

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

**AÇÃO DE *Bacillus thuringiensis* Berliner NAS
CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE OUTROS INIMIGOS
NATURAIS**

Roberto Marchi Goulart

Orientador: Prof. Dr. Sergio Antonio De Bortoli

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ROBERTO MARCHI GOULART – Nascido em Campinas-SP, em 09 de novembro de 1979. Biólogo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, título obtido em outubro de 2002. Estagiou no Laboratório de Controle Biológico no Instituto Biológico de Campinas de março de 2001 a fevereiro de 2005 e foi bolsista de treinamento técnico pela FAPESP. Mestre em Agronomia, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCAV), título obtido em fevereiro de 2007.

“Uma experiência nunca é um fracasso, pois sempre vem demonstrar algo”. (Thomas Alva Edison)

Aos meus queridos avós Mário Marchi (*in memorian*), Antônia Aparecida Raia Marchi (*in memorian*) e Elisa Paulo Goulart (*in memorian*). Grande parte do que sou hoje devo a vocês. Saudades...

Ofereço.

Aos meus queridos pais, Pedro Roberto Goulart e Sheila Mara Marchi Goulart, pelo apoio, amor, carinho, confiança, conselhos, por sempre me ajudarem em todos os momentos de minha vida e por nunca deixarem faltar nada.

Às minhas irmãs Rachel Marchi Goulart e Thaís Marchi Goulart, por todo carinho e amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar a oportunidade de viver 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 Doutorado;

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, meu “pai” em Jaboticabal. Por todo carinho, preocupação, oportunidades, amizade, inúmeros conselhos, paciência e broncas e a sua esposa Mariângela De Bortoli. Obrigado por tudo !;

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

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/Unesp, Antônio Carlos Busoli, Nelson Wanderley Perito, Arlindo Leal Boiça Júnior, Odair Aparecido Fernandes, Marcelo Ferreira da Costa, Jaime Maia dos Santos e Sergio Antonio De Bortoli, Sérgio de Freitas e Ricardo Antonio Polanczyk;

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 Santana, amigo, companheiro, bravo e chefe. Muito dessa conquista devo a vocês dois. MUITO OBRIGADO;

À empresa Biocontrole – Métodos de Controle de Pragas-LTDA, em nome do Sr. Ari Gitz por ter cedido o produto Agree®;

À amiga e mestrandia Alessandra Karina Otuka pela inestimável ajuda nos experimentos e pela convivência;

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;

Ao “grande” Fábio Manzini, amigo para todas as horas e toda sua família, Celsão, D. Nica, Ana, Fabíola, Fabiana e Luana;

À Mirelle Andréa de Carvalho Picinato, pela convivência, apoio, bondade paciência, amor e amizade;

Ao senhor José Picinato e a senhora Ruth Picinato pela bondade, carinho simplicidade, amor e por sempre me tratarem como um verdadeiro filho. Vocês são os meus pais em Ribeirão Preto, Obrigado;

Ao Engenheiro Agrônomo e agricultor André Katian por sempre colaborar com a equipe do LBCI;

Aos amigos Márcio Ceccarelli e Eduardo Véspoli e aos meus primos Augusto Marchi, Fernando Marchi e Luis Marchi;

À toda família LBCI (equipe do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos); as doutorandas Cacia Leila Tigre Pereira Viana e Elizabeth do Carmo Pedroso; aos mestrandos Gustavo Oliveira de Magalhães, Ana Carolina Pires Veiga e Valéria Lucas de Laurentis, João Rafael e Marina, aos estagiários Matheus Rocha Xavier, Giovani Genovez , Vanessa Fabíola, à equipe técnica do laboratório Iara Maria Messiano e Vanderlei Dibelli e a todos aqueles que passaram pelo laboratório, Robson Thuler, José Eudes e Leandro Vieira pela inestimável ajuda em todos os momentos;

Ao meu amigo e ex-orientador de iniciação científica Dr. Luis Garrigós Leite, meu primeiro mestre na área de Entomologia e que contribuiu e muito na minha carreira, juntamente com os amigos do laboratório de Controle Biológico do Instituto Biológico de Campinas, Fernando, Alê, Beto, Aline, Lucas, Luciano, Stela, Mariana, Jéssica, Lu Martoni, Inajá, Laerte Machado, Valmir, José Eduardo e Batista;

Aos colegas do Departamento de Fitossanidade Daniell Rodrigo Rodriguez Fernandes e ao Francisco José Sosa Duque, Alexandre, Juliana (Jú), Júlio Janini, Ivan e Rossato;

À todos os funcionários da UNESP/FCAV, em especial aos do Departamento de Fitossanidade, Raquel, Gilson, André, Lígia, Alex, Márcia Macri, Lúcia, Roseli, Altamiro e Zulene;

Aos amigos e integrantes da família, República Pau da Goiaba, pelos inúmeros churrascos, cervejadas, histórias e “mulecagens”;

Às amigas Fernanda Guiguet, Renata Forcnette e Dani Ravazi pela amizade e inúmeras conversas sobre a vida;

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	xi
SUMMARY	xii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. Brassicáceas.....	3
3.2. <i>Plutella xylostella</i>	4
3.2.1. Aspectos morfológicos.....	5
3.3. <i>Podisus nigrispinus</i>	7
3.3.1. Aspectos morfológicos.....	7
3.3.2. Aspectos biológicos	9
3.3.3. Controle biológico	11
3.4. <i>Orius insidiosus</i>	12
3.4.1. Aspectos morfológicos e biológicos de <i>Orius insidiosus</i>	14
3.5. <i>Trichogramma</i> spp.	18
3.5.1. Aspectos morfológicos e biológicos de <i>Trichogramma</i> spp.	18
3.5.2. Importância do gênero <i>Trichogramma</i> no controle biológico de pragas	21

