupas (Tabela 3). O tempo de busca indica que os predadores conseguem detectar a presença das presas em menor tempo na fase larval. Tempos menores de busca, ou taxa de ataque, podem indicar preferência do predador a essa presa (CHESSON, 1983). Esse fato pode estar relacionado com a movimentação das lagartas, ou com o excremento da presa que desempenha importante papel de atratividade para os predadores, que conseguem detectar as lagartas mais facilmente. Por outro lado, mesmo que o tempo de busca de *P. nigrispinus* seja maior quando a presa oferecida está na fase de pupa, o intervalo entre as predações é menor, ou seja, quando esse predador se alimenta dessa fase de desenvolvimento da praga descarta a pupa já consumida e de imediato inicia o consumo de outra. Esse fato é evidenciado pelas médias desses intervalos que foram de 0,90 h para larvas e 0,28 h para pupas. Para o tempo de manuseio não ocorreu diferença significativa, haja vista que o predador gasta tempo semelhante para se alimentar de larvas e pupas de *P. xylostella*. Outro estudo de resposta funcional com o predador *P. nigrispinus* onde foram utilizadas diferentes densidades de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) com defesa e sem defesa, relevou informações semelhantes, e mostrou que o predador apresentou maior taxa de ataque (2,51 h) para as presas sem defesa, indicando maior demora para encontrar as presas que apresentam pouca ou nenhuma mobilidade (ZANUNCIO et al., 2008).

**Tabela 3.** Duração média do tempo de busca, manuseio e intervalo entre o consumo de larvas e pupas de *Plutella xylostella* por fêmeas de *Podisus nigrispinus*.

Fase de desenvolvimento das presas	Busca (h)	Manuseio (h)	Intervalo entre consumo (h)
Larvas	1,27±0,16 <sup>1</sup>	1,59±0,06	0,90±0,14
Pupas	4,47±0,26	1,79±0,12	0,28±0,07
F	9,25*	0,96 <sup>ns</sup>	7,03*

<sup>1</sup>Médias±erro padrão; <sup>ns</sup>: não significativo; \*\*, \*: significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; n=número de indivíduos avaliados.

A taxa de ataque ( $a$ ) e o tempo de manipulação ( $T_h$ ) estimados foram:  $1,3873 \pm 1,7145 \text{ h}^{-1}$  e  $0,0911 \pm 0,0081 \text{ h}$  para larvas e  $0,2595 \pm 0,2489 \text{ h}^{-1}$  e  $0,1834 \pm 0,0304 \text{ h}$  para pupas de *P. xylostella*. Multiplicando-se  $0,0911 \text{ h}$  por 24 dias são obtidas  $2,1853 \pm 0,1959$  larvas predadas por hora e, multiplicando  $0,1834 \text{ h}$  por 24 dias são obtidas  $4,4016 \pm 0,7287$  pupas predadas por hora. Assim, o predador durante um dia tem a capacidade de consumir, em média,  $10,98 (T/T_h)$  larvas e  $5,45 (T/T_h)$  pupas de *P. xylostella*, o que está de acordo com os dados da Tabela 1, em que nas densidades maiores, as médias de lagartas e pupas consumidas foram 10,0 e 5,5, respectivamente.

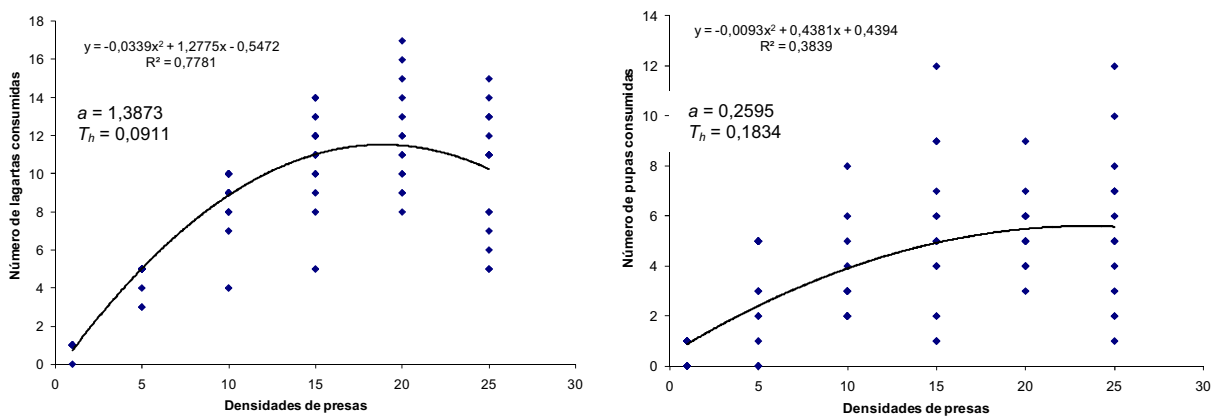
A taxa de predação de fêmeas de *P. nigrispinus* em função das diferentes densidades de presas aumentou à medida que também aumentou o número de presas fornecidas. Porém, nas densidades de 15 a 25 para larvas e 10 a 25 para pupas, a taxa de predação foi semelhante, o que evidencia que esses predadores apresentaram saciação quando consumiram em média 10 larvas e 5 pupas da traça, ou seja, mesmo que as densidades oferecidas sejam maiores, os predadores continuaram se alimentando desse número médio de presas (Tabela 1).

