

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

**EFEITO DE PRODUTOS A BASE DE *Bacillus thuringiensis*
BERLINER EM ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Podisus*
nigrispinus (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)**

Gustavo Oliveira de Magalhães

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Polanczyk

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2012

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Gustavo Oliveira de Magalhães – Nascido em Ribeirão Preto-SP, em 11 de setembro de 1981. Agrônomo pela UniPinhal de Espírito Santo do Pinhal, título obtido em novembro de 2009. No período da graduação realizou estágios nos Laboratórios de Taxonomia do Instituto Agronômico de Campinas, de Entomologia da UniPinhal e de Biologia e Criação de Insetos da FCAV/Unesp-Jaboticabal. Em novembro de 2009 foi selecionado para o Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), iniciando o programa em março de 2010. Durante o período do mestrado participou de eventos científicos com a apresentação de resumos simples e resumos expandidos. Ainda, durante o referido período publicou/enviou para publicação artigos em periódicos especializados.

“O primeiro dever da inteligência é desconfiar dela mesma”.

(Albert Einstein)

Aos meus queridos avôs Carlos Leite de Oliveira (*in memoriam*), Mary Andrade Leite de Oliveira (*in memoriam*) e Cicero Wey Magalhães (*in memoriam*). Grande parte do que sou hoje devo a vocês. Saudades...

Ofereço.

A todos que contribuíram para a realização de minha formação acadêmica.

Aos meus queridos pais, Paulo Melillo de Magalhães e Maria Silvia Oliveira de Magalhães, pelo apoio, amor, carinho, confiança, conselhos, por sempre me ajudarem em todos os momentos de minha vida e por nunca deixarem faltar nada.

Aos meus irmãos André Oliveira de Magalhães, Rodrigo Oliveira de Magalhães, pela nossa união carinho e amizade.

A minha avó Pérola Melillo de Magalhães e a toda minha família, em especial, Carlos Amadeu Leite de Oliveira e Maurício Leite de Oliveira pelo grande apoio e por acreditar.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar a oportunidade de viver com muita saúde e colocar sempre na minha vida as “pessoas certas nas horas certas”;

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

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

Ao meu querido orientador e amigo, Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli. Por todo carinho, preocupação, oportunidades, amizade, inúmeros conselhos, paciência e a sua esposa Mariângela De Bortoli. Obrigado por tudo!;

Ao Prof. Dr. Ricardo Antonio Polanczyk, pela co-orientação nos trabalhos desenvolvidos, pelos ensinamentos e pela amizade;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/Unesp, Antônio Carlos Busoli, Nilza Maria Martinelli, Nelson Wanderley Perioto, Arlindo Leal Boiça Júnior, Francisco Jorge Cividanes, Julio Cesar Galli, Odair Aparecido Fernandes, Marcelo da Costa Ferreira, Jaime Maia dos Santos, Sergio Antonio De Bortoli, Ricardo Antonio Polanczyk e Sérgio de Freitas (*in memoriam*);

À minha grande amiga pós-doutoranda Alessandra Marieli Vacari pela sua sincera amizade, por sempre ter me apoiado e me ajudado em todos os momentos, pela sua enorme paciência e pela convivência diária. E também ao seu marido Vagner. MUITO OBRIGADO!;

À todos os funcionários e professores do UniPinhal, em especial aos do Departamento de Fitossanidade, aos fitopatologistas, Eng^o Agr^o Dr. Marco Antonio Galli e Eng^o Agr^o M.Sc. André Luíz Paradela, aos mestres da entomologia, Eng^a Agr^a M. Sc. Maria Helena Calafiori e Eng^o Agr^o M. Sc. Reymar Coutinho de Andrade, pela dedicação e esforço nas aulas.

À minha amiga e companheira Thaís Vaz Farias, que sempre me ajudou.

Ao amigo Eng. Agrônomo, doutorando e integrante do LBCI, Haroldo Xavier Linhares Volpe pela sua sincera amizade, atenção e pelas inúmeras conversas sobre a vida;

A toda família LBCI (equipe do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos); aos doutorandos Ana Carolina Pires Veiga, Rogério Teixeira e Aline Farhat Pomari; aos mestrandos Jaqueline Maeda, Valéria Lucas de Laurentis, João Rafael De Conte Carvalho de Alencar, Marina Aparecida Viana, Wanderlei Dibelli e Caroline De Bortoli; ao estagiário Sérgio Leandro De Bortoli pela inestimável ajuda em todos os momentos;

Ao meu amigo e mestre na área de Entomologia e que contribuiu e muito na minha carreira, Dr. Édson Posidônio Teixeira, juntamente com os amigos de laboratório do Instituto Agronômico de Campinas;

A todos os funcionários da UNESP/FCAV, em especial aos do Departamento de Fitossanidade.

A todos os amigos, colegas de república e parentes, obrigado pela amizade;

Enfim, a todos os parentes, amigos da UniPinhal e da Unesp, que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para minha formação profissional, meu muito obrigado.

Sumário

RESUMO.....	ix
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
3.2.1. Aspectos Biológicos.....	5
3.2.2. Aspectos morfológicos.....	6
3.3. <i>Podisus nigrispinus</i>	7
3.3.1. Aspectos Biológicos.....	8
3.3.2. Aspectos morfológicos.....	9
3.3.3. Controle biológico	11
3.4. A bactéria entomopatogênica <i>Bacillus thuringiensis</i>	12
3.4.1. Produto comercial Agree® e isolado HD1	14
4. REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO 2 - AÇÃO DE <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner NOS ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PREDADOR <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae).....	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29

2.1. Criação de <i>Podisus nigrispinus</i>	30
2.2. Criação de <i>Plutella xylostella</i>	31
2.3. Condução dos experimentos.....	33
2.3.1. <i>Podisus nigrispinus</i> alimentado com larvas de quarto estágio de <i>Plutella xylostella</i> contaminadas com <i>Bacillus thuringiensis</i>	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4. CONCLUSÕES.....	44
5. REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DE <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner, NA ATIVIDADE FITOFÁGICA DE <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) EM FOLHAS DE COUVE.....	53
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	54
2.1. Condução dos experimentos.....	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4. CONCLUSÕES.....	62
5. REFERÊNCIAS.....	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS – IMPLICAÇÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

EFEITO DE PRODUTOS A BASE DE *Bacillus thuringiensis* BERLINER EM ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do produto comercial a base de *Bacillus thuringiensis* Agree[®] e do isolado HD1 em aspectos biológicos do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram folhas de couve imersas em suspensão de *B. thuringiensis*; quantificar a frequência alimentar do predador em folhas de couve (fitofagia); e construir a tabela de vida de fertilidade. Os predadores tiveram contato com *B. thuringiensis* durante todo o seu ciclo de vida pela ingestão da presa contaminada ou ingestão direta da suspensão do isolado HD1 ou do produto comercial Agree[®] na couve. O experimento foi composto por seis tratamentos: T1: suspensão de HD1 + lagartas de *P. xylostella* infectada com o isolado HD-1; T2: suspensão de Agree[®] + lagartas de *P. xylostella* infectada com o produto comercial Agree[®]; T3: água destilada + lagartas de *P. xylostella*; T4: suspensão de HD1; T5: suspensão de Agree[®]; T6: água destilada. A calda do bioinseticida Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*) foi utilizada na concentração recomendada pelo fabricante (0,5g /333mL) e o isolado HD1 (*B. thuringiensis* var. *kurstaki*) foi empregado na concentração de 3×10^8 esporos/mL. O desenvolvimento das ninfas foi acompanhado até a fase adulta obtendo-se a duração e a viabilidade dos diferentes ínstaes, período de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, número de posturas por fêmea, número de ovos por postura e fecundidade. Os ovos obtidos foram coletados para determinação do período de incubação e viabilidade. Todos os tratamentos receberam uma folha de couve manteiga variedade Geórgia, que foram substituídas a cada dois dias e submetidas ao teste de coloração por imersão em solução de fucsina ácida a 1%, por 12 horas, para posterior contagem de bainhas alimentares ao estereomicroscópio. Os resultados permitiram concluir que *P. nigrispinus* pode ser utilizado em conjunto com *B. thuringiensis* para o controle de *P. xylostella* em cultivos de couve; a presença de presa mais folha de couve e a ausência de *B. thuringiensis* favoreceu a atividade fitofágica do

predador no período ninfal; em relação aos adultos, o maior consumo de presas diminui a atividade fitofágica.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, biologia de inseto, controle biológico, controle microbiano.

EFFECT OF PRODUCTS BASED ON *Bacillus thuringiensis* BERLINER IN THE BIOLOGICAL ASPECTS OF *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)

ABSTRACT - The aim of the work was to evaluate the influence of *Bacillus thuringiensis* based product Agree[®] and the isolate HD1 in the biological characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed on *Plutella xylostella* caterpillars that ingested collard greens leaves sprayed with the product and quantify the frequency of predator feeding on the leaves (phytophagy), made by counting the puncturas with the aid of dye-based 1% acid fuchsin. The predators were kept in contact to *B. thuringiensis* during the whole life cycle by the ingestion of contaminated prey or direct ingestion of the suspension of the HD1 strain or Agree[®]. The essay was composed of 6 treatments: T1: HD1 suspension + *P. xylostella* caterpillars; T2: Agree[®] suspension + *P. xylostella* caterpillars; T3: Distilled water + *P. xylostella* caterpillars; T4: HD1 suspension; T5: Agree[®] suspension; T6: water. The solution of bioinsecticide Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*) was used following the recommended concentration of the manufacturer (0,5g /333mL) and the HD1 strain (*B. thuringiensis* var. *kurstaki*) was used in the concentration of 3×10^8 spores/mL. The development of nymphs was observed until the adult phase to obtain the duration and viability of the different instars, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition periods, number of egg mass per female, number of eggs per egg mass and fecundity. The obtained eggs were collected to determine the incubation period and viability. All treatments were given a sheet kale Georgia, which was replaced every two days and tested with coloration by immersion in Fuchsin acid (1%) for 12 h and then count the food sheaths in a stereomicroscope. The results allowed concluding that *P. nigrispinus* and *B. thuringiensis* can be used together to control *P. xylostella* in collard crops; the presence of preys, collard leaves and the absence of *B. thuringiensis* fitofágica favored the phytophagy activity. In relation to adults, the largest prey consumption decreases the activity fitofágica.

KEY WORDS: Asopinae, biology of insects, biological control, microbial control.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tornou-se em 2008, o maior consumidor de agrotóxicos em todo mundo, posição antes ocupada pelos Estados Unidos, movimentando um mercado de mais de US\$ 7 bilhões (ANVISA, 2009).

Ações de controle de resíduos que possam eliminar ou mitigar os riscos à saúde dos brasileiros quanto à presença destes resíduos na água e nos alimentos foram adotadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que iniciou em 2001 o Projeto de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), o qual se transformou em um Programa da ANVISA, no ano de 2003 (ANVISA, 2010).

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), em seu relatório de 2009, denunciou que 29% das amostras analisadas foram consideradas insatisfatórias, apresentando irregularidades como: níveis residuais acima do permitido, resíduo de produtos sem registro ou não autorizados (ANVISA, 2010).

Atualmente os movimentos ecológicos tomaram força por todo mundo e os consumidores estão exigindo cada vez mais alimentos de qualidade; a agricultura orgânica está em franca expansão. Dentro deste contexto, o controle biológico se encaixa perfeitamente na agricultura sustentável, produtiva e equilibrada, pois se apoia na redução das populações de pragas, mantendo-as abaixo do nível de dano econômico, através do controle natural das mesmas por meio de seus inimigos naturais.

Este controle pode ser feito de três formas: a primeira por conservação, onde boas práticas agrícolas permitem a existência dos inimigos naturais em níveis eficientes; a segunda por incremento, que envolve a criação massal destes inimigos em laboratório e a posterior liberação no campo, e a terceira, por meio do controle clássico, que envolve a importação de agentes de controle da região de origem das pragas, ou seja, de um país para outro, ou de uma região para outra (PARRA et al., 2002).

Para se obter sucesso na utilização do controle biológico, necessita-se de estudos relacionados e específicos dos inimigos naturais, tais como: custos de

produção e técnicas de reprodução artificial; impacto ambiental de liberação em campo; biologia e comportamento do agente; respostas numéricas e funcionais; capacidade de controle; etc.

Neste sentido, tem-se uma quantidade inesgotável de estudos específicos a serem desenvolvidos, revisados e elaborados, criando-se ou adaptando-se técnicas e táticas de manejo ecológico.

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 sua facilidade de obtenção e utilização. Entretanto, o uso abusivo de inseticidas pode ocasionar a 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 de controle alternativos, menos tóxicos e adequados às condições socioeconômicas dos agricultores brasileiros (OLIVEIRA et al., 2003).

O uso de produtos seletivos, por permitir a associação com métodos biológicos, possibilita a manutenção de organismos benéficos em agroecossistemas, acarretando menor necessidade de tratamentos fitossanitários no campo, o que pode ajudar os produtores a obter maior economia, produtos de melhor qualidade e menor impacto ambiental.

O uso de bioinseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 (Bacillaceae) em combinação com outros métodos de controle pode ser boa estratégia para contornar o problema da resistência de pragas a esses bioinseticidas (VIANA, 2007), como o emprego de inimigos naturais associados com o controle microbiano.