3.6. A bactéria entomopatogênica <i>Bacillus thuringiensis</i>	23
3.7. Produto comercial Agree®	25
4. REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO 2 - AÇÃO DE AGREE® NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DO PREDADOR <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) ALIMENTADO COM LAGARTAS DE <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae)	
RESUMO.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1. Criação de <i>Podisus nigrispinus</i>	48
2.2. Criação de <i>Plutella xylostella</i>	49
2.3. Condução dos experimentos	51
2.3.1. <i>Podisus nigrispinus</i> alimentado com larvas de terceiro estágio de <i>Plutella xylostella</i> contaminadas com <i>Bacillus thuringiensis</i>	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4. CONCLUSÕES	63
5. REFERÊNCIAS	63
CAPÍTULO 3 - ATIVIDADE DE <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DO PREDADOR <i>Orius insidiosus</i> SAY (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE) ALIMENTADO COM OVOS DE <i>Plutella xylostella</i> (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)..	
RESUMO.....	72
1. INTRODUÇÃO	73
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75

2.1. Criação de <i>Orius insidiosus</i>	75
2.2. Condução dos experimentos	76
2.2.1 <i>Orius insidiosus</i> alimentado com ovos de <i>Plutella xylostella</i> mergulhados em suspensão de <i>Bacillus thuringiensis</i>	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4. CONCLUSÕES	84
5. REFERÊNCIAS.....	85
CAPÍTULO 4 - DESEMPENHO DE <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE <i>Plutella xylostella</i> (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOB AÇÃO DE <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner	90
RESUMO.....	90
1. INTRODUÇÃO	91
2. MATERIAL E MÉTODOS	92
2.1. Criação de <i>Trichogramma pretiosum</i>	93
2.2. Condução dos experimentos	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
4. CONCLUSÃO.....	101
5. REFERÊNCIAS.....	101
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS – IMPLICAÇÕES	105
REFERÊNCIAS.....	106

AÇÃO DE *Bacillus thuringiensis* Berliner NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE OUTROS INIMIGOS NATURAIS

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do produto comercial Agree[®] nas características biológicas de três inimigos naturais em laboratório, utilizando a traça-das-crucíferas, *P. xylostella*. Os experimentos foram conduzidos em sala climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Foram verificados os aspectos biológicos de *P. nigrispinus*, *Orius insidiosus* e *Trichogramma pretiosum* por meio da ação do produto. Para os predadores foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade. Os dados biológicos obtidos indicaram que quando *P. nigrispinus* se alimenta de lagartas infectadas com o produto os predadores sofrem efeito negativo em sua biologia, provocado provavelmente por alterações fisiológicas na lagarta. No experimento com *O. insidiosus* as características duração do segundo instar ninfal, o consumo ninfal e a longevidade das fêmeas foram afetadas pela ação do produto. Para *T. pretiosum* o produto não apresentou efeitos negativos que possam inviabilizar sua utilização conjunta com o produto para o Manejo Integrado de *P. xylostella* em brassicáceas. Apesar de o produto ter provocado efeitos negativos a *P. nigrispinus* e *O. insidiosus* estudos e técnicas complementares devem ser realizados para que, no futuro, esses inimigos naturais possam ou não ser utilizados em programas de controle biológico em culturas de brassicáceas associados com a bactéria entomopatogênica

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, Trichogrammatidae, Anthocoridae, biologia de insetos, bactéria entomopatogênica, Agree[®]

ACTION OF *Bacillus thuringiensis* Berliner ON BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF OTHER NATURAL ENEMIES.

SUMMARY - This work aimed to evaluate the action of biological insecticide Agree on biological characteristics of 3 natural enemies in laboratory, using the host diamondback moth, *Plutella xylostella*. The experiments were conducted in acclimatized room under $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ relative umidity and 12 h photophase. The biological aspects of *Podisus nigrispinus*, *Orius insidiosus* and *Trichogramma pretiosum* were verified through the product action. Life and fertility table were elaborated to the predators. The biological data obtained showed that *P. nigrispinus* has the biology affected negatively when fed on infected caterpillars, probably occurred by physiological alterations in caterpillar. The characteristics duration and consumption of second nymphal instar, nymphal consumption and female longevity were affected by products in the assay with *Orius insidiosus*. The insecticide didn't show negative effects that can be unfeasible the use associated with the parasitoid *T. pretiosum* in the Integrated Pest Management to *P. xylostella* in brassicas. Thus the product cause negative effects on *P. nigrispinus* and *O. insidiosus*, complementary studies need to be realized in order to the future, these natural enemies can be used in Biological Programs associated with *Bt* in brassicas crops.

Keywords: Asopinae, Trichogrammatidae, Anthocoridae, insects biology, entomopathogenic bacteria, Agree[®]

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O controle da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), é realizado quase que exclusivamente com a aplicação de agrotóxicos de largo espectro de ação, devido principalmente a sua facilidade de obtenção e uso. 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.

Estudos de seletividade no Manejo Integrado de Pragas (MIP) têm fundamental importância porque exigem requisitos econômicos, ecológicos e ecotoxicológicos, tendo como base fundamental a preservação da fauna e da flora benéficas que exercem o controle biológico natural das pragas de importância agrícola (GALLI, 1989).

O uso de bioinseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner 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 brássicas (PICANÇO et al., 1997; LINS JÚNIOR et al., 2007).

Outro gênero de percevejos, *Orius* Wolff, abriga cerca de 75 espécies de ampla distribuição mundial predadoras de pequenos artrópodes como tripses, ácaros, mosca-branca, pulgões, ovos de lepidópteros e lagartas pequenas (LATTIN, 2000; STUDEBAKER & KRING, 2003). Esses pequenos predadores apresentam características que os tornam promissores agentes de controle biológico, destacando-se a alta eficiência de busca, habilidade para aumentar a população e agregar-se rapidamente quando há presas em abundância e de sobreviver em baixa densidade de presas (BUSH et al., 1993).

Os parasitóides de ovos constituem um importante grupo de inimigos naturais com potencial para o controle biológico por eliminarem a praga antes que qualquer dano seja causado à cultura (BLEICHER & PARRA, 1989; BOTELHO et al., 1995). Esses insetos se destacam como agentes biológicos promissores no controle de *P. xylostella* pelo fato de terem ampla distribuição geográfica, serem altamente especializados, além da comprovada eficiência no controle de pragas, sobretudo aquelas pertencentes à ordem Lepidoptera (ZUCCHI & MONTEIRO, 1997).