A análise de regressão logística mostra que o tipo de resposta funcional pode ser diferente dependendo de características bióticas e abióticas (HOKYO & KAWAUCHI, 1975). Mudanças no tipo da resposta funcional podem resultar em alterações no comportamento de forrageamento desses insetos. O tipo de resposta funcional pode ser determinado baseando-se no coeficiente linear: negativo para tipo II e positivo para tipo III (JULIANO, 2001).

O efeito da densidade da presa sobre a taxa de predação de *P. nigrispinus* foi semelhante com larvas e pupas de *P. xylostella* (Tabela 1), sendo que em altas densidades o predador teve maior facilidade de encontrar sua presa (HOLLING, 1959). A partir da densidade de 15 houve tendência a estabilização da taxa de predação nas duas condições estudadas (Figura 1). Essa estabilização é consequência da limitação do predador em não conseguir aumentar sua taxa de predação, devido à redução do tempo para procura e manipulação, bem como da sua saciação. Assim, tanto com lagartas como com pupas, caracterizou-se o modelo de resposta funcional tipo II (Figura 1) para a taxa de predação de *P. xylostella* por *P. nigrispinus*. Biológica e

matematicamente o resultado para ambos os tipos de presa é tipo II (crescimento do consumo até estabilização), e o sinal do quociente linear da equação é negativo (larva  $y = 3,2932 - 0,1498x$  e pupa  $y = 0,2907 - 0,0641x$ ).

Pesquisa semelhante com esse predador mostrou que o tipo de resposta funcional variou de acordo com mudanças de temperatura, sendo tipo II para 18 e 23°C, e tipo III para 27°C (MOHAGHEGH et al., 2001). Outro fator que também pode alterar a resposta funcional é a defesa da presa, sendo que para *P. nigrispinus* predando lagartas de *S. frugiperda* que manifestaram comportamento de defesa foi do tipo II e lagartas sem esse comportamento tipo I (aumento linear dos indivíduos predados) (ZANUNCIO et al., 2008). HASSEL (1978) afirmou que a resposta funcional tipo II é a mais comum entre os predadores invertebrados, pois ocorre aumento do número de presas atacadas, e posteriormente tende a estabilização. Além disso, na maioria dos casos, os insetos pertencentes à subfamília Asopinae apresentam resposta funcional do tipo II, como verificado por OLIVEIRA et al. (2001), MAHDIAN et al. (2007), DE CLERCQ et al. (2000) e O'NEIL (1989), que utilizaram como presas larvas de *A. argillacea*, *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Epilachna varivestis* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae).



**Figura 1.** Taxa de predação de fêmeas de *Podisus nigrispinus* em função da densidade de lagartas e pupas de *Plutella xylostella*.

O conhecimento do comportamento de *P. nigrispinus* com diferentes tipos e número de presas é importante e pode ser usado, isoladamente ou em conjunto com outras informações, para que se possa estabelecer técnica de liberação em culturas de brássicas objetivando o controle da traça-das-crucíferas.

#### 4. CONCLUSÃO

*P. nigrispinus* apresenta incremento na taxa de predação até a densidade de 15 presas, com posterior estabilização, para as duas fases de desenvolvimento de *P. xylostella*, o que evidencia resposta funcional tipo II.

#### 5. REFERÊNCIAS

CHESSON, J. The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging models. **Ecology**, Amsterdam, v. 64, n. 5, p. 1297-1304, 1983.

DE CLERCQ, P.; MOHAGHEGH, J.; TIRRY, L. Effects of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, San Diego, v. 18, p. 65-70, 2000.

GUEDES, I. V.; DE BORTOLI, S. A.; THULER, R. T.; OLIVEIRA, J. E. M.; VACARI, A. M. Aspectos biológicos de fêmeas adultas de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthracoridae) alimentadas com diferentes densidades de *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae). **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 34-40, 2008.

HASSEL, M. P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 237 p., 1978.