Dentre os insetos entomófagos, várias espécies de Asopinae nativos do continente americano figuram como predadores importantes de pragas, sobretudo devido a sua agressividade. A espécie *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é a mais estudada desse gênero no Brasil e relatada predando insetos desfolhadores em várias culturas, inclusive brassicáceas (PICANÇO et al., 1997; LINS JÚNIOR et al., 2007).

No Brasil existem vários estudos com a utilização de *B. thuringiensis* para o controle da traça-das-crucíferas (DIAS et al., 2002; MEDEIROS et al., 2005). Porém, estudos sobre a ação desta bactéria sobre a biologia de inimigos naturais são escassos, o que torna importante o entendimento da dinâmica populacional das espécies em teias alimentares, que irá influenciar o sucesso do controle de pragas por inimigos naturais.

Nesta linha de pesquisa, o presente trabalho colabora com estudos sobre bactéria entomopatogênica *B. thuringiensis* e do predador *P. nigrispinus* no controle de *P. xylostella* em couve Manteiga variedade Geórgia, não só pelos aspectos ecológicos e econômicos, mas também pela qualidade de vida dos consumidores dos produtos agrícolas.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do produto comercial a base de *B. thuringiensis* Agree[®] e do isolado HD1 nos aspectos biológicos do predador *P. nigrispinus*. Além disso, avaliar a influência na atividade fitofágica e elaborar a tabela de vida de fertilidade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Brassicáceas

Brassicaceae (Cruciferae) é uma das famílias de hortaliças de uso mais antigo, representada por 350 gêneros e 3.200 espécies; são cultivadas em todas as regiões do mundo (WARWICK et al., 2003), sendo originárias da costa do mediterrâneo, espalhando-se pela Europa no início do século XVII; no Brasil sua introdução ocorreu com a vinda dos primeiros imigrantes italianos (CEASA, 2011), sendo representado por sete gêneros e aproximadamente 50 espécies, além de diversas subespontâneas (SOUZA & LORENZI, 2005).

Apresenta várias espécies economicamente importantes como hortaliças, forragens, óleo, bem como plantas ornamentais e medicinais (SANTOS, 2006). Dentre elas destacam-se: couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.), repolho (*B. oleracea* L. var. *capitata* L.), couve-flor (*B. oleracea* L. var. *botrytis* L.), brócolis (*B. oleracea* L. var. *italica* Plenck) e couve-chinesa (*B. pekinensis* L.). Além destas, existem na família várias outras espécies hortícolas e/ou oleaginosas tais como: rúcula (*Eruca sativa* Mill.), pak-choi (*B. campestris* L. var. *chinensis* Makino), couve-rabano (*B. oleracea* var. *gongylodes*), nabo-comprido (*B. rapa* L. var. *rapa* (L.) Hartm.), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e mostarda-de-folha (*B. juncea* L.) (FILGUEIRA, 2008).

As inúmeras espécies de hortaliças da família Brassicaceae têm sido objeto de pesquisa, dada a sua grande importância na alimentação humana, seja pela quantidade consumida, pelo alto valor nutricional ou por sua elevada produtividade (SANTOS, 2006).

No Brasil, a produção de brassicáceas encontra-se em pleno crescimento, estimulado pela mudança de hábito alimentar da população que passou a consumir hortaliças com maior frequência e a exigir produtos de melhor qualidade (MARTINELLI et al., 2003). Os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina são os principais produtores do país (MAY et al., 2007).

3.2. *Plutella xylostella*

A traça-das-crucíferas é considerada praga-chave no cultivo de brassicáceas no Brasil (MARANHÃO et al., 1998; GALLO et al., 2002) e de grande importância no resto do mundo, devido aos sérios danos causados às plantas, ocasionando grandes perdas nos campos de produção (CASTELO BRANCO & FRANÇA, 2001). Originária do continente europeu *P. xylostella* é considerada praga cosmopolita (MONNERAT et al., 2000). O custo de controle no mundo, durante a década de 1990, foi de aproximadamente 1 bilhão de dólares por ano, principalmente com inseticidas

(TALEKAR, 1992; TALEKAR & SHELTON, 1993; GODIN & BOIVIN, 1998; SILVA et al., 2003).

No Brasil essa praga danifica principalmente a cultura do repolho (CASTELO BRANCO et al., 1996; FRANÇA & MEDEIROS, 1998) e as primeiras ocorrências foram notadas também em cultivo de repolho (BONDAR, 1928). Em ataques severos podem inviabilizar as áreas de cultivo (MORATÓ, 2000).

O método de controle mais utilizado em áreas de cultivo de brassicáceas ainda é o químico, sendo que aparentemente é o que traz os melhores resultados, de forma rápida, prática e eficiente na redução dos prejuízos ocasionados pela praga (CASTELO BRANCO et al., 2003; DIAS et al., 2004).

O uso de inseticidas traz riscos de intoxicação aos produtores, animais domésticos e selvagens, podem deixar resíduos nos alimentos que são consumidos em sua maioria *in natura* ou com pouco preparo, além da contaminação do ambiente e, principalmente, dos inimigos naturais (CHEN et al., 1996; MONNERAT et al., 2004).

Diante dos problemas ocasionados pelo controle químico, uma alternativa eficaz e racional para evitar os danos causados por *P. xylostella* é o controle biológico com organismos entomopatogênicos. Dentre eles, a bactéria *B. thuringiensis* é utilizada e estudada para a maioria das pragas agrícolas e principalmente para a traça (MONNERAT et al., 1999; CASTELO BRANCO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2005).

3.2.1. Aspectos biológicos

Os maiores danos causados pelo inseto ocorrem na fase larval; após a eclosão, a pequena lagarta (1º ínstar), penetra nas folhas, sendo nesta fase o controle dificultado, uma vez que protegida alimenta-se do parênquima foliar. Após esse período, as lagartas (2º e 3º ínstars) passam a consumir toda a superfície foliar, caules e brotos vegetativos de repolho, couve e ainda das inflorescências, no caso de couve-flor e couve-brócolis (MEDEIROS, 2004). No primeiro ínstar larval a praga é minadora, no segundo e terceiro se alimentam de parte da epiderme foliar e no quarto de toda a folha.

3.2.2. Aspectos morfológicos

Os ovos de *P. xylostella* são ovais e medem menos de 1 mm de diâmetro. As fêmeas podem colocar em média 160 ovos num período de 15 a 35 dias. As posturas são dispostas preferencialmente na face abaxial da folha, próximas à nervura central (MEDEIROS et al., 2003).

Após três a quatro dias eclodem as lagartas que penetram nas folhas passando a se alimentar da epiderme inferior. Medem cerca de 2 mm (MEDEIROS et al., 2003) e constroem galerias nesta fase. Em um período de 3 a 4 dias, as lagartas abandonam as galerias passando a alimentar de todo o tecido foliar, podendo consumir inicialmente a superfície inferior causando áreas transparentes características do dano da praga. Podem também alimentar-se de pontos de crescimento das folhas impedindo sua formação (TAGRIARI, 2007).

Atingem o máximo desenvolvimento com 8 a 10 mm de comprimento, após 9 a 10 dias da eclosão das larvas (CASTELO BRANCO & VILLAS BOAS, 1997; GALLO et al., 2002). As lagartas apresentam coloração verde brilhante quando atingem o máximo desenvolvimento, nesta fase apresentam quatro ínstaes, e ao final deste período inicia-se a confecção de um delicado casulo de seda branca, através do qual é possível observar a pupa (MEDEIROS et al., 2003).

As pupas são encontradas na parte inferior das folhas, na base das cabeças de repolho e no interior das inflorescências de brócolis e couve-flor. A pupa é do tipo obtecta. Sua cápsula cefálica é arredondada e o corpo mais largo na região torácica. Nos primeiros dias, são verde-claras e, próximo à emergência dos adultos são marrons; medem cerca de 10 mm de comprimento e apresentam-se livremente dentro do casulo (CASTELO BRANCO & FRANÇA, 2001).

Os adultos tem hábito noturno e, durante o dia, se escondem nas folhagens. Os machos quando em repouso 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 os machos apresentam uma “fenda” e, as fêmeas duas manchas circulares de coloração escura (VACARI, 2009) (Figura 1).

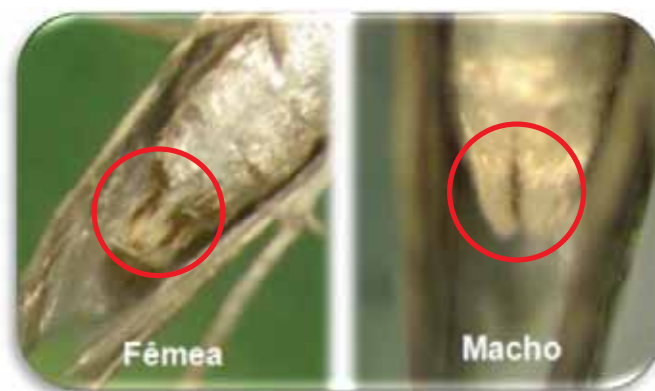


Figura 1. Dimorfismo sexual de adultos de *Plutella xylostella*.

Fêmeas - duas manchas circulares; Machos - uma “fenda” (GOULART, 2010).

3.3. *Podisus nigrispinus*

Pentatomidae é uma das quatro maiores famílias de Heteroptera, com aproximadamente 760 gêneros e mais de 4.100 espécies amplamente distribuídas por todas as maiores regiões biogeográficas, principalmente na região Neotropical.

Pentatominae é a maior das subfamílias, com aproximadamente 2.800 espécies reunidas em 526 gêneros, apresentando como características básicas os ângulos umerais frequentemente desenvolvidos e o escutelo nunca atingindo o ápice do abdome (FORTES & GRAZIA, 2005).

Podisus pertence à subfamília Asopinae (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae), diferencia-se daqueles pertencentes às demais famílias de pentatomídeos por seu hábito alimentar predador.

Os predadores são considerados, entre os inimigos naturais, a primeira linha de defesa das plantas contra fitófagos (WHITCOMB, 1981) e apresentam hábito generalista.

Até o momento, 58 espécies de Asopinae foram relatadas na América do Sul, e deste total, 14 gêneros, compreendendo 44 espécies foram encontrados no Brasil. O percevejo predador mais comum no Brasil é *P. nigrispinus*. Esta espécie é facilmente coletada em áreas de eucalipto infestadas com lagartas e outras pragas; alimenta-se de larvas e pupas, e ocorre naturalmente em diferentes condições ambientais (TORRES et al., 2006).

3.3.1. Aspectos biológicos

Os aspectos biológicos de *P. nigrispinus* variam significativamente em função de diversos fatores bióticos e abióticos, sendo o tempo de desenvolvimento e os parâmetros reprodutivos fortemente afetados pela temperatura, acesso ao material vegetal para alimentação e espaço de criação, particularmente em criações de laboratório (TORRES & ZANUNCIO, 2006). Esse predador apresenta comportamento de fitofagia, sendo dependente da alimentação de presas para o desenvolvimento, que também é influenciado pela alimentação em plantas (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2004). O consumo de alimento pode variar em função do tamanho da presa, do ínstar do predador (SANTOS et al., 1995), da temperatura e da densidade da presa (OLIVEIRA et al., 2001).

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 a temperatura de 25-27°C, umidade relativa de 70-85% e fotofase de 12 horas, sendo a faixa entre 26 e 28°C ideal para o desenvolvimento do inseto (ZANUNCIO et al., 1991a; DIDONET et al., 1995; MEDEIROS et al., 2003).

Autores citaram para a fase de ovo, 1^o, 2^o, 3^o, 4^o e 5^o estádios ninfais períodos médios de 4,0; 4,0; 4,9; 4,7; 4,8 e 5,8 dias, respectivamente, o que representa, portanto, um período ninfal de 24,2 dias, sendo que o predador leva em média 32,2 dias para completar todo o ciclo de vida (MOREIRA et al., 1998; MEDEIROS et al., 1999).

As fêmeas comumente são copuladas mais de uma vez, e podem colocar em média aproximadamente 200 ovos; a maior capacidade de oviposição ocorre com 8 a

18 dias de idade, com média de aproximadamente 9 ovos/dia (MEDEIROS et al., 1999; TORRES & ZANUNCIO, 2001).

A longevidade das fêmeas adultas varia consideravelmente, dependendo da qualidade e disponibilidade de presas e das condições ambientais.

Normalmente, os predadores estão presentes em baixas populações nos agroecossistemas, sendo dependentes da abundância e da qualidade da presa (OLIVEIRA et al., 2002a). Embora sejam mais comuns em condições de abundância de alimento, a escassez de presas é uma situação que pode ocorrer, sendo normalmente proveniente de baixas populações na fase de colonização, decorrente da aplicação de inseticidas ou da ação de outros agentes de controle biológico, natural ou aplicado. Em situação de baixa população de presas, *P. nigrispinus* se alimenta da planta para suprir suas necessidades biológicas, buscando nutrientes sem causar danos econômicos; no entanto, somente a disponibilidade de plantas como alimento com ausência total de presas não é suficiente para a maturação sexual das fêmeas e a produção de ovos (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2004).

O intervalo na alimentação de *P. nigrispinus* afeta negativamente a produção de ovos e a longevidade (SANTOS et al., 1995), mesmo com suplemento contínuo de plantas de feijão (MOLINA-RUGAMA et al., 1997) ou de algodão (OLIVEIRA et al., 2002b).

3.3.2. Aspectos morfológicos

Ovos, ninfas e adultos de *P. nigrispinus* foram descritos por GRAZIA et al. (1985) e VACARI (2009).