Atualmente existem produtos formulados com isolados de *B. thuringiensis* que possuem ação sobre lepidópteros, dípteros e coleópteros. Esses produtos são registrados e são comercializados em alguns países (ALVES et al., 1998). No Brasil existem vários estudos com a utilização de *B. thuringiensis* para o controle da traça-das-crucíferas (MONNERAT et al., 2005; 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.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste projeto é avaliar a ação de um produto formulado a base de *B. thuringiensis* (Agree[®]) na biologia dos predadores *P. nigrispinus* e *O. insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em testes de laboratório.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Brassicáceas

Brassicaceae (Cruciferae) é uma das famílias de hortaliças de uso mais antigo, originária da Europa, representada por 350 gêneros e 3.200 espécies, são cultivadas em todas as regiões do mundo (WARWICK et al., 2010).

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

Atualmente a traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, é considerada a praga de maior importância na cultura das brassicáceas no Brasil e no mundo, devido aos sérios danos causados às plantas, ocasionando grandes perdas nos campos de produção (CASTELO BRANCO & FRANÇA, 2001). O custo do manejo de *P. xylostella* no mundo é estimado em mais de um bilhão de dólares por ano (TALEKAR & SHELTON, 1993).

Os maiores danos causados pelo inseto ocorrem na fase larval; após a eclosão, a pequena lagarta penetra nas folhas, sendo nesta fase o controle dificultado, uma vez que protegida alimenta-se do parênquima foliar. Após esse período, a lagarta passa a consumir toda a superfície foliar, caules e brotos vegetativos de repolhos, couve e ainda das inflorescências, no caso de couve-flor e couve-brócolis (MEDEIROS, 2004). Em ataques severos podem inviabilizar as áreas de cultivo (MORATÓ, 2000). 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.

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 emprego deste método de forma contínua e

em grandes quantidades traz riscos de intoxicação aos produtores, animais domésticos e selvagens, pode 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, o mais utilizado e estudado para a maioria das pragas agrícolas, principalmente para a traça, é a bactéria *B. thuringiensis* (MONNERAT et al., 1999; CASTELO BRANCO et al., 2003; MEDEIROS et al., 2005).

3.2.1. Aspectos morfológicos

P. xylostella é originária da região mediterrânea, destaca-se como mais importante praga no cultivo de brassicáceas do Brasil (MEDEIROS, 1997) e em várias regiões do mundo independente das condições climáticas (CASTELO BRANCO & VILLAS BOAS, 1997).

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 dos 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 apresenta-se livremente dentro do casulo (CASTELO BRANCO & FRANÇA, 2001).

Os adultos têm 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 o macho apresenta uma “fenda” e, a fêmea duas manchas circulares de coloração escura (VACARI, 2009) (Figura 1).

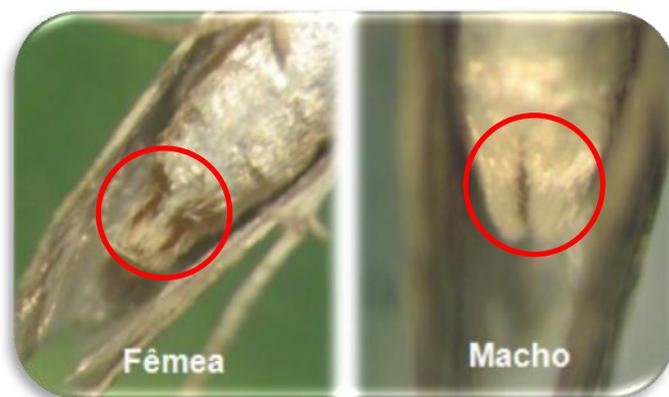


Figura 1. Dimorfismo sexual em adultos de *Plutella xylostella*.

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 Asopinae (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae). Os membros desta subfamília diferenciam-se daqueles pertencentes às demais famílias de pentatomídeos por seu hábito alimentar predador. Ninfas (exceto as de 1^o estágio) e adultos atacam principalmente insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (VACARI, 2009).

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

3.3.1. Aspectos morfológicos

Ovos, ninfas e adultos de *P. nigrispinus* (= *P. connexivus*) foram descritos por GRAZIA et al. (1985) e VACARI (2009), sendo resumidamente relatados a seguir: Ovo – dourado, com projeções e espinhos castanho-escuros, quase negros, em toda superfície do córion; cada ovo é circundado, na periferia do pseudopérculo, por uma coroa de longos processos micropilares, com cerca de 1/3 do comprimento total do ovo,

de cor branca translúcida, processos estes típicos de Asopinae; o número médio de processos micropilares é 14; o “ruptor ovis”, devido a sua coloração mais clara, não se torna evidente durante o desenvolvimento embrionário.

1º estágio – forma ovalada; maior largura ao nível do 3º urosternito; cabeça, tórax e pernas de coloração castanho-escura; abdome vermelho, com placas medianas e laterais negras; antenas castanho-escuras, 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-escuros, quase negros, 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 negros, 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. Fêmea (A) e macho (B) de *Podisus nigrispinus*.

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).

3.3.2. Aspectos biológicos

Os aspectos biológicos de *P. nigrispinus* variam significativamente em função de diversos fatores bióticos e abióticos, como a temperatura, que influencia fortemente no tempo de desenvolvimento e nos parâmetros reprodutivos do inseto, o acesso a

material vegetal para alimentação e espaço de criação, particularmente em criações de laboratório (TORRES et al., 2006).

O período de incubação, o período de desenvolvimento ninfal e a longevidade de fêmeas variam de 5 a 6, 17 a 20 e 30 a 85 dias, respectivamente, quando expostos 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., 1991; DIDONET et al., 1995; MEDEIROS et al., 2003).

Autores citam 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 cerca de 32,21 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. Quando alimentadas com larvas e pupas de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Coleoptera: Tenebrionidae) podem viver de 21 a 70 dias e produzir de 200 a 600 ovos, com variação de temperatura de 15 a 32°C (TORRES et al., 2006).

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, decorrentes 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 do predador *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).