HOKYO, N.; KAWAUCHI, S. The effect of prey size and prey density on the functional response, survival, growth and development of a predatory pentatomid bug, *Podisus maculiventris* Say. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 16, p. 207-218, 1975.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 91, n. 7, p. 384-398, 1959.

JESCHKE, J. M.; KOPP, M.; TOLLRIAN, R. Predator functional responses: discriminating between handling and digesting prey. **Ecological Monographs**, Washington, v. 72, n. 1, p. 95-112, 2002.

JULIANO, S. A. Non-linear curve fitting: predation and functional response curves. In: SCHEINER, S. M.; GUREVITCH, J. (Eds.). **Design and analysis of ecological experiments**. 2<sup>a</sup> ed. New York: Chapman & Hall, p. 178-196, 2001.

MAHDIAN, K.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Functional response of *Picromerus bidens*: effects of host plant. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 131, n. 3, p. 160-164, 2007.

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.

OATEN, A.; MURDOCH, W. W. Switching, functional response, and stability in predator-prey systems. **The American Naturalist**, Chicago, v. 109, n. 967, p. 299-318, 1975.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A.; GUEDES, I. V. Resposta funcional de *Orius insidiosus* (Say, 1832) a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover, 1877. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 63-72, 2006.

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 *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 647-654, 2001.

O'NEIL, R. J. Comparison of laboratory and field measurements of the functional response of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Kansas City, v. 62, n. 2, p. 148-155, 1989.

O'NEIL, R. J.; NAGARAJAN, K.; WIEDENMANN, R. N.; LEGASPI, J. C. A simulation model of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) and Mexican Bean Beetle, *Epilachna varivestis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), populations dynamics in Soybean, *Glycine max* (L.). **Biological Control**, San Diego, v. 6, p. 330-339, 1996.

ROCHA, L.; REDAELLI, L. R.; STEINER, M. G. Extração de alimento por *Cosmoclopius nigroannulatus* Stal (Hemiptera: Reduviidae) de ninfas de *Spartocera dentiventris* (Berg) (Hemiptera: Coreidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 601-607, 2002.

ROGERS, D. Random search and insect population models. **Journal of Animal Ecology**, New York, v. 41, p. 369-383, 1972.

TREXLER, J. C.; MCCULLOCH, C. E.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined?. **Oecologia**, Berlin, v. 76, p. 206-214, 1988.

ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. A. D.; LIMA, E. R.; PEREIRA, F. F.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 51, n. 1, p. 121-125, 2008.



## CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS – IMPLICAÇÕES

Das famílias de espécies hortícolas, Brassicacea é uma das maiores, na qual se encontra o repolho, couve-comum, mostarda, brócolis, couve-de-bruxelas, couve-chinesa, couve-rábano, nabo, agrião d'água, rabanete, rábano e rúcula. A olericultura comercial deve ser encarada como agronegócio e é imprescindível não se perder de vista o objetivo principal do olericultor empresário: a obtenção da maior rentabilidade possível, bem como a preservação do ambiente, evitando efeitos danosos à sanidade de seus produtos, tendo em mente sempre o consumidor (FILGUEIRA, 2008).

Atualmente no Brasil existem aproximadamente quarenta biofábricas que comercializam agentes entomófagos, dentre eles, *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae), para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) na cultura da cana-de-açúcar, *Trichogramma* spp. para controle de ovos de lepidópteros em milho, tomate e cana-de-açúcar e, ácaros predadores da família Phytoseiidae para controle de ácaros fitófagos em culturas como morango. As biofábricas que já existem no Brasil podem aumentar o leque de agentes comercializados e o potencial da utilização do controle biológico, não somente nas culturas citadas, mas também em diversas outras. As empresas podem aproveitar as estruturas já existentes e potencializar o lucro, já que as brassicáceas são cultivadas em pequenas áreas, o que facilita a utilização do controle biológico com predadores.

Uma espécie a ser trabalhada é *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), particularmente para controle de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em brassicáceas, uma vez que o presente trabalho mostrou que larvas e pupas são eficientes presas para o predador, tendo o inseto taxa de predação eficiente mesmo em baixas densidades populacionais da traça.

Associado a essas características, *P. nigrispinus* pode ser facilmente produzido em laboratório, com custo de produção acessível ao mercado, particularmente quando

se utiliza larvas de *Musca domestica* (L., 1758) (Diptera: Muscidae) como presa alternativa.

Assim, novos estudos devem ser realizados visando estabelecer uma metodologia de liberação para *P. nigrispinus* em brassicáceas, haja vista que, apesar dessas espécies hortícolas serem plantadas em pequenas áreas, elas são cultivadas em todo o país e praticamente o ano todo, o que favorece a demanda para esse inimigo natural.

## REFERÊNCIAS

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa. MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.