Logo após a oviposição na parte abaxial das folhas, os ovos desse predador possuem coloração dourada ficando posteriormente escuros e tornando-se vermelhos momentos antes da eclosão das ninfas. Os ovos possuem projeções e espinhos castanho-escuros em toda a superfície do córion, sendo circundados por longos processos micropilares na periferia do pseudopérculo, 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 para as fêmeas e de 35 a 100 mg para os machos, respectivamente (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 2).

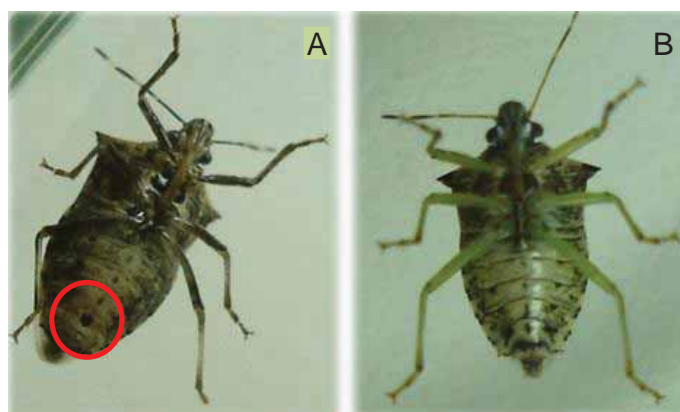


Figura 2. Orifício de oviposição da fêmea (A) e o macho (B) de *Podisus nigrispinus* (GOULART, 2010).

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

3.3.3. Controle biológico

No campo *P. nigrispinus* tem sido mais utilizado para controle de lagartas desfolhadores 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 área-alvo (BATALHA et al., 1995). Os percevejos são liberados em períodos anteriores a infestação das pragas, para atingir populações que possibilitem o controle de surtos de lagartas desfolhadoras quando essas vierem a ocorrer.

Segundo ZANUNCIO et al. (1991b), empresas reflorestadoras brasileiras como a CAF Florestal Ltda, Champion Celulose, Mannesmann Florestal Ltda, Pains Florestal S.A. e Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (Refloralje) vem produzindo, estudando e utilizando percevejos predadores. *P. nigrispinus* tem sido liberado visando principalmente o controle de *Trypintea arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae), *Psorocampa denticulata* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Notodontidae), *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae), *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantriidae), além de outros lepidópteros desfolhadores de eucalipto (ZANUNCIO et al., 1991b; ZANUNCIO et al., 1994).

A produção em massa e liberação de *P. nigrispinus* é baseada no ciclo de rotação da floresta de eucalipto (cerca de 6-7 anos) e previsões de período de surtos fornecidos pelo PCMIP, permitindo a adoção de liberação inoculativa desse predador em áreas sujeitas ao ataque de pragas (TORRES et al., 2006).

A V&M Florestal, ao final de 1982, criou o 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, 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, 2002).

3.4. A bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis*

A espécie *B. thuringiensis* é o principal agente de controle biológico utilizado e os produtos à base de *B. thuringiensis* representam 90% dos biopesticidas comercializados no mundo (POLANCZYK & ALVES, 2003).

B. thuringiensis é uma bactéria entomopatogênica capaz de controlar insetos-praga de várias ordens como Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, dentre eles os vetores de doenças humanas como os mosquitos do gênero *Culex*, *Aedes* e *Simulium* (CAVADOS et al., 2001; DE MAAGD et al., 2003). Além disso, não é tóxico a humanos (POLANCZYK et al., 2003), uma característica muito importante, pois os agentes de controle podem ser aplicados em áreas urbanas, com pessoas próximas à pulverização.

Essa bactéria é encontrada naturalmente no solo, além de outros substratos como superfícies ou endofíticas de plantas, produtos armazenados e insetos (AZEVEDO et al., 2000).

Possui forma de bastonete, gram-positiva, flagelada, pertencente à família Bacillaceae; é aeróbica e facultativamente anaeróbica, podendo ser encontrada nos mais variados ecossistemas terrestres (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2000). Desenvolve-se em meios aeróbicos artificiais bastante simples e, na ausência de certos nutrientes ou acúmulo de metabólitos indesejáveis, entra em processo de esporulação durante a fase estacionária.

Durante a esporulação sintetizam uma inclusão protéica cristalina, composta por subunidades denominadas cristais, com atividade inseticida. Os cristais são constituídos por δ -endotoxinas, ou proteínas Cry, que ficam acumuladas na célula bacteriana (HERRNSTADT et al., 1986; GLARE & O' CALLAGHAM, 2000).

Um inseto suscetível deve ingerir esporos + cristais para que esses se tornem ativos. Os cristais são solubilizados em pH alcalino, originando as protoxinas que em presença de enzimas digestivas (proteínases) são convertidas em quatro ou mais polipeptídeos tóxicos (δ -endotoxinas). As toxinas hidrolizadas cruzam a membrana peritrófica e se ligam a receptores específicos localizados na membrana apical das células colunares do intestino médio, interferindo no gradiente iônico e no balanço osmótico da membrana apical, formando poros que aumentam a permeabilidade da

membrana. O aumento na absorção de água causa lise celular e eventual ruptura e desintegração das células do intestino médio. O inseto também pode morrer por inanição, uma vez que pouco tempo após a infecção cessa a alimentação (COPPING & MENN, 2000; BERNARDES, 2009).

Os produtos contendo toxinas específicas para lepidópteros são os mais encontrados no mercado, pois a maioria dos bioinseticidas à base de *B. thuringiensis* usados para controlar pragas agrícolas é formulada com a linhagem HD1, da subespécie *kurstaki*, que tem alta toxicidade e amplo espectro de ação. O produto Dipel[®], formulado com esta linhagem, tem grande destaque no mercado mundial, com eficiência para 170 lepidópteros-praga (GLARE & O'CALLAGHAM, 2000).

Na América Latina, Cuba e México lideram a utilização de bioinseticidas à base de *B. thuringiensis* para controle de pragas nas culturas de algodão, banana, batata, citros hortaliças, fumo, milho e pastagens. No Brasil, estes bioinseticidas são utilizados em grande escala para controle de pragas de importância agrícola. As principais limitações são: especificidade, a concorrência com produtos químicos, o domínio das multinacionais e a falta de investimentos dos setores públicos e privados no desenvolvimento e formulações desses produtos (POLANCZYK & ALVES, 2003).

3.4.1. Produto comercial Agree[®] e isolado HD1

O produto comercial Agree é uma formulação da linhagem híbrida GC91, a qual foi criada a partir da transferência conjugada de um plasmídeo da linhagem *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* HD191 dentro da linhagem *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* HD135; este produto contém as proteínas Cry1Ac, Cry1C e Cry1D (LIU et al., 2004).

Os produtos contendo toxinas específicas para lepidópteros são os mais encontrados no mercado, pois a maioria dos bioinseticidas à base de *B. thuringiensis* usados para controlar pragas agrícolas é formulada com a linhagem HD1, da subespécie *kurstaki*, que tem alta toxicidade e amplo espectro de ação se mostrando promissor, com grande potencial a se tornar um produto comercial.

4. REFERÊNCIAS

ANVISA. **Reavaliação de agrotóxicos: 10 anos de proteção a população**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>, 2009. Acesso em novembro/ 2011.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório de atividades de 2009**. Brasília: ANVISA, 22p, 2010.

AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI, J.R.; W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valdivia, v. 3, p. 40-65, 2000.

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.

BERNARDES, C. O. **Atividade de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) para o complexo *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

BONDAR, G. Aleyrodídeos do Brasil. **Boletim do Laboratório de Patologia**. Bahia, v. 5, n. 2, p. 1-37, 1928.

CARVALHO, R. S.; VILELA, E. F.; BORGES, M.; ZANUNCIO, J. C. Caracterização morfológica da glândula do feromônio sexual do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 143-147, 1994.

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H. Nível de dano de traça-das-crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p.154-157, 1996.

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BÔAS, G. L. Traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* – Artrópodes de importância econômica. **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças**, Brasília – DF, n. 4, p. 1-3, 1997.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). **Pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, p .85-89, 2001.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações da traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.

CAVADOS, C. F. G., FONSECA, R. N.; CHAVES, J. Q.; RABINOVITCH, L.; ARAÚJO-COUTINHO, C. J. P. C. Identification of entomopathogenic *Bacillus* Isolated from *Simulium* (Diptera, Simuliidae) larvae and adults. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, p.1017-1021, 2001.

CEASA (Centrais de Abastecimento de Campinas). **Couve-flor**. Disponível em: <http://www.ceasacampinas.com.br/novo/Serv_padro_Couve_Flor.asp>. 2010. Acesso em: nov. de 2011.

CHEN, C. C.; CHANG, S. J.; CHENG, L. L.; HOU, R. F. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 120, n. 3, p. 165-169, 1996.

COPPING, L. G.; MENN, J.J. Review biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. **Pest Management Science**, Sussex, v. 56, n. 5, p. 651-676, 2000.

DE MAAGD, R. A. de; BRAVO, A.; BERRY, C.; CRICKMORE, N.; SCHNEPF, H.E. Structure, diversity and evolution of protein toxins from spore-forming entomopathogenic bacteria. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 37, p. 409-433, 2003.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. G. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve flor no Distrito Federal. **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças**, Brasília, n. 74, p. 1-4, 2002.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. G. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 553-556, 2004.

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.

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

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

FORTES, N. D. F.; GRAZIA, J. Revisão e análise cladística de *Serdia* Stål (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 294-339, 2005.

FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M. A. Impacto da combinação de inseticidas sobre a produção de repolho e parasitóides associados com a traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 132-135, 1998.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, S. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920p, 2002

GLARE, T.R.; O'CALLAGHAM, M. *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. Chichester: **John Wiley and Sons**, 350 p, 2000.

GODIN, C; BOIVIN, G. Seasonal occurrence of lepidopterous pests of cruciferous crops in Southwestern Quebec in relation to degree-day accumulations. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 130, p. 173-185, 1998.

GOULART, R. M. Ação de *Bacillus thuringiensis* Berliner nas características biológicas de outros inimigos naturais. 2010. 108 f. (Tese de Doutorado em Entomologia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2010.

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.

HERRNSTADT, C.; SOARES, G. G.; WILCOX, E. R.; ESWARDS, D. L. A. New strain of *Bacillus thuringiensis* with activity against coleopteran insects. **Biotech**, San Diego, v. 47, p. 305-308, 1986.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 7.ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2000. 339 p.

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.

LIU, K.; ZHENG, B.; HONG, H.; JIANG, C.; PENG, R.; PENG, J.; YU, Z.; ZHENG, J.; YANG, H. Characterization of cultured insect cells selected by *Bacillus thuringiensis* crystal toxin. **In Vitro Cellular & Developmental Biology Animal**, New York, v.40, n. 10, p. 312–317, 2004.

MARANHÃO, E. A. A.; LIMA, M. P. L.; MARANHÃO, E. H. A.; LYRA FILHO, H. P. Flutuação populacional da traça-das-crucíferas, em couve, na zona da Mata de Pernambuco. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.16, n. 1, p. 50-50, 1998.

MARTINELLI, S.; MONTAGNA, M. A.; PICINATO, N. C.; SILVA, F. M. A.; FERNANDES, O. A. Eficácia do indoxacarbe para o controle de pragas em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 501-505, 2003.

MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. A cultura da couve-flor. **Boletim Técnico IAC**, 200, p.1-36, 2007.

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, Ribeirão Preto. **Anais do II Congresso Brasileiro de Algodão**. Campina Grande : Embrapa Algodão, 1999. v. 1. p. 285-287, 1999.

MEDEIROS, R. S.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larvae of *Alabama argillacea*. **BioControl**, Dordrecht, v. 48, n. 6, p. 695-704, 2003.

MEDEIROS, C. A. M. **Efeito inseticida de extratos vegetais aquosos sobre *Ascia monuste orseis* (Latreille) em couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.)**. Jaboticabal, 2004. 83f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 2004.

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.

MOLINA-RUGAMA, A. J.; ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B.; ZANUNCIO, T. V. Longevity and fecundity of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) reared on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and beans. **Revista de Biologia Tropical**, San Jose, v. 45, n. 3, p. 1125-1130, 1997.

MONNERAT, R. G.; MASSON, L.; BROUSSEAU, R.; PUSZTAICAREY, M.; BORDAT, D.; FRUTOS, R. Differential activity and activation of *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins in diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Current Microbiology**, New York, v. 39, n. 3, p.159-162, 1999.

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

MORATÓ, M. G. Plagas y enfermedad en el cultivo de coliflor. Descripción e control. **Vida Rural**, Madrid, v. 8, n. 107, p. 1-5, 2000.

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.; MOREIRA, A. F. C.; 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.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. M.; BARROS, R. Efeitos das plantas de algodoeiro e do tomateiro, como suplemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas)

(Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 101-108, 2002a.

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, 2002b.

OLIVEIRA, H. N.; PRATISSOLI, D.; COLOMBI, C. A.; ESPINDULA, M. C. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner em ovos de *Corcyra cephalonica* Stainton. **Magistra**, Salvador, v. 15, n. 1, p. 103-105, 2003.

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

PICANÇO, M. C.; 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.

POLANCZYK, R. A.; GARCIA, M. O.; ALVES, S. B. Potencial de *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle de *Aedes aegypti*. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 813-816, 2003.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. *Bacillus thuringiensis*: Uma breve revisão. **Agrociência**, Montecillo, v. 7, n. 2, p.1-10, 2003.