3.3.3. Controle biológico

A utilização de percevejos predadores para o controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto encontrou boa receptividade junto a empresas reflorestadoras brasileiras, o que impulsionou ainda mais os estudos na área (ZANUNCIO et al., 2002). O Programa de Manejo Integrado de Pragas Florestais (PCMIP) mantido pela Universidade Federal de Viçosa, com apoio da Sociedade de Investigações Florestais (SIF), utiliza como principal estratégia a conservação e aumento de Asopinae predadores em áreas-alvo (BATALHA et al., 1995).

Empresas reflorestadoras brasileiras como a CAF Florestal Ltda, Champion Celulose, Mannesmann Florestal Ltda, Pains Florestal S.A. e Reflorestadora do Alto Jequitinhonha (Refloralje) vêm produzindo, estudando e utilizando percevejos predadores. *P. nigrispinus* tem sido liberado visando principalmente o controle de *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) e 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 um Centro de Apoio a Pesquisa de Experimentação Florestal (Capef) onde foram conduzidos estudos sobre técnicas de criação e utilização de percevejos predadores, principalmente *P. nigrispinus*, para contenção de surtos de desfolhadores (ZANUNCIO, 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. *Orius insidiosus*

Anthocoridae (Hemiptera: Heteroptera) é constituída por cerca de 600 espécies, ocupando diversos habitats, desde vegetação nativa até diferentes agroecossistemas (LATTIN, 1999).

Dentre os vários gêneros que compõem essa família, o destaque é para *Orius*, do qual são conhecidas aproximadamente 70 espécies, entre as quais são consideradas mais promissoras, como agentes de controle biológico, as espécies neárticas *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e *Orius tristicolor* (White, 1879) (Hemiptera: Anthocoridae), e as de origem Paleártica, *Orius laevigatus* (Fieber, 1860) (Hemiptera: Anthocoridae), *Orius majusculus* (Reuter, 1879) (Hemiptera: Anthocoridae), *Orius minutus* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Anthocoridae) e *Orius niger* (Wolff, 1811) (BUENO, 2009).

Devido a sua alta eficiência de busca, habilidade para aumentar a população, agregar-se rapidamente quando há presas em abundância e de sobreviver em baixa densidade de presas, esses percevejos possuem características que os tornam promissores agentes de controle biológico (BUSH et al., 1993).

O. insidiosus é uma espécie neártica, comum no Brasil, e encontrada tanto em sistemas manejados como naturais e usada como agente no controle biológico, principalmente do tripses *Frankliniella occidentalis* (Pergrande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) (BUENO, 2009). Seu controle biológico aumentativo é utilizado extensivamente em casas de vegetação com grande sucesso na Europa, Ásia e América do Norte (VAN LENTEREN, 2006). Pode ser encontrada ainda em plantas invasoras, como picão-preto, caruru, losna-branca e apaga-fogo, onde encontra pólen, abrigo e presas alternativas para sua sobrevivência (SILVEIRA et al., 2003; GUEDES et al., 2008).

É considerada uma espécie generalista, possuindo habilidade de se alimentar de diferentes presas, o que a torna apta à exploração do ecossistema e a sobreviver naturalmente (CIVIDANES & BARBOSA, 2001).

Atualmente, espécies de *Orius* são usadas para controle de *Thrips tabaci* Lindeman, 1889 (Thysanoptera: Thripidae) e *F. occidentalis* já que um indivíduo adulto pode se alimentar de 5 a 20 tripses/dia, e vêm sendo usadas na Europa desde 1991 (*F. occidentalis*) e 1996 (*T. tabaci*). *O. insidiosus* é produzido por quatro diferentes companhias comerciais e é vendido por US\$ 0,04/percevejo (VAN LENTEREN et al., 1997). No Brasil, uma estimativa de custo desse predador produzido a partir de um modelo em laboratório revelou que o custo de cada predador foi da ordem de US\$ 0,069, levando-se em consideração custos fixos e variáveis (MENDES et al., 2005)

O tipo e a quantidade de alimento podem interferir em vários parâmetros desse predador, como sobrevivência, longevidade, fecundidade e viabilidade dos ovos, podendo inclusive levá-lo a não completar o desenvolvimento (RICHARDS & SCHMIDT, 1996; BUENO, 2000; MENDES et al., 2003). A fecundidade de *O. insidiosus* é diretamente afetada pelo alimento, sendo esse um fator que influencia diretamente o aumento rápido de sua população (KIMAN & YEARGAN, 1985; RICHARDS & SCHMIDT, 1996; MENDES et al., 2003).

As fêmeas de *O. insidiosus* ovipositam endofiticamente em uma grande variedade de substratos naturais, como vagens de leguminosas, caules de feijão, brotos

de batata, inflorescências de picão, pecíolos de folhas de algodoeiro, folhas de gerânio, pepino, batateira, entre outros (BUENO, 2000).

A predação é um processo complexo, afetado por fatores básicos como densidades da presa e do predador, e por fatores secundários, envolvendo as características do ambiente, da presa e do predador (HOLLING, 1961). A presença de predadores em um determinado ambiente e o seu efeito sobre a dinâmica da presa depende da habilidade do predador em encontrá-la, sua densidade e qualidade (COHEN, 1998).

Outro fator também importante é o local onde a presa se desenvolve. OLIVEIRA et al. (2008) verificaram diferenças na taxa de predação diária e oviposição de *O. insidiosus* alimentado com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes cultivares de algodoeiro. DE BORTOLI et al. (2008) também relataram, por meio de dados de tabela de vida, a influência do local de alimentação da presa no desenvolvimento do predador.

Assim, o sucesso do desenvolvimento desses percevejos predadores pode ser influenciado por diversos fatores que poderão interferir na sua capacidade predatória (BUENO, 2000).

3.4.1. Aspectos morfológicos e biológicos de *Orius insidiosus*

3.4.1.1. Fase de ovo

Os ovos são alongados, cilíndricos, levemente curvos, comprimento médio de 0,44 mm e de coloração branca opaca quando recém depositados, tornando-se rosa pálido à medida que ocorre o desenvolvimento embrionário; próximos à eclosão, tornam-se amarelados (BRITO, 2009).

Fêmeas de *O. insidiosus* colocam, em média, 300 ovos, 80% quais nos primeiros 15 dias após a sua emergência (BUENO, 2009).

O período embrionário desse predador alimentado com *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Frankliniella insularis* (Trybom, 1920) (Thysanoptera: Thripidae), em condições controladas de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $60\pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 15h, foi de no mínimo 2 e no máximo 6 dias (REZENDE, 1990).

As fêmeas de *O. insidiosus* ovipositam endofiticamente em grande variedade de substratos naturais, como vagens de leguminosas, caules de feijão, brotos de batata, inflorescência de picão-preto, pecíolos de folhas de algodoeiro, folhas de gerânio, pepino, batateira, entre outros (BUENO, 2000). De acordo com DICKE & JARVIS (1962), os ovos de *O. insidiosus* são, geralmente, inseridos individualmente dentro do tecido da planta, existindo a tendência de o inseto ovipositar nas partes mais tenras.

BARBER (1936) verificou que *O. insidiosus* prefere ovipositar em plantas de milho (*Zea mays* L.) úmidas e macias e, em condições de laboratório, podem fazê-lo também em galhos de trevo (*Trifolium* spp.). *O. insidiosus* prefere as nervuras largas ou a base de pecíolos de plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae)) para oviposição; alguns ovos também são depositados no tecido da folha (IGLINSKY JUNIOR & RAINWATER, 1950).

3.4.1.2. Fase ninfal

As ninfas de *Orius*, em geral, são amareladas e possuem olhos vermelhos em todos os estádios de desenvolvimento. Possui cinco estádios ninfais (MARSHALL, 1930; HERRING, 1966; McCAFREY & HORSBURGH, 1986).

O quinto estágio se assemelha bastante ao quarto, diferenciando-se, pelo tamanho maior, presença de tecas alares e coloração mais escura (REZENDE, 1990) (Figura 3).

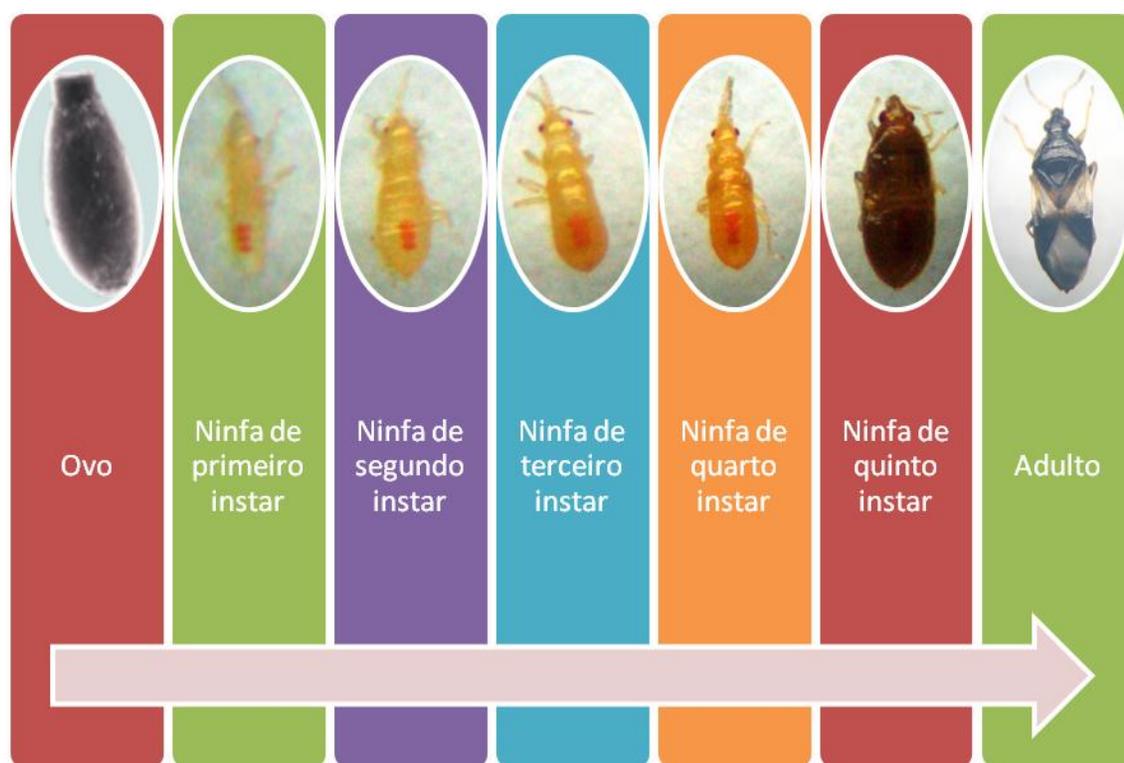


Figura 3. Fases de desenvolvimento de *Orius insidiosus* (PEDROSO, 2009)

DICKE & JARVIS (1962), em trabalho de campo com *O. insidiosus* associado a presas em cultura de milho, concluíram que o pólen é o principal alimento das ninfas e que ocorreu um sincronismo entre os maiores picos da população do predador e a época de polinização; nessa época, grande número de ninfas foi encontrado nos estiloestigmas das espigas do milho.

O tempo médio de desenvolvimento total das ninfas de *O. insidiosus* alimentadas com ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) mais pólen, a 25°C de temperatura, foi de 13,5 dias. (KIMAN & YEARGAN, 1985).

Ninfas são predadores vorazes e podem matar mais presas do que realmente requerem como alimento. Descobrem suas presas pelo olfato e tato, sendo a antena a região mais sensível do corpo desses insetos (BUENO, 2009). Além disso, são muito ativas em todos os estádios e caminham rapidamente a procura de alimento. Quando criadas em grupos com baixa disponibilidade ou ausência de presa, assumem comportamento canibal (REZENDE, 1990).