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

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.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.

SILVA, V. C. A.; BARROS, R.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B. Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 653-657, 2003.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 640p, 2005.

TAGRIARI, S. R. A. **Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.).** 2007. 65f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

TALEKAR, N. S. Management of diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop, **Asian Vegetable Research and Development Center**, Taiwan, 603 p. 1992.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 38, n. 1, p. 275-301, 1993.

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

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; MOURA, M. A. 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. 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** v. 1, p. 1-18, 2006.

VACARI, A. M. **Caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) predando *Plutella xylostella* (L., 1758)**. 2009. 102f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2009.

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**, Dordrecht, v. 48, n. 2, p. 155-168, 2003.

VIANA, C. L. T. P. **Seleção de isolados de *Bacillus thuringiensis* Berliner efetivos em lagartas de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2007. 103f.

Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 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.

WARWICK, S. I.; FRANCIS, A.; MULLIGAN, G. A. Brassicacea of Canada. Disponível em: http://www.cbif.gc.ca/spp_pages/brass/index.e.php. 2003. Acesso em 09/11/2010.

WHITCOMB, W. H. The use of predators in insect control. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **CRC handbook of pest management in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1981. p. 105- 123, 1981.

ZANUNCIO, J. C.; BRAGANÇA, M. A. L.; DIAZ, J. L. S. Avaliação dos parâmetros de fecundidade em fêmeas de *Podisus connexivus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 243-249, 1991a.

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, 1991b.

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.

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, J. C. Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios. In: **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 495-528, 2002.

CAPÍTULO 2 - AÇÃO DE *Bacillus thuringiensis* BERLINER NOS ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PREDADOR *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do produto comercial a base de *Bacillus thuringiensis* Agree® e do isolado HD1 nos aspectos biológicos do predador *Podisus nigrispinus* alimentados com lagartas de *Plutella xylostella* que ingeriram folhas de couve imersas em suspensão a base de *B. thuringiensis*. Os predadores tiveram contato com *B. thuringiensis* durante todo o seu ciclo de vida pela ingestão da presa contaminada ou ingestão direta da suspensão do isolado HD1 ou do produto comercial Agree®. O experimento foi composto por seis tratamentos: T1: suspensão de HD1 + lagartas de *P. xylostella* infectadas com o isolado HD-1; T2: suspensão de Agree® + lagartas de *P. xylostella* infectadas com o produto comercial Agree®; T3: água destilada + lagartas de *P. xylostella*; T4: suspensão de HD1; T5: suspensão de Agree®; T6: água destilada. A calda do bioinseticida Agree® (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*) foi utilizada na concentração recomendada pelo fabricante (0,5g /333mL) e o isolado HD1 (*B. thuringiensis* var. *kurstaki*) foi utilizado na concentração de 3×10^8 esporos/mL. O desenvolvimento das ninfas foi acompanhado até a fase adulta obtendo-se a duração e a viabilidade dos diferentes ínstares, período de pré-oviposição, período de oviposição, período de pós-oviposição, número de posturas por fêmea, número de ovos por postura e fecundidade (número total de ovos por fêmea). Os ovos obtidos foram coletados para determinação do período de incubação e viabilidade. Também foram obtidos dados para a construção de tabela de vida de fertilidade. Os resultados obtidos permitiram concluir que *P. nigrispinus* pode ser utilizado em conjunto com *B. thuringiensis* para o controle de *P. xylostella* em cultivos de couve.

PALAVRAS-CHAVE: Aspectos biológicos, tabela de vida, bioinseticidas, controle microbiano.

1. INTRODUÇÃO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), é uma praga amplamente distribuída no mundo e considerada a mais importante de crucíferas, gerando custo de controle durante a década de 1990 de aproximadamente 1 bilhão de dólares por ano, principalmente com inseticidas (TALEKAR, 1992; TALEKAR & SHELTON, 1993; GODIN & BOIVIN, 1998; SILVA et al., 2003) para seu controle; no Brasil essa praga ataca principalmente a cultura do repolho (CASTELO BRANCO et al., 1996, FRANÇA & MEDEIROS, 1998).

O uso indiscriminado de inseticidas, a ocorrência de múltiplas gerações de *P. xylostella* por ano e a disponibilidade de plantas hospedeiras durante todo o ano contribui para o desenvolvimento da resistência da traça-das-crucíferas à maioria dos inseticidas disponíveis no mercado, incluindo produtos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner (SUN, 1992; FURLONG & WRIGHT, 1994; SIVAPRAGASAM et al., 1996; TABASHNIK et al., 1997; FERRÉ & VAN RIE, 2002; HERNANDEZ-MARTINÉZ et al., 2010).

Apesar de a eficiência do *B. thuringiensis* ser comprovada para diversas pragas de diferentes ordens como Lepidoptera, Coleoptera e Diptera, a habilidade dos insetos em desenvolver resistência a produtos formulados com *B. thuringiensis* ou proteínas Cry foi relatada para várias espécies, a maioria Lepidoptera (FERRÉ & VAN RIE, 2002; FERRÉ et al., 2008), com destaque para *P. xylostella*, cuja resistência foi observada por ZHAO et al. (1993), TABASHNIK (1994), PEREZ & SHELTON (1997) e WRIGHT et al. (1997) em populações dos USA (Flórida, Hawaii e New York), América Central (Costa Rica, Guatemala, Honduras e Nicarágua) e Ásia (Japão, Malásia), respectivamente. No Brasil, CASTELO BRANCO et al. (2003) observaram resistência desta praga em populações provenientes de ambientes onde é comum o uso de *B. thuringiensis* como bioinseticida.

Uma boa estratégia de controle seria o uso do bioinseticida em conjunto com outra tática, como por exemplo, liberações inundativas de insetos entomófagos. Dentre esses insetos destacam-se os predadores do gênero *Podisus* (Hemiptera,

Pentatomidae, Asopinae), que se diferenciam dos demais pentatomídeos por seu hábito predador. Ninfas, exceto as de 1^o estágio, e adultos atacam principalmente insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (VACARI, 2006), podendo ser boa estratégia para contornar o problema da resistência, assim como o emprego de inimigos naturais associados com o controle microbiano. Além disso, *B. thuringiensis* não é tóxico a humanos (POLANCZYK et al., 2003), característica muito importante, pois cultivos de brassicáceas geralmente ficam próximos a áreas urbanas.

No Brasil, *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) ocorre naturalmente e é a espécie mais estudada devido a sua agressividade e voracidade (ZANUNCIO, 2002; VACARI et al., 2004; VACARI, 2006; VACARI et al., 2007; DE BORTOLI et al., 2011). Sua ocorrência foi registrada em culturas como soja (SAINI, 1985; CORRÊA-FERREIRA & MOSCARDI, 1995), algodão (GRAVENA & LARA, 1982; MEDEIROS et al., 2000), eucalipto (ZANUNCIO et al., 1993), tomate (VIVAN et al., 2002) e brassicáceas (SILVA-TORRES et al., 2010).

Toxinas de *B. thuringiensis* podem afetar insetos-não alvo quando adquiridas por predadores ou parasitoides no terceiro nível trófico por meio da presa/hospedeiro, alimentando-se diretamente na planta ou ingerindo de alguma forma a suspensão (GONZÁLEZ-ZAMORA et al., 2007). *P. nigrispinus* pode se contaminar com a toxina dessas três formas. A interação da toxina transgênica com os inimigos naturais ocorre, pois a toxina se move ao longo dos níveis tróficos (TORRES & RUBERSON, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do produto comercial a base de *B. thuringiensis* Agree[®] e do isolado HD1 nos aspectos biológicos do predador *P. nigrispinus* alimentados com lagartas de *P. xylostella* que ingeriram folhas de couve.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as criações de *P. nigrispinus* e *P. xylostella* foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias 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*

Para manutenção da criação, os ovos da criação 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^o 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^o estágio em cada pote, 40 de 3^o estágio, 30 de 4^o estágio, 20 de 5^o estágio e 20 adultos (10 casais/pote). Os adultos foram acasalados após 3 dias da emergência (Figura 1-D). Como alimento utilizou-se lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) do 3^o ao 5^o estágio, criadas em dieta artificial. A cada dois dias os recipientes passaram por assepsia, e adição de água e de alimento.

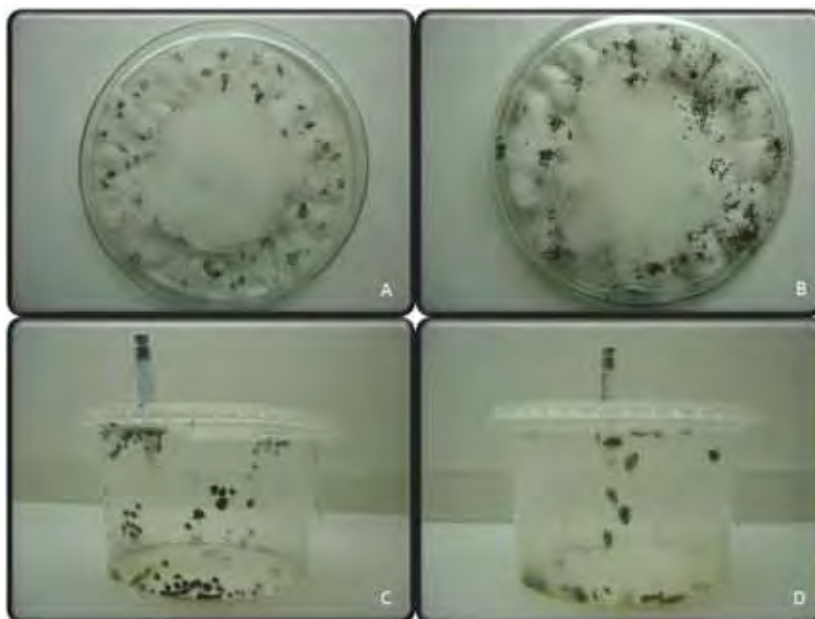


Figura 1. A) Manutenção dos ovos. B) Manutenção das ninfas de 1^o estágio. C) Manutenção das ninfas de 2^o ao 5^o estágio. D) Manutenção dos adultos (VACARI, 2009).

2.2. Criação de *Plutella xylostella*

Para manutenção da criação, pupas foram obtidas da criação 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. Na tampa 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 voile nessa abertura. Em cada gaiola foi feita uma abertura lateral, quadrada (10 x 10 cm), coberta com tecido tipo voile. 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 pinça e acondicionadas em tubos de ensaio vedados com filme plástico (PVC) com pequenos furos, para sua aeração (Figuras 2 e 3)

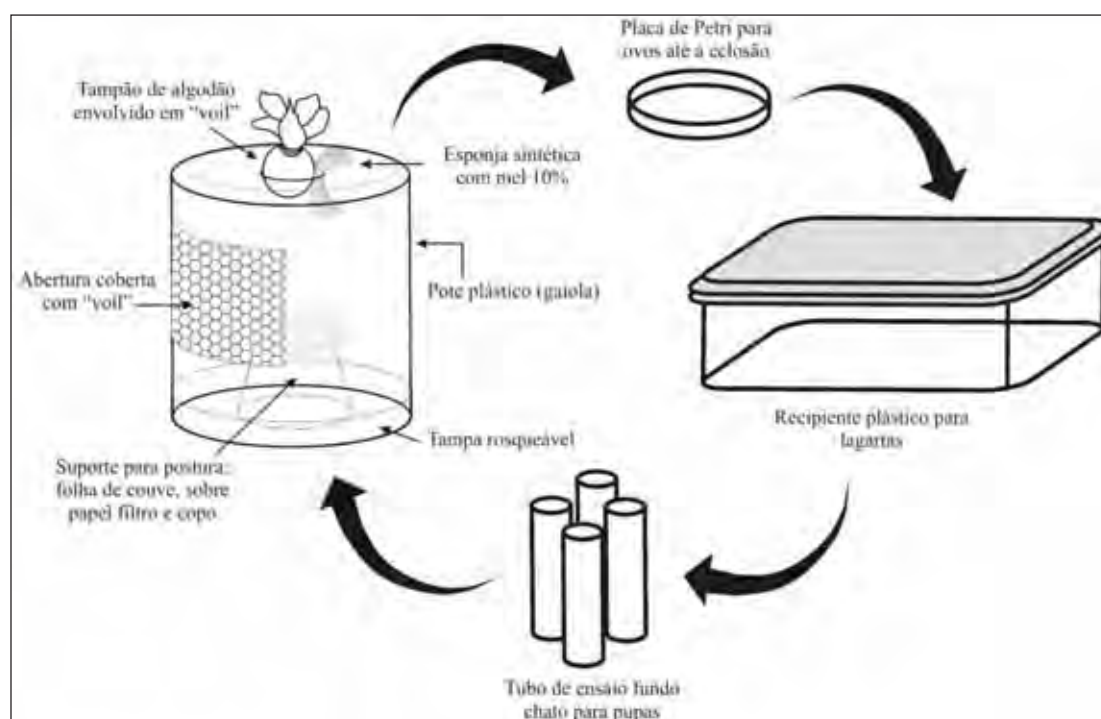


Figura 2. Esquema de criação da traça das crucíferas desenvolvido por THULER (2006), baseado na metodologia de BARROS (1998).