3.4.1.3. Fase adulta

O macho mede de 1,75 a 1,96 mm de comprimento e 0,70 a 0,84 mm de largura. A fêmea 1,82 a 2,17 mm de comprimento e 0,77 a 0,98 mm de largura, semelhante ao macho, quanto ao formato, embora mais robusta. Os adultos são bons voadores e possuem coloração branca e preta; as manchas brancas na parte dorsal formam o desenho de uma “caveira”, sendo esse o motivo do nome comum “percevejo pirata”, dado a *O. insidiosus* (REZENDE, 1990).

Movimentam-se rapidamente na planta à procura de suas presas; quando as encontram, inserem o estilete na cabeça ou no abdome, muitas vezes travando uma batalha. Possuem um eficiente comportamento de busca, sendo capazes de se agregar em áreas de grande densidade da presa e aumentar rapidamente sua população (BUENO, 2009)

KIMAN & YERGAN (1985) estudaram a biologia de *O. insidiosus* em 13 tipos de dietas e verificaram que a fecundidade das fêmeas foi maior quando alimentadas com ovos de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera: Noctuidae), a 25°C de temperatura quando comparada com outras presas.

Fêmeas acasaladas de *O. insidiosus*, quando alimentadas com *F. insularis*, colocaram, em média, 80,7 ovos durante a sua vida, com média diária de 4,9 ovos/fêmea. Para as fêmeas alimentadas com ovos de *S. frugiperda*, o número de ovos depositados foi de 25,8, com média diária de 1,6 (REZENDE, 1990).

3.5. *Trichogramma* spp.

3.5.1. Aspectos morfológicos e biológicos de *Trichogramma* spp.

Os insetos pertencentes a esse gênero são microhimenópteros, que variam de 0,2 a 1,5 mm de comprimento, sendo exclusivamente parasitóides de ovos (PARRA & ZUCCHI, 1997). São holometabólicos, passando, no processo de desenvolvimento, pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulto (MOUTIA & COURTOIS, 1952).

As fêmeas de *Trichogramma* spp. ovipositam no interior de ovos de outros insetos. O ovo desse parasitóide, que possui em média 0,1 mm de comprimento pode aumentar de 5 a 6 vezes o seu tamanho; as larvas se alimentam da massa vitelina ou do embrião do hospedeiro (PARRA & ZUCCHI, 1986). O ovo do hospedeiro torna-se escuro quando a larva atinge o terceiro ínstar, devido à deposição de grânulos pretos na parte interna do córion, conhecidos por sais de urato (CÔNSOLI et al., 1999).

Estudos detalhados realizados por VOLKOFF et al. (1995) e DAHLAN & GORDH (1996), utilizando técnicas de microscopia eletrônica, evidenciaram a ocorrência de apenas um ínstar larval em *T. cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e em *T. australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

A duração total do período ovo-adulto é muito variável, principalmente devido a temperatura, e também em função da espécie do hospedeiro (GRENIER, 1997). GOODENOUGH et al. (1983) observaram para a duração média do período ovo-adulto

de *T. pretiosum* em *H. virescens*, *Sitotroga cerealella* Oliver, 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) a temperatura de 25°C, foi de 10,4; 11,8 e 10,7 dias, respectivamente. PEREIRA et al., (2004), que estudaram a biologia de *T. pretiosum* e *T. exiguum*, constataram que o período de ovo a adulto foi uniforme para as duas espécies, com duração de nove dias quando foram criados em ovos de *P. xylostella* à 25 °C.

Os trichogramatídeos reproduzem-se sexuadamente e por partenogênese (BOWEN & STERN, 1966). DOUTT (1959) considerou três tipos de partenogênese, baseando-se no sexo dos descendentes produzidos: telítoca (uniparental - fêmeas), deuterótoca (biparental – machos e fêmeas) e arrenótoca (uniparental - machos). O modo de reprodução mais comum em *Trichogramma* é a arrenotoquia. O outro modo que pode ocorrer, porém com menor freqüência, é a telitoquia (MOLINA, 2003). De acordo com PINTO & STOUTHAMER (1994), a telitoquia pode ser genética (importância taxonômica) ou causada por infecção microbiana, no caso por bactérias do gênero *Wolbachia*, que impedem o desenvolvimento de machos, fazendo com que os descendentes reproduzam-se por partenogênese telítoca.

Para STOUTHAMER (1993), o uso de uma população originada por telitoquia possui várias vantagens em relação à população originada por arrenotoquia, como: crescimento mais rápido da população, redução dos custos de produção de machos, fácil estabelecimento no campo pois não há necessidade de cópula, e, além disso, a população pode reproduzir-se eficientemente em densidade baixa do hospedeiro.

O número de adultos do parasitóide que irá emergir é variável em função do tamanho do ovo do hospedeiro. Ovos de *S. cerealella*, por exemplo, contém nutrientes para o desenvolvimento de apenas um *Trichogramma*, ainda que possa ocorrer o desenvolvimento de dois, resultando em adultos menores. Já em hospedeiros maiores, como *Manduca sexta* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera: Sphingidae), 10 a 12 indivíduos podem ser gerados a mais do que os normalmente produzidos (BARRET & SCHMIDT, 1991).

A razão sexual em insetos pertencentes a ordem Hymenoptera pode ser influenciada por vários fatores, sendo a qualidade do hospedeiro considerado o

principal (CLAUSEN, 1939; GODFRAY, 1994). Outros fatores importantes que podem influenciar na razão sexual são o tamanho da postura e a frequência de encontro. Segundo TAYLOR & STERN (1971), a medida que o tamanho do hospedeiro aumenta, cresce o número de ovos colocados nele, e a razão sexual favorecerá as fêmeas. Esse favorecimento é o resultado de uma vantagem adaptativa para o acasalamento local (HAMILTON, 1967). Em relação à frequência de encontro, estudos com *T. chilonis* Ishii e *T. evanescens* Westwood mostraram que esses parasitóides tendem a primeiro ovipositar um ovo que dará origem a um macho, nos dois primeiros hospedeiros, e depois colocar uma série de ovos que originarão fêmeas, intercalados com ovos que originarão machos (VINSON, 1997).

A longevidade desses parasitóides, segundo METCALF & BRENIÈRE (1969), pode ser afetada pelo hospedeiro, temperatura e suprimento alimentar. CALVIN et al. (1984) verificaram longevidade de fêmeas de *T. pretiosum* de 7,67 dias a 17 °C, e de 0,60 dias a 35 °C. McDOUGALL & MILLS (1997) relatam longevidades de 53 dias a 10 °C e de 3 dias a 35 °C, para a espécie *T. platneri* Nagarkatti alimentada com mel e parasitando ovos de *S. cerealella*. Os parasitóides que não se alimentaram tiveram longevidade de 9 dias a 10 °C, e de 1 dia a 35 °C. De acordo com CAÑETE & FOERSTER (2003), a longevidade das fêmeas de *T. atopovirilia* Oatman e Platner foi significativamente maior (11,4 dias) quando receberam diariamente ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) durante o estágio adulto, em comparação com fêmeas que não receberam ovos (6,6 dias). PEREIRA-BARROS et al. (2005) constataram que a longevidade para machos e fêmeas foi em média $3,26 \pm 0,12$ dias para insetos sem alimento e $6,36 \pm 0,19$ dias para aqueles que foram alimentados com mel, comprovando o observado por BLEICHER & PARRA (1989), onde a longevidade de *Trichogramma* aumentou quando os parasitóides foram alimentados com mel. Em trabalho realizado por OLIVEIRA et al. (2005), a longevidade, nas diferentes gerações, variou de 11 a 13 dias para fêmeas de *T. exiguum* advindas de ovos de *A. kuehniella* e de 6 a 10 dias em ovos de *S. cerealella*. BAI et al. (1995) mostraram que para *T. brassicae* Bezdenko, *T. minutum* Riley e *T. nr. sibiricum*

Sorokina, ocorre variação na longevidade entre diferentes espécies (8,6 a 9,2 dias; 10,2 a 11,7 e 8,3 a 12,4 dias, respectivamente).

3.5.2. Importância do gênero *Trichogramma* no controle biológico de pragas

Representantes da família Trichogrammatidae, principalmente espécies do gênero *Trichogramma*, constituem-se em um dos grupos de inimigos naturais mais estudados e utilizados no mundo (PARRA & ZUCCHI, 2004). Esses insetos são de grande importância no controle biológico, pois como parasitóides de ovos, principalmente de insetos da ordem Lepidoptera, impedem que a praga atinja a fase de lagarta, estágio em que causa danos às culturas (BOTELHO, 1997)

Sua grande utilização se deve ao fato de que esse microhimenóptero foi relatado parasitando mais de 200 espécies, pertencentes a 70 famílias de 8 ordens de insetos (PRATISSOLI & PARRA, 2001), em mais de 30 países e contra pragas-chave de 34 culturas (VAN LENTEREN & BUENO, 2003). Das aproximadamente 160 espécies de *Trichogramma* conhecidas no mundo (ZUCCHI & MONTEIRO, 1997), apenas 18 são produzidas massalmente em cerca de 16 países onde ocorrem liberações inundativas em 15 milhões de hectares (VAN LENTEREN & BUENO, 2003; POLANCZYK et al., 2006).

Países como Rússia, China, Alemanha, França, México e Suíça têm produzido e liberado *Trichogramma* spp. em extensas áreas, visando o controle de diversas pragas (POLANCZYK et al., 2006). Na América do Sul, a Colômbia destaca-se como o maior produtor de *Trichogramma*, existindo cerca de 30 laboratórios autorizados para a produção desse parasitóide (SIABATTO et al., 1993). Nesse mesmo país, *T. pretiosum* é o mais vendido para produtores de tomate, milho, brassicáceas e algodão (FRANÇA, 1993). GARCIA ROA & JIMÉNEZ (1992) relataram que o uso contínuo desses

parasitóides nos últimos 25 anos vem dispensando o emprego de inseticidas para várias pragas importantes como *Heliothis* spp., *A. gemmatalis* e *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)

No século XX, pesquisas realizadas por FLANDERS (1927) demonstraram a possibilidade de criações massais deste parasitóide em ovos do hospedeiro alternativo *S. cerealella* o que, segundo PARRA (1997), torna o custo de produção bem menor em relação a uma criação realizada no hospedeiro natural. Atualmente *Trichogramma* é produzido “in vitro” por meio de ovos artificiais de polietileno (LI et al., 1988), gerando indivíduos com taxas de parasitismo igual aos parasitóides provenientes de ovos de hospedeiros naturais (WANG, 2001).

No Brasil, os estudos com *Trichogramma* tiveram início em 1946 com a importação e multiplicação de *T. pretiosum* para controle da broca da cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) (PRATISSOLI, 1986).

No Brasil 25 espécies já foram identificadas e estão distribuídas em quase todas as regiões (QUERINO & ZUCCHI, 2003). *T. pretiosum* é a mais amplamente distribuída, e já foi relatada parasitando 18 diferentes hospedeiros e 13 culturas (ZUCCHI & MONTEIRO, 1997). Segundo esses mesmos autores, *T. exiguum* é a segunda espécie com o maior número de hospedeiros no continente sul-americano. No entanto, ainda não havia sido registrada no Brasil, porém foi coletada recentemente em plantios de tomateiro em Piaçu, distrito de Muniz Freire, ES (OLIVEIRA et al., 2003).

Trabalhos com *Trichogramma* no Brasil ainda são escassos quando comparados aos realizados em outros países, principalmente dos continentes Europeu e Asiático (HAJI et al., 2002). O maior exemplo de sucesso no controle biológico aplicado, com uso de *Trichogramma* no Brasil, foi realizado pelos pesquisadores da EMBRAPA Semi – Árido, nas cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) e regiões adjacentes, onde liberações inundativas de *T. pretiosum* foram realizadas visando o controle de *T. absoluta* em plantios de tomate (HAJI, 1992). As perspectivas de utilização de *Trichogramma* no Brasil são muito boas, haja vista que atualmente já existem empresas especializadas na multiplicação, comercialização e assessoria do emprego desses

inimigos naturais em campo, possibilitando cada vez mais o emprego do controle biológico.