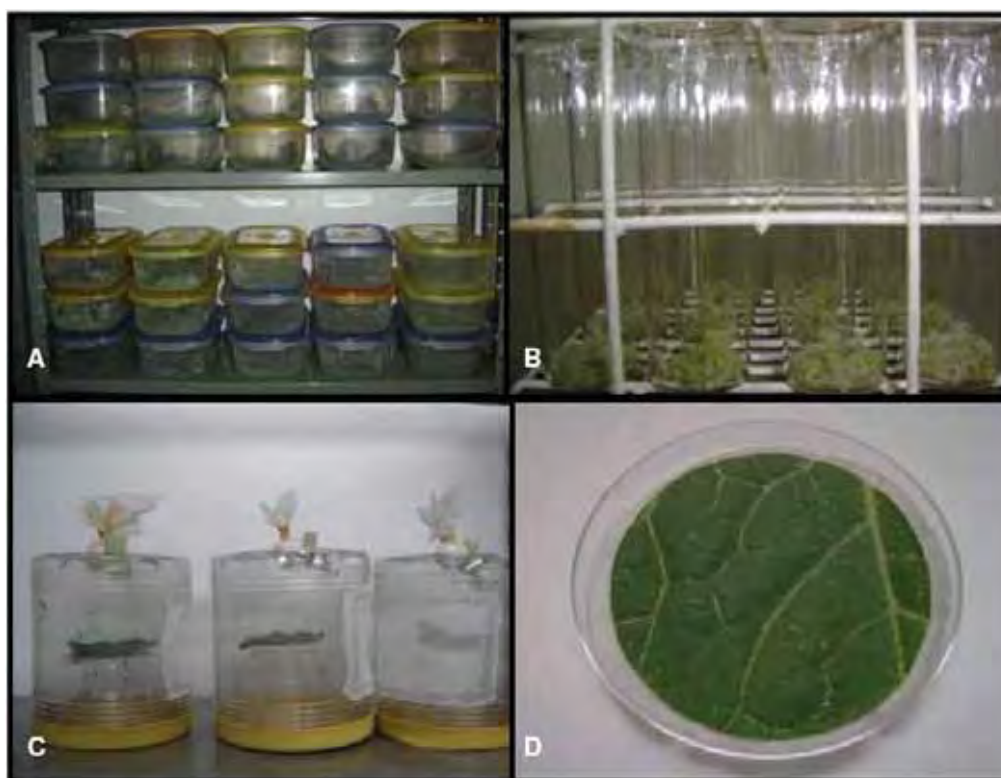


Figura 3. A) Manutenção das lagartas; B) Manutenção das pupas; C) Manutenção dos adultos; D) Manutenção dos ovos (THULER, 2006).

2.3. Condução dos experimentos

2.3.1. *Podisus nigrispinus* alimentado com larvas de quarto estágio de *Plutella xylostella* contaminadas com *Bacillus thuringiensis*

Sessenta ninfas de segundo ínstar de *P. nigrispinus* foram acondicionadas em seis recipientes plásticos transparentes de 1.000 mL (tratamento), sendo colocadas dez ninfas por recipiente. Cada um dos recipientes tinha em sua tampa orifícios para fixação de dois tubos anestésicos odontológicos, dos quais, um com a função de fornecer água destilada ou suspensão de *B. thuringiensis* por meio de um chumaço de algodão fixado na abertura do tubo, e outro para fixar uma folha de couve-manteiga (*Brassica oleracea*

acephala) variedade Geórgia tratada, cujo pecíolo foi fixado com auxílio de um chumaço de algodão no tubo anestésico que continha água destilada.

Os predadores tiveram contato com *B. thuringiensis* durante todo o seu ciclo de vida, seja pela ingestão da presa contaminada ou ingestão direta da suspensão do isolado HD1 ou do produto comercial Agree[®]. O experimento foi composto por seis tratamentos: T1: suspensão de HD1 + lagartas de *P. xylostella* infectadas com HD-1; T2: suspensão de Agree[®] + lagartas de *P. xylostella* infectadas com Agree[®]; T3: água destilada + lagartas de *P. xylostella*; T4: suspensão de HD1; T5: suspensão de Agree[®]; T6: água destilada.

A calda do bioinseticida Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*) foi utilizada na concentração de 0,5g /333mL recomendada pelo fabricante para couve, e o isolado HD1 (*B. thuringiensis* var. *kurstaki*) foi utilizado na concentração de 3×10^8 esporos/mL. As folhas foram imersas nas suspensões de *B. thuringiensis* ou em água destilada por 3 segundos e, após a evaporação do excesso de umidade, foram fixadas no tubo anestésico e oferecidas para alimentação de lagartas de *P. xylostella* de quarto ínstar (nos tratamentos com presa) ou oferecidas diretamente para o predador por meio do tubo anestésico odontológico. As lagartas foram expostas ainda vivas aos predadores, após 3 horas do início de sua alimentação e ingestão dos esporos e/ou cristais da bactéria.

Diariamente, fazia-se a reposição das lagartas consumidas pelos predadores e, a cada dois dias, as folhas de couve eram substituídas por outras novas, imersas em suspensão de Agree[®], HD1 ou água destilada.

O desenvolvimento das ninfas foi acompanhado até a fase adulta obtendo-se a duração e a viabilidade dos diferentes ínstares. Os adultos obtidos no dia foram separados por sexo e utilizados para a formação de 13 casais por tratamento, que foram confinados isoladamente em recipientes plásticos transparentes de 1.000 mL e expostos ao *B. thuringiensis* ou água destilada, *P. xylostella*, ou ausência de presa de acordo com os tratamentos. Dos adultos obtidos observou-se: período de pré-oviposição, período de oviposição, período de pós-oviposição, número de posturas por fêmea, número de ovos por postura e fecundidade (número total de ovos por fêmea).

Os ovos obtidos foram coletados e acondicionados em placas de Petri de 6 cm de diâmetro para determinação do período de incubação e viabilidade. Em cada placa foi colocado um chumaço de algodão umedecido fixado na tampa para evitar o ressecamento dos ovos.

Os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov e Bartlett, quanto à normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente, e realizadas as transformações necessárias para atender aos requisitos da análise de variância (ANOVA). Em seguida, os dados foram analisados pelo PROC ANOVA do SAS INSTITUTE (2002), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, quando significativas.

Com base nos dados gerados para as características biológicas de *P. nigrispinus* foram determinados os parâmetros para a construção de tabelas de vida (BIRCH, 1948; SILVEIRA NETO et al., 1976; SOUTHWOOD, 1978; PRICE, 1984). Para elaboração da tabela de vida de fertilidade foi necessário obter: x = ponto médio de cada idade das fêmeas parentais, idade esta 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 os mesmos autores, sendo R_0 = taxa líquida de reprodução, 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; λ = 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 , λ e TD) foram calculados pelas seguintes equações:

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

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

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

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

$$TD = \ln(2)/r_m$$

As análises das tabelas de vida de fertilidade e a comparação das médias foram realizadas usando o PROC GLM do SAS INSTITUTE (2002), segundo MAIA et al. (2000). A proporção de adultos sobreviventes foi comparada entre os tratamentos pelo método Kaplan-Meier, usando o PROC LIFETEST do SAS INSTITUTE (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ninfas provenientes dos tratamentos sem presa não completaram o período ninfal, impossibilitando a determinação dos aspectos biológicos. Nestes tratamentos a mortalidade foi de 100% das ninfas de 2º ínstar, pois a alimentação exclusiva de folhas de couve-manteiga variedade Geórgia não foi suficiente para o desenvolvimento do inseto. O que demonstrou que folhas de couve não supriram as exigências nutricionais de *P. nigrispinus*, e impediu os insetos de terminarem seu ciclo de desenvolvimento. XAVIER (2010) estudou o efeito da fitofagia em *P. nigrispinus* em folhas de couve e observou que suas ninfas morreram até o 3º ínstar. EVANGELISTA JUNIOR et al. (2004) verificaram que *Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch. (Malvaceae), *Bidens pilosa* L. (Compositae), *Ageratum conyzoides* L. (Compositae), *Desmodium tortuosum* (Sw.) (Leguminoseae), *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae), *Amaranthus hybridus* L. (Amaranthaceae) e *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) não foram nutricionalmente adequados para o desenvolvimento das ninfas do predador *P. nigrispinus*, em situação de escassez total de presas.

Nos tratamentos em que foram oferecidas como alimento lagartas infectadas com *B. thuringiensis*, observou-se o prolongamento de 4 dias do período ninfal de *P. nigrispinus* para o isolado HD1, sendo as médias 21,1; 18,6 e 17,1 para HD1, Agree® e testemunha, respectivamente. A duração do quarto estágio e a longevidade dos adultos foi semelhante (Figura 1).

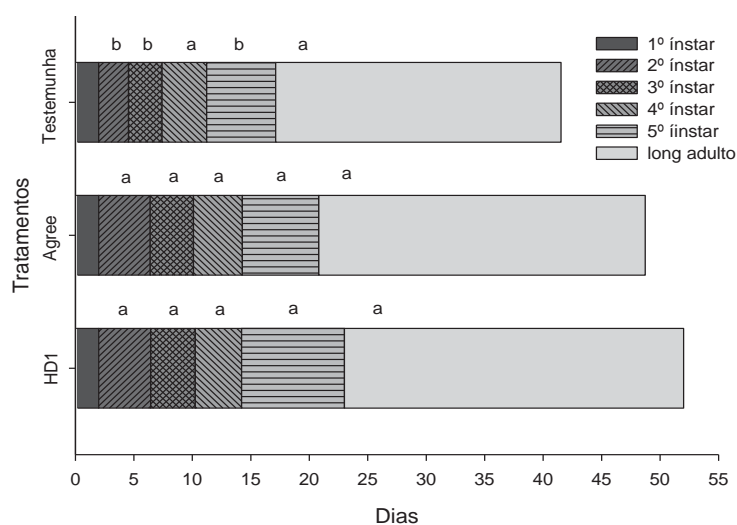


Figura 1. Período ninfal e longevidade dos adultos de *Podisus nigrispinus* alimentados com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas ou não com *Bacillus thuringiensis* (diferentes letras indicam diferença pelo teste de Tukey a $P < 0,05$).

O prolongamento do período ninfal de *P. nigrispinus* pode ser devido à deficiência nutricional e esse efeito adverso pode estar relacionado aos componentes da formulação do produto no qual a bactéria estava presente (HAVERTY, 1982), ou relacionado à grande atividade inseticida das proteínases tóxicas situadas em corpos paraesporais (cristais) (POLANCZYK et al., 2003), o que afeta o metabolismo do predador, uma vez que a presa consumida estava infectada com a bactéria podendo ter se tornado uma dieta deficiente em relação a uma lagarta sadia. Estudos realizados por NASCIMENTO et al. (1998) também indicaram efeitos adversos de *B. thuringiensis* na biologia de *P. nigrispinus*. No entanto, os efeitos prejudiciais de *B. thuringiensis* sobre os inimigos naturais são mínimos e/ou significativamente menores que os dos agrotóxicos (GLARE & O'CALLAGHAM, 2000). *P. nigrispinus* pode também não ser sensível a proteínas Cry, por lhe faltar receptores ou por processos bioquímicos insuficientes.

O consumo diário das ninfas de 2º ínstar de *P. nigrispinus* foi maior nos tratamentos em que foram oferecidas lagartas infectadas com *B. thuringiensis*, tanto com o produto comercial, como com o isolado; 0,3; 1,9 e 1,7 presas foram consumidas

para testemunha (folha imersa em água destilada e lagartas de *P. xylostella* como presas), Agree® e HD1, respectivamente. O 3º ínstar apresentou diferença significativa havendo maior consumo com Agree® (3,1), seguido de HD1 (2,3) e a testemunha (0,4). O consumo de presas no 4º ínstar do predador foi maior quando as ninfas tiveram contato com Agree® (4,9) (Tabela 1).

As ninfas de 5º ínstar não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com lagartas infectadas, obtendo-se um consumo diário de 9,6 e 10,1 lagartas para Agree® e HD1, respectivamente, enquanto que a testemunha apresentou consumo inferior a 1,0 lagarta/dia.

O consumo durante o período ninfal diferiu entre os tratamentos com lagartas infectadas e a testemunha, sendo maior para o produto Agree® e para o isolado HD1 (19,4 e 17,9) do que na testemunha (14,6).

A viabilidade na fase ninfal de *P. nigrispinus* não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 1. Consumo de presas e viabilidade da fase ninfal de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas ou não com *Bacillus thuringiensis*.

	Ínstar/fase ninfal	Tratamentos		
		Testemunha	Agree [®]	HD1
Consumo	2 ^o ínstar	0,3 ± 0,04 b	1,9 ± 0,16 a	1,7 ± 0,09 a
	3 ^o	0,4 ± 0,04 c	3,1 ± 0,28 a	2,3 ± 0,06 b
	4 ^o	0,8 ± 0,03 c	4,9 ± 0,37 a	3,8 ± 0,25 b
	5 ^o	1,0 ± 0,05 b	9,6 ± 0,27 a	10,1 ± 0,63 a
	Fase ninfal	14,6 ± 0,76 b	19,4 ± 0,72 a	17,9 ± 0,62 a
Viabilidade (%)	2 ^o ínstar	91,7 ± 5,43 a	83,3 ± 2,11 a	91,7 ± 3,07 a
	3 ^o	94,3 ± 3,69 a	95,8 ± 2,63 a	92,9 ± 3,41 a
	4 ^o	81,8 ± 5,86 a	94,2 ± 3,87 a	89,2 ± 5,33 a
	5 ^o	98,1 ± 1,85 a	95,8 ± 2,70 a	86,6 ± 4,92 a
	Fase ninfal	71,7 ± 6,01 a	73,3 ± 2,11 a	65,0 ± 4,28 a

¹médias ± erro padrão, letras diferentes na mesma linha indicam diferença pelo teste de Tukey a P < 0,05

Esses resultados mostram que o maior consumo de *P. nigrispinus* ocorreu no tratamento em que a presa, *P. xylostella*, estava infectada com a bactéria, provavelmente foi uma tentativa do predador em suprir as suas exigências alimentares, consumindo um maior número de presas, já que essas estavam debilitadas pela ação tóxica ocasionada pelo *B. thuringiensis*, não afetando, no entanto, a viabilidade das ninfas evidenciando seu potencial positivo no controle dessa praga (Tabela 1). Assim, a utilização conjunta do predador com o agente patogênico é viável, sendo o consórcio da

aplicação de *B. thuringiensis* com a liberação de predadores pentatomídeos é favoravelmente aceito em vários estudos (IZKEVSKII et al., 1988; HOUGH-GOLDSTEIN & KEIL, 1991).

Na avaliação do peso dos insetos pode-se observar que a média das ninfas de 5º ínstar do *P. nigrispinus* não diferiu entre os tratamentos, demonstrando que presas infectadas com *B. thuringiensis* não interferiram na conversão de alimento em ganho de peso, e sim na fisiologia do inseto, aumentando o período ninfal e o consumo de *P. xylostella*. Os pesos dos machos e das fêmeas diferiram apenas no tratamento em que foram oferecidas lagartas de *P. xylostella* infectadas com a bactéria *B. thuringiensis* do isolado HD1 mostrando menor ganho de peso, provavelmente devido à agressividade do patógeno na presa ou no predador (Tabela 2).

Tabela 2. Peso de ninfas de 5º ínstar, de machos e de fêmeas de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas ou não com *Bacillus thuringiensis*.

Peso (mg)	Tratamentos		
	Testemunha	Agree®	HD1
Ninfas 5º ínstar	71,7 ± 6,01 a	73,3 ± 2,11 a	65,0 ± 4,28 a
Machos	32,9 ± 0,79 a	32,9 ± 1,10 a	26,8 ± 1,08 b
Fêmeas	52,6 ± 2,23 a	45,1 ± 2,32 a	35,8 ± 2,16 b

¹médias ± erro padrão, * indica diferença pelo test t a P < 0,05

Estudos mostram que a toxina ingerida pelo herbívoro pode passar para o terceiro nível trófico (TORRES & ZANUNCIO, 2006), como em *Podisus maculiventris* (Say, 1832) (Hemiptera: Pentatomidae) que reteve 40% da toxina contida na planta quando alimentado com lagartas infectadas de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) (TORRES & RUBERSON, 2008). Isso acarreta depreciação na qualidade do alimento ingerido pelo predador, devido à toxina e/ou esgotamento dos nutrientes pela bactéria, o que pode levar a um maior consumo (Tabela 2).

As fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de *P. xylostella* infectadas com *B. thuringiensis* tiveram algumas de suas características reprodutivas alteradas. O número de ovos por fêmea por dia foi menor quando os predadores ingeriram o isolado HD1, porém, Agree[®] não interferiu no número de ovos por fêmea.

A fecundidade e a quantidade de posturas por fêmea não apresentaram diferenças significativas.

Observou-se maior fertilidade no tratamento em que as lagartas não estavam infectadas com *B. thuringiensis* (80,7%), enquanto que os tratamentos em que as lagartas estavam infectadas apresentaram 65,7% de fertilidade com produto comercial Agree[®] e 60,6% com o isolado HD1.

O período de incubação dos ovos nos três tratamentos foi de aproximadamente 5 dias (Tabela 3).

Tabela 3. Características reprodutivas de fêmeas de *Podisus nigrispinus* alimentadas com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas ou não com *Bacillus thuringiensis*.

Características	Tratamentos		
	Testemunha	Agree®	HD1
Ovos/fêmea/dia	15,5 ± 1,44 a	15,9 ± 3,85 a	9,0 ± 0,74 b
Fecundidade (ovos/fêmea)	199,5 ± 51,82 a	288,9 ± 98,21 a	171,4 ± 24,11 a
Posturas/fêmea	9,2 ± 2,62 a	17,5 ± 6,03 a	10,2 ± 1,24 a
Fertilidade (%)	80,7 ± 2,99 a	65,7 ± 7,79 ab	60,6 ± 4,95 b
Incubação dos ovos(dias)	5,1 ± 0,09 a	5,4 ± 0,11 a	5,4 ± 0,15 a

¹médias (±EP) seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente (teste de Tukey; P>0,05)

NASCIMENTO et al. (1998) observaram que o desenvolvimento e reprodução de *P. nigrispinus* foram afetados negativamente quando o predador foi continuamente alimentado com lagartas de *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae) tratadas com *B. thuringiensis*.

A fertilidade dos ovos diminuiu com a ingestão de *P. xylostella* infectada com *B. thuringiensis* provavelmente pela ação tóxica da proteína produzida pela bactéria que pode atingir o terceiro nível trófico (TORRES & RUBERSON, 2008). Porém, estudos em campo devem ser realizados para confirmação dos efeitos deletérios causados a *P. nigrispinus*.

O período de oviposição não diferiu entre os tratamentos, enquanto o período de pré-oviposição foi menor na testemunha em relação aos demais (Tabela 4).

Tabela 4. Períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de fêmeas de *Podisus nigrispinus* alimentadas com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas ou não com *Bacillus thuringiensis*.

Períodos (dias)	Tratamentos		
	Testemunha	Agree [®]	HD1
Pré-oviposição	4,3 ± 0,24 b	6,4 ± 0,30 a	5,7 ± 0,38 a
Oviposição	14,6 ± 4,04 a	28,4 ± 9,59 a	19,7 ± 2,84 a
Pós-oviposição	1,9 ± 0,64 a	1,9 ± 0,38 a	3,3 ± 1,14 a

¹médias (±EP) seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente (teste de Tukey; P>0,05)

Os parâmetros de crescimento populacional resultantes das tabelas de vida de fertilidade R_0 , r_m e λ não diferiram entre os tratamentos, o mesmo não ocorrendo para T e TD. Em T, houve aumento no tempo médio de geração no tratamento em que as lagartas oferecidas estavam infectadas com Agree[®], sendo o tempo para a população duplicar em número (TD) maior neste tratamento e um menor aumento no tratamento em que as lagartas oferecidas estavam infectadas com *B. thuringiensis* (HD1) e na testemunha, reafirmando o prolongamento do ciclo quando o predador entra em contato com *B. thuringiensis* (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros de tabela de vida de fertilidade de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas ou não com *Bacillus thuringiensis*.

Parâmetros	Tratamentos		
	Testemunha	Agree [®]	HD1
R ₀	74,4 ± 42,10 a	103,1 ± 79,62 a	57,2 ± 18,07 a
T	28,4 ± 6,87 b	43,5 ± 4,32 a	30,8 ± 4,32 b
r _m	0,152 ± 0,0218 a	0,108 ± 0,0117 a	0,132 ± 0,0064 a
λ	1,164 ± 0,0255 a	1,114 ± 0,0129 a	1,141 ± 0,0073 a
TD	4,5 ± 0,61 c	6,4 ± 0,71 a	5,2 ± 0,25 b

¹médias (±EP) seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente (teste de Tukey; P>0,05); R₀=∑(l_xm_x); número de ovos por fêmea por geração, quando l_x=proporção de fêmeas vivas acasaladas na idade x e, m_x=fecundidade da idade específica multiplicada pela razão sexual (0,52; 0,48 e 0,51 razão sexual para testemunha, Agree[®] e HD1); T=∑(x/l_xm_x)/∑(l_xm_x); r_m=Ln R₀/T; λ=e^{r_m}

4. CONCLUSÕES

O predador *P. nigrispinus* pode ser utilizado em conjunto com *B. thuringiensis*, com poucas alterações em seus aspectos biológicos, porém estas não diminuem a predação de *P. xylostella*.

Fêmeas de *P. nigrispinus* que consomem diariamente lagartas de *P. xylostella* infectadas com *B. thuringiensis* ao longo de seu desenvolvimento sofrem prolongamento no ciclo, tendo como consequência uma menor taxa de crescimento populacional.

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 parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879. 1998. 98f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 1998.

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

CASTELO BRANCO, M.; VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H. Nível de dano de traça-das-crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, p.154-157, 1996.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações da traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, p.549-552, 2003.

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.

DE BORTOLI, S. A.; OTUKA, A. K.; VACARI, A. M.; MARTINS, M. I. E. G.; VOLPE, H. X. L. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) when fed different types of prey. **Biological Control**, Orlando, v.58, p.127-132, 2011.

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

FERRÉ, J. M.; VAN RIE, J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.47, p.501–533, 2002.

FERRÉ, J. M.; VAN RIE, J.; MACINTOSH, S. C. Insecticidal genetically modified crops and insect resistance management (IRM). In: ROMEIS, J.; SHELTON, A. M.; KENNEDY, G. G. (Eds.). Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs. Dordrecht: **Springer Science and Business Media**, p.41–85, 2008.

FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M. A. Impacto da combinação de inseticidas sobre a produção de repolho e parasitóides associados com a traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, p.132-135, 1998.

FURLONG, B. E.; WRIGHT, D. J. Examination of stability of resistance and cross resistance patterns to acylurea insect regulators in field populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, from Malaysia. **Pest Management Science**, Sussex, v. 42, p. 315–326. 1994.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAM, M. *Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety. Chichester: **John Wiley and Sons**, 2000, 350p.

GONZÁLEZ-ZAMORA, J. E.; CAMÚÑEZ, S.; AVILLA, C. Effects of *Bacillus thuringiensis* Cry toxins on developmental and reproductive characteristics of the predator *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) under laboratory conditions. **Environmental Entomology**, Lanham, v.36, p.1246-1253, 2007.

GODIN, C.; BOIVIN, G. Seasonal occurrence of lepidopterous pests of cruciferous crops in Southwestern Quebec in relation to degree-day accumulations. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v.130, p.173-185, 1998.

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

HAVERTY, M. I. Sensitivity of selected nontarget insects to the carrier of Dipel 4L in the laboratory. **Environmental Entomology**, Lanham, v.11, p.337–338, 1982.

HERNÁNDEZ-MARTINEZ, P.; NAVARRO-CERRILLO, G.; CACCIA, S.; DE MAAGD, A. R.; MOAR, W. J.; FERRÉ, J.; ESCRICHE, B.; HERRERO, S. Constitutive activation of the midgut response to *Bacillus thuringiensis* in Bt-resistant *Spodoptera exigua*. **Plos One**, San Francisco, v.5, p.1-10, 2010.

HOUGH-GOLDSTEIN, J.; KEIL, C. B. Prospects for integrated control of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) using *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) and various pesticides. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.84, p.1645-1651, 1991.

IZHEVSKII, S. S.; ZISKID, L. A.; RYBAK, V. L. A complex of measures against the Colorado beetle. **Zashchita Rastenii**, Moscow, v.10, p.45- 46, 1998.

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

MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 3, p.511-518, 2000.

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, p.319-324, 2000.

NASCIMENTO, M. L.; CAPALBO, D. F.; MORAES, G. J.; DE NARDO, E. A.; MAIA, A. H. N.; OLIVEIRA, R. C. A. L. Effect of a formulation of *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* on *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae). **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v.72, p.178-180, 1998.

PEREZ, C. J.; SHELTON, A. M. Resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.90, p.87-93, 1997.

POLANCZYK, R. A.; GARCIA, M. O.; ALVES, S. B. Potencial de *Bacillus thuringiensis* Berliner no controle de *Aedes aegypti*. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.37, n.6, p.813-816, 2003.

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

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

SAS Institute . SAS/STAT User`s Guide, version 9.00 TS level 2MO. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC. 2002.

SILVA, V. C. A.; BARROS, R.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B. Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, p.653-657, 2003.

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORRES, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.39, n.5, p.835-838, 2010.

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

SIVAPRAGASAM, A.; LOKE, W. H.; HUSSAN, A. K.; LIM, G. S. The management of diamondback moth and other crucifer pests. **Proceedings of the Third International Workshop**, Kuala Lumpur, Malaysia, p. 353. 1996.

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

SUN, C. N. Insecticide resistance in diamondback moth, In: TALEKAR, N.S. (Ed.), Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests. Proceedings of the Second International Workshop. Taiwan: **Asian Vegetable Research and Development Center**, 1992. p.419-426.

TABASHNIK, B. E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.47-79, 1994.

TABASHNIK, B. E.; LIU, Y. B.; FINSON, N.; MASSON, L.; HECKEL, D. G. One gene in diamondback moth confers resistance to four *Bacillus thuringiensis* toxins. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.94, p.1640-1644, 1997.

TALEKAR, N. S. Management of diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop. Taiwan: **Asian Vegetable Research and Development Center**, 1992. 603p.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.38, p.273-301, 1993.

THULER, R. T. *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): táticas para o manejo integrado em brássicas. 2006. 83f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2006.

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, p.1-18, 2006.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. **Transgenic Research**, London, v.17, p.345-354, 2008.

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, 2004.

VACARI, A. M. ***Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae): efeito do alimento e da temperatura de armazenamento de ovos no desenvolvimento do inseto.** 2006. 63f. 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, p.259-265, 2007.

VACARI, A. M. Criação de *Podisus nigrispinus* e *Tenebrio molitor*. In: De Bortoli, S. A. (Org.). **Criação de insetos: da base a biofábrica**. 1ªed. Jaboticabal: Editora própria, v.1, p. 141-151, 2009.

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, p.581-587, 2002.

XAVIER, M. R. **Efeito da Fitofagia nas características biológicas de *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com larvas e pupas de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em folha de couve**. 2010. 50f. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2010.

WRIGHT, D. J.; IQBAL, M.; GRANERO, F.; FERRÉ, J. A change in a single midgut receptor in the diamondback moth (*Plutella xylostella*) is only part responsible for field resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*. **Applied and Environmental Microbiology**, Birmingham, v.63, p.1814-1819, 1997.

ZANUNCIO, J. C. Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds.). **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: **Manole**, p.495-528, 2002.

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, p.273-277, 1993.

ZHAO, J. Z.; ZHU, G. R.; ZHU, Z. L.; WANG, W. Z. Resistance of diamondback moth to *Bacillus thuringiensis* in China. **Resistance Pest Management**, Lansing, v.5, p.11-12, 1993.

CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DE *Bacillus thuringiensis* BERLINER, NA ATIVIDADE FITOFÁGICA DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM FOLHAS DE COUVE

RESUMO – *Podisus nigrispinus* é um predador de hábito alimentar generalista e considerado importante no controle biológico de pragas. Além de ser predador, também se alimenta de algumas plantas (fitofagia). O objetivo do trabalho foi avaliar a interação de *Bacillus thuringiensis* com *P. nigrispinus*, na atividade fitofágica, por meio da frequência alimentar do predador, que também se alimenta de plantas. Para avaliar a atividade alimentar fitofágica do predador *P. nigrispinus* em folhas de couve manteiga variedade Geórgia, utilizou-se fucsina ácida, um corante ácido com fórmula química $C_{20}H_{17}N_3Na_2O_9S_3$, comumente usado para colorir seções de tecido em histologia laboratorial. A técnica utilizada foi baseada naquela desenvolvida para a determinação de picadas de alimentação do percevejo *Oebalus pugnax* em grãos de arroz e do percevejo *Nezara viridula* em vagens de soja, com fucsina. As folhas de couve foram expostas ao predador *P. nigrispinus*, substituídas a cada dois dias e submetidas à imersão com fucsina ácida a 1%, por 12 horas. Em seguida, foram lavadas com água para contagem das bainhas alimentares com o auxílio de estereomicroscópio. Os resultados demonstraram que a presença de presa e a ausência de *B. thuringiensis* favoreceu a atividade fitofágica do predador no período ninfal. Em relação aos adultos, o maior consumo de presas diminuiu a atividade fitofágica.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, fitofagia, biologia de insetos, corante, fucsina ácida.

1. INTRODUÇÃO

Podisus nigrispinus (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) ocorre naturalmente no Brasil e é a espécie do grupo mais estudada devido a sua

agressividade e voracidade (ZANUNCIO, 2002; VACARI et al., 2004; VACARI, 2006; VACARI et al., 2007; DE BORTOLI et al., 2011).

Esse predador apresenta comportamento de fitofagia, sendo dependente da alimentação de presas para o desenvolvimento, que também são influenciadas pela alimentação nas plantas hospedeiras (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2003).

Para teste de atividade alimentar em insetos da família Pentatomidae utiliza-se a fucsina ácida, que é um corante com fórmula química $C_{20}H_{17}N_3Na_2O_9S_3$, comumente usado para colorir seções de tecido em histologia laboratorial. A técnica utilizada foi adaptada da descrição de BOWLING (1979), que descreveu picadas de alimentação do percevejo *Oebalus pugnax* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Pentatomidae) em grãos de arroz e do percevejo *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) em vagens de soja, as quais foram estimadas pelo número das bainhas do estilete que permaneceram no local onde o inseto se alimentou. Este método é bastante utilizado para avaliar a fitofagia de percevejos pentatomídeos, que são considerados pragas de várias culturas, porém não há relatos na literatura de testes realizados com predadores da subfamília Asopinae.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a interação de *B. thuringiensis* com *P. nigrispinus* na atividade fitofágica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos (LBCI) do Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias 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. CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Para avaliar a interação de *B. thuringiensis* na atividade fitofágica de *P. nigrispinus* em folhas de couve manteiga variedade Geórgia foram utilizadas 10 ninfas de segundo ínstar, distribuídas em potes plásticos transparentes de 1000 mL.

O experimento foi composto por seis tratamentos com seis repetições, sendo T1: fornecimento de folha de couve imersa em água destilada e lagartas de *P. xylostella* como alimento; T2: fornecimento de folha de couve imersa em suspensão de *Bt* (Agree[®]) e lagartas de *P. xylostella* como alimento; T3: fornecimento de folha de couve imersa em suspensão de *Bt* (HD1) e lagartas de *P. xylostella* como alimento; T4: fornecimento de folha de couve imersa em água e sem o fornecimento de presas; T5: fornecimento de folha de couve imersa em suspensão de *Bt* (Agree[®]) sem presa; T6: fornecimento de folha de couve imersa em suspensão de *Bt* (HD1) sem presa. O isolado HD1 foi utilizado na concentração 3×10^8 esporos/mL e o produto comercial Agree[®] utilizado na concentração indicada pelo fabricante 0,5g /333mL.

Para avaliação da fase adulta, 13 casais oriundos dos diferentes tratamentos foram separados e colocados em potes de 1000 mL, compondo 13 repetições por tratamento (1 casal por repetição).

Todos os tratamentos receberam uma folha de couve manteiga variedade Geórgia, que foram substituídas a cada dois dias e submetidas ao teste de coloração por imersão em solução de fucsina ácida a 1%, por 12 horas, para posterior contagem de bainhas alimentares em estereomicroscópio (Figura 1).

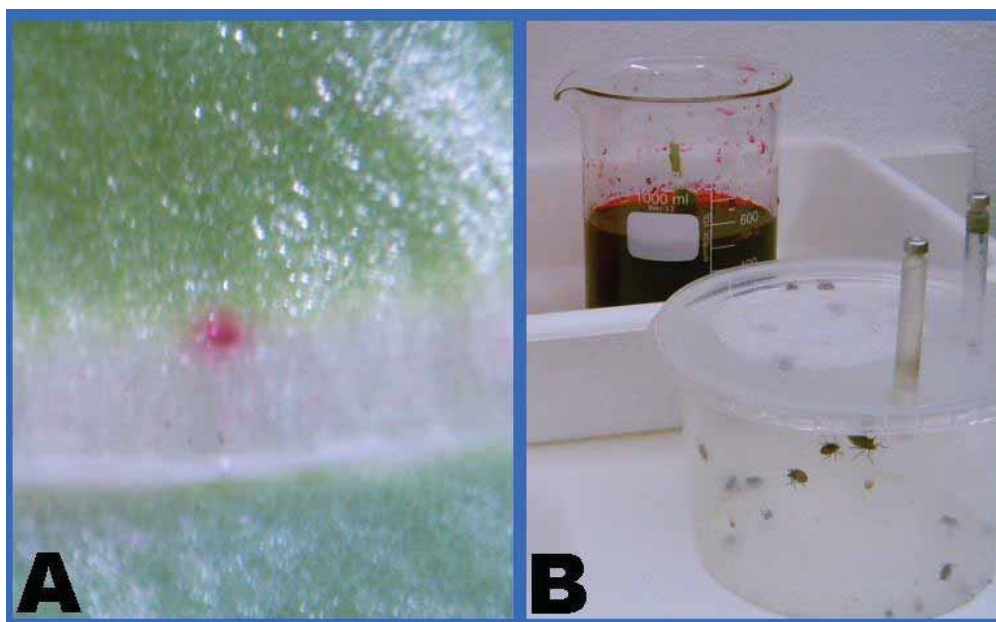


Figura 1. A) Bateria de alimentação; B) Solução de fucsina ácida a 1%, pote de criação de 1000 mL.

Para estudar o efeito combinado da presa (presença ou ausência) e dos tratamentos com *B. thuringiensis* foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. O efeito da presa e do *B. thuringiensis*, bem como da interação foram analisados utilizando o PROC GLM do SAS Institute (2002). Os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov e Bartlett, quanto à normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente, e realizadas as transformações necessárias para atender aos requisitos da análise de variância (ANOVA). Em seguida, foram analisados pelo PROC ANOVA do SAS Institute (2002), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, quando significativas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ninfas alimentadas somente com folhas de couve imersas em água, isolado HD1 e o produto comercial Agree[®], não completaram o período ninfal, impossibilitando a determinação do número de bainhas de alimentação na fase adulta. Ocorreu mortalidade de 100% das ninfas de 2^o ínstar até o 8^o dia para todos os tratamentos citados. XAVIER (2010), estudando efeito de fitofagia em *P. nigrispinus* em folhas de couve, observou que as ninfas morreram até o 3^o ínstar. EVANGELISTA JÚNIOR et al. (2004) verificaram que *Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch. (Malvaceae), *Bidens pilosa* L. (Compositae), *Ageratum conyzoides* L. (Compositae), *Desmodium tortuosum* (Sw.) (Leguminosae), *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae), *Amaranthus hybridus* L. (Amaranthaceae) e *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) não foram nutricionalmente adequadas para o desenvolvimento das ninfas do predador *P. nigrispinus*, em situação de escassez total de presas.

A alimentação direta do predador em folhas de couve foi observada por meio das bainhas de alimentação formadas na folha devido à inserção do estilete. Em todos os tratamentos foram observadas estas bainhas de alimentação. Quando foi oferecido aos predadores lagartas de *P. xylostella* e folha de couve ou somente folha como alimento, ocorreram diferenças significativas no número de bainhas de alimentação encontradas (Tabela 1). Os predadores buscaram recursos na folha com maior intensidade quando também foram disponibilizadas presas para sua alimentação.

B. thuringiensis quando aplicado em folha de couve afetou a busca de recursos extra pelos predadores durante a fase ninfal (Tabela 1). Foi encontrada maior quantidade de bainhas de alimentação em folhas imersas em água (testemunha) do que imersas no isolado HD1 e no produto comercial Agree[®]. Quando oferecidas somente folhas os números de bainhas foi de 69,7; 45,2 e 19,33 para a testemunha, HD1 e Agree[®], respectivamente (Figura 1A); e quando oferecidas presas e folhas foi de 365,3; 217,2 e 133,8 para a testemunha, HD1 e Agree[®], respectivamente (Figura 1B).

Tabela 1. Resultados da análise de variância do efeito da presa (predadores alimentados com lagartas de *P. xylostella* e folha de couve, e alimentados somente com folha) e de *Bacillus thuringiensis* (testemunha, isolado HD1 e o produto comercial Agree[®]) aplicado em folha de couve.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	P
Modelo	5	511500,25	102300,05	24,83	<0,0001*
Presa	1	338918,03	338918,03	82,25	<0,0001*
<i>B. thuringiensis</i>	2	121616,17	60580,58	14,70	<0,0001*
Presa x <i>B. thuringiensis</i>	2	51421,05	25710,53	6,24	0,0054*
Erro	30	123612,50	4120,42		

GL, grau de liberdade; SQ, soma dos quadrados; QM, quadrado médio.

* Significativo ($P < 0,05$).

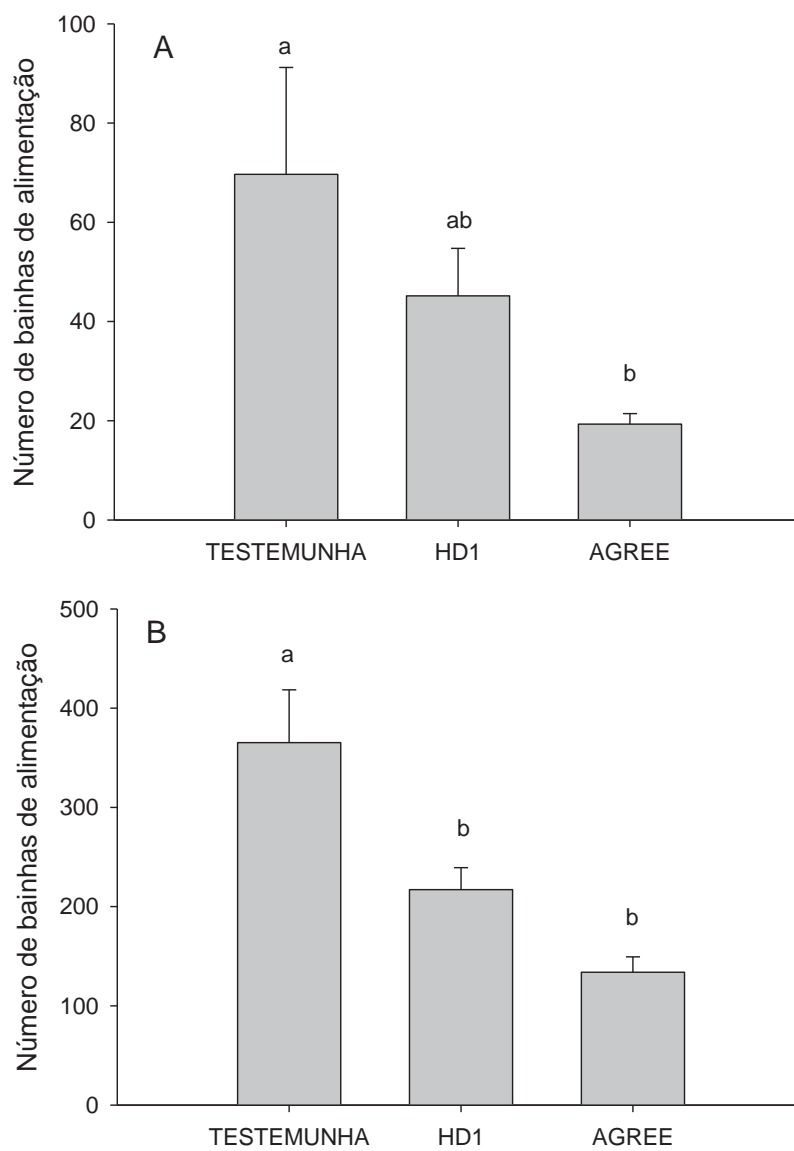


Figura 1. Número de bainhas de alimentação de ninfas de *Podisus nigrispinus* em folhas de couve tratadas com *Bacillus thuringiensis* (A: sem presa; B: com presa).

Durante a fase adulta, o número de vezes que os predadores inseriram o estilete em folhas de couve foi semelhante entre folhas tratadas com água (341,5) e o isolado HD1 (411,5) (Figura 2). Tais resultados indicam que *B. thuringiensis* não afetou a ação de fitofagia do predador nesta fase de desenvolvimento. No entanto, o produto comercial Agree® pode ter alguma substância em sua formulação que foi repelente ao predador, haja vista que o número de bainhas de alimentação foi menor que nos demais tratamentos (218,8) (Figura 2).

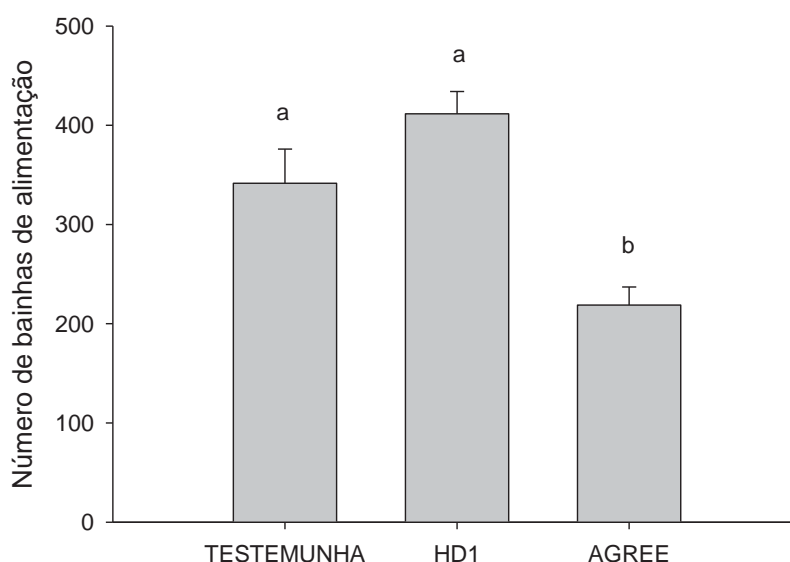


Figura 2. Número de bainhas de alimentação de adultos de *Podisus nigrispinus* em folhas de couve tratadas com *Bacillus thuringiensis*.

A ação de fitofagia em folhas tratadas com *B. thuringiensis* ainda não havia sido estudada para predadores zoofitófagos, sendo que trabalhos que já foram realizados para estudar a interação entre o predador *P. nigrispinus* e a bactéria *B. thuringiensis*, verificaram o impacto de plantas geneticamente modificadas nos predadores (BELL et al., 2003; TORRES & RUBERSON, 2005; TORRES et al., 2006; TORRES & RUBERSON, 2008; WOLFENBARGER et al., 2008) e o efeito de produtos comerciais

na sua biologia (NASCIMENTO et al., 1998; GOULART, 2010), não se preocuparam com o efeito da fitofagia exercida pelos predadores.

No entanto, o estudo da alimentação direta de *P. nigrispinus* em folhas tratadas com *B. thuringiensis* é fundamental para a utilização conjunta do predador com a bactéria em programas de controle biológico. Em agroecossistemas estes predadores buscam recursos na planta (VALICENTE & O'NEIL, 1995). Predadores que se alimentaram de lagartas de *P. xylostella* e também de folha de couve apresentaram tempo médio de uma geração 6,6 dias menor do que aqueles que consumiram somente lagartas (XAVIER, 2010). Além disso, a alimentação adicional de folhas permitiu que o mesmo número de descendentes fosse produzido em menor tempo, sendo o período de oviposição de 21,6 dias somente com lagartas de *P. xylostella* e 31,2 dias com lagartas e folha de couve (XAVIER, 2010).

Predadores hemípteros que tem acesso a material vegetal exibem maior sobrevivência, maior peso corpóreo, maior fecundidade e menor tempo de desenvolvimento (STONER, 1970; NARANJO & STIMAC, 1985; RUBERSON et al., 1986; VALICENTE & O'NEIL, 1995; OLIVEIRA et al., 2002; EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2004). Essas espécies exibem melhorias em seus aspectos biológicos resultantes do recurso extra ingerido, como nutrientes e esteroides, sendo a alimentação em plantas um suplemento (VALICENTE & O'NEIL, 1995; COLL, 1998; EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2004). Nesse contexto, esses predadores presumivelmente ingerem certos nutrientes em plantas que não encontram em suas presas (TORRES & BOYD, 2009).

Salienta-se também que o isolado HD1 apresenta a toxina Cry1Ab, referida como a toxina de *B. thuringiensis* mais tóxica a *P. xylostella* (MONNERAT et al., 1999), sendo que o produto Agree[®], que é formulado a base de estirpes que produzem a toxina Cry1C, é considerada como a segunda mais tóxica a *P. xylostella* (MONNERAT et al., 1999). O predador *P. nigrispinus* pode entrar em contato com estas toxinas da bactéria *B. thuringiensis* consumindo a presa contaminada, buscando recurso extra em plantas transgênicas com a toxina de *B. thuringiensis* ou sugando diretamente a suspensão no ambiente. Quando o predador busca recurso alimentar na planta insere o estilete

diretamente no floema (TERRA, 1991), sendo que a suspensão quando é aplicada na planta fica na superfície o que desfavorece a ingestão da toxina pelo inseto.

Porém, quando o predador se alimenta de planta geneticamente modificada, nesta circunstância pode ingerir a toxina. Além disso, quando o predador consome o herbívoro, também pode adquirir a toxina da planta presente na presa (TORRES & RUBERSON, 2008).

4. CONCLUSÕES

Podisus nigrispinus possui ação fitofágica em couve Manteiga variedade Geórgia, como complemento alimentar.

A presença de presa e a ausência de *B. thuringiensis* favoreceu a atividade fitofágica do predador em folhas de couve, durante o período ninfal. Em relação aos adultos o maior consumo de presas diminui a atividade fitofágica.

5. REFERÊNCIAS

BELL, H. A.; DOWN, R. E.; FITCHES, E. C.; EDWARDS, J. P.; GATEHOUSE, A. M. R. Impact of genetically modified potato expressing plant-derived insect resistance genes on the predatory bug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 13, n. 8, p. 729-741, 2003.

BOWLING, C. C. The stylet sheath as an indicator of feeding activity of the rice stink bug. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.72, n.2, p.259-260, 1979.

COLL, M. Living and feeding on plants in predatory Heteroptera. In: Coll, M., Ruberson, J.R. (Eds.), **Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control**.

Thomas Say Publications in Entomology, Entomological Society of America, Lanham, MD, USA, p.89–130, 1998.

DE BORTOLI, S. A.; OTUKA, A. K.; VACARI, A. M.; MARTINS, M. I. E. G.; VOLPE, H. X. L. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) when fed different types of prey. **Biological Control**, Orlando, v.58, p.127-132, 2011.

EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; GONDIM JUNIOR, 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). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 677-684, 2003.

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

GOULART, R. M. **Ação de *Bacillus thuringiensis* Berliner nas características biológicas de outros inimigos naturais.** Tese de doutorado (Entomologia Agrícola). 2010. 108f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/Unesp. Jaboticabal. 2010.

MONNERAT, R. S.; MASSON, L.; BROUSSEAU, R.; PUSZTAI-CAREY, M.; BORDAT, D.; FRUTOS, R. Differential activity and activation of *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins in diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Current Microbiology**, New York, v. 39, p. 159-162, 1999.

NARANJO, S. E.; STIMAC, J. L. Development, survival and reproduction of *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae): effects of plant feeding on soybean and associated weeds. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 14, p. 523-530, 1985.

NASCIMENTO, M. L.; CAPALBO, D. F.; MORAES, G. J.; DE NARDO, E. A.; MAIA, A. H. N.; OLIVEIRA, R. C. A. L. Effect of a formulation of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* on *Podisus nigrispinus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae: Asopinae). **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 72, p. 178-180, 1998.

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

RUBERSON, J. R.; TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A. Plant feeding by *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae): effect on survival, development and preoviposition period. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 15, p. 894-897, 1986.

SAS Institute . SAS/STAT User`s Guide, version 9.00 TS level 2MO. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC. 2002.

STONER, A. Plant feeding by a predaceous insect, *Geocoris punctipes*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 63, p. 1911-1915, 1970.

TERRA, W. R. Digestão do alimento e suas implicações na biologia dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, p. 67-99. 1991.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Canopy and ground dwelling predatory arthropods in commercial *Bt* and non-*Bt* cotton fields: patterns and mechanisms. **Environmental Entomology**, College Park, v. 34, n. 5, p. 1242-1256, 2005.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; ADANG, M. J. Expression of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac protein in cotton plants, acquisition by pests and predators: a tritrophic analysis. **Agricultural and Forest Entomology**, Midlothian, v. 8, p. 191-202, 2006.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heteropterans. **Transgenic Research**, London, v. 17, p. 345-354, 2008.

TORRES, J. B.; BOYD, D. W. Zoophytophagy in predatory Hemiptera. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 5, p. 1199-1208, 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, 2004.

VACARI, A. M. ***Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae): efeito do alimento e da temperatura de armazenamento de ovos no desenvolvimento do inseto.** 2006. 63f. 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, p. 259-265, 2007.

VALICENTE, F. H.; O'NEIL, R. J. Effect of host plants and feeding regimes on selected life history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). **Biological Control**, Orlando, v. 5, p. 449-461, 1995.

XAVIER, M. R. **Fitofagia em *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) predando larvas e pupas de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve.** Trabalho de graduação do curso de agronomia. 2010. 61f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV/Unesp. Jaboticabal. 2010.

WOLFENBARGER, L. L.; NARANJO, S. E.; LUNDGREN, J. G.; BITZER, R. J.; WATRUD, L. S. *Bt* crop effects on functional guilds of non-target arthropods: a meta-analysis. **Plos One**, San Francisco, v. 3, n. 5, p. 1-11, 2008.

ZANUNCIO, J. C. Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios. In: PARRA, R. P.; BOTELHO, S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. p. 495-528.

CONSIDERAÇÕES FINAIS – IMPLICAÇÕES

Das famílias de espécies hortícolas, Brassicacea é uma das maiores, na qual se encontram 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).

A busca por alternativas menos prejudiciais ao ambiente, como a substituição dos produtos químicos por agentes de controle biológico está cada vez maior. Os métodos biológicos com organismos entomopatogênicos ainda são pouco empregados, sendo o uso de produtos a base da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner o mais utilizado.

Apesar dos produtos à base de *B. thuringiensis* corresponderem a menos de 1% do mercado mundial de inseticidas, GLARE & O'CALLAGHAM (2000) citam que são produtos de fácil acesso aos produtores e, além disso, o predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) pode ser criado pelo usuário com baixo custo de produção (DE BORTOLI et al., 2011). Salienta-se então a importância de estudos sobre o impacto destes produtos nos inimigos naturais.

A diversidade de inimigos naturais é crucial para a defesa dos cultivos: quanto mais diversas as plantas, animais e organismos do solo que ocuparem um sistema agrícola maior será o equilíbrio neste ambiente (NICHOLLS et al., 2007). Os predadores como *P. nigrispinus* consomem os insetos herbívoros, enquanto que os entomopatógenos como *B. thuringiensis* fazem com que as pragas fiquem fatalmente doentes ou sejam impedidas de se alimentar ou reproduzir. Sendo assim, o controle biológico inundativo torna-se bastante eficiente e impede que as pragas causem danos econômicos.

O ideal é que os agricultores apliquem práticas de manejo que possam otimizar ou recuperar a biodiversidade, fortalecendo a sustentabilidade dos agroecossistemas, utilizando agentes de controle que irão desempenhar funções ecológicas como os inimigos naturais.

Neste contexto recomenda-se a utilização de *B. thuringiensis* associado ao predador porque ambos exercem suas funções sem que sejam prejudicadas suas principais características.

REFERÊNCIAS

DE BORTOLI, S. A.; OTUKA, A. K.; VACARI, A. M.; MARTINS, M. I. E. G.; VOLPE, H. X. L. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) when fed different types of prey. **Biological Control**, Orlando, v.58, p.127-132, 2011.

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.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAM, M. **Bacillus thuringiensis: biology, ecology and safety**. Chichester: John Wiley and Sons, 2000. 350 p.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; PONTI, L. Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Brasília: MDA, 2007. 33 p.