3.6. A bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis*

No gênero *Bacillus*, a espécie *B. thuringiensis* é considerada de maior interesse, pois é um entomopatógeno capaz de controlar insetos-praga de várias ordens como Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera, além de dípteros vetores de doenças humanas como os mosquitos do gênero *Culex*, *Aedes* e *Simulium* (DE MAAGD et al., 2003; CAVADOS et al., 2001).

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

O *Bt* foi descrito pela primeira vez por Berliner em 1911, quando este pesquisador isolou o bacilo em lagarta de *A. kuehniella*. Em homenagem a província de Thuringia (Alemanha), onde o primeiro inseto infectado foi encontrado, nomeou-o *B. thuringiensis*. Porém, não foi o primeiro isolamento deste patógeno. Em 1901, o biólogo S. Ishiwata isolou a bactéria que era o agente causal da “sotto-disease”. Em 1908, Iwabuchi a denominou como Sotto Ishiwata, que posteriormente foi considerado nome inválido e o nome mais recente (*Bacillus thuringiensis*) foi mantido (GLARE & O`CALLAGHAM, 2000).

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

por subunidades denominadas cristais, com atividade inseticida. Os cristais são constituídos por δ -endotoxinas, ou proteínas Cry, que vão sendo 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 ligam-se a receptores específicos localizados na membrana apical das células colunares do intestino médio, interferindo no gradiente iônico e 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).

Além disso, *Bt* não é tóxica a humanos, uma característica muito importante, pois os agentes de controle são geralmente aplicados em áreas urbanas, com pessoas próximas à pulverização (POLANCZYK et al., 2003).

Embora os produtos comerciais disponíveis restrinjam-se ao controle de lepidópteros, dípteros e coleópteros, mais de 1.000 espécies de insetos, pertencentes a diversas ordens de insetos, são suscetíveis a este patógeno (GLARE & O'CALLAGHAM, 2000).

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 são formulados com a linhagem HD-1, 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).

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 pouco utilizados

para controle de pragas de importância agrícola, tendo as principais limitações: elevado custo, a concorrência com produtos químicos e a falta de investimentos dos setores públicos e privados no desenvolvimento e formulações desses produtos (POLANCZYK & ALVES, 2003).

3.7. Produto comercial Agree®

Os trabalhos para o desenvolvimento de novos bioinseticidas a base de *B. thuringiensis* são muito importante, pois as diferentes formulações e a descoberta de estirpes com diferentes toxinas podem promover maior atividade tóxica e um melhor resultado do produto as condições ambientais (MEDEIROS et al., 2006).

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 ainda contém proteínas Cry1Ac, Cry1C e Cry1D (LIU et al., 2004).

4. REFERÊNCIAS

ALVES, S. B.; MOINO, A.; ALMEIDA, J. E. M. Desenvolvimento potencial de uso e comercialização de produtos microbianos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. 2ª ed., Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 145-158.

AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JR; 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.

BAI, B.; ÇOBANOGLU, S.; SMITH, S. M. Assessment of *Trichogramma* species for biological control of forest lepidopteran defoliators. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 75, n. 2, p. 135-145, 1995.

BARBER, G. W. *Orius insidiosus* (Say), an important natural enemy of the corn earworm. **USDA Technical Bulletin**, Washington, p. 1-24, 1936.

BARRET, M.; SCHMIDT, J. M. A. A comparison between the amino acid composition of an egg parasitoid wasp and some of its hosts. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 58, n. 1, p. 29-41, 1991.

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. 73 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Jaboticabal, 2009.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitóides de *Alabama argillacea*. I. Biologia de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 8, p. 929-940, 1989.

BOWEN, W. R.; STERN, V. M. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaics in a uniparental race of *Trichogramma semifunatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 59, n. 4, p. 823-834, 1966.

BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P.; MAGRINI, E. A.; HADDAD, M. L.; RESENDE, L. C. L. Parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Pyralidae) por *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym.: Trichogrammatidae) em duas variedades de cana-de-açúcar conduzidas em dois espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 39, p. 591-595, 1995.

BOTELHO, P. S. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, cap. 11, p. 303-318, 1997.

BRITO, J. P. **Aspectos biológicos e taxa de consumo de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) predando *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000, p.69-90.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e multiplicação de percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff. BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2009, p. 33-76.

BUSH, L.; KRING, T. J.; RUBSERSON, J. R. Suitability of greenbugs, cotton aphids, and *Heliothis virescens* eggs for the development and reproduction of *Orius insidiosus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 67, n. 2, p. 217-222, 1993.

CALVIN, D. D.; KNAPP, M. C.; WELCH, S. M.; POSTON, F. L.; ELZINGA, R. J. Impact of environmental factors on *Trichogramma pretiosum* reared on southwestern corn borer eggs. **Environmental Entomology**, Lanham, v.13, n. 3, p.774-780, 1984.

CAÑETE, C. L.; FOERSTER, L. A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 2, p.201-204, 2003.

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

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, 2001. p .85-89.

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.

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.

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

CLAUSEN, C. P. The effect of host size upon the sex ratio of hymenopterous parasites and its relation to methods of rearing and colonization. **Entomological Society of New Zeland Bulletin**, Wellington, v. 47, p. 1-9, 1939.

COHEN, A. C. Biochemical and morphological dynamics and predatory feeding habitats in terrestrial heteroptera. In: COLL, M., J. R. RUBERSON. (Eds.). **Predatory Heteroptera: their ecology and use in biological control**. Lanham: Thomas Say, 1998. p. 21-32.

CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, n. 3/4, p. 271- 275, 1999.

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

DAHLAN, A. N.; GORDH, G. Development of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 35, n. 4 p. 337-344, 1996.

DE BORTOLI, S. A.; OLIVEIRA, J. E. M.; SANTOS, R. F.; SILVEIRA, L. C. P. Tabelas de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) predando *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes cultivares de algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 203-210, 2008.

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.

DICKE, F. F.; JARVIS, J. L. The habits and seasonal abundance of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Heteroptera: Anthocoridae) on corn. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 35, n. 3, p. 337-344, 1962.

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.

DOUTT, R. L. The biology of parasitic hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.4, p.161-182, 1959.

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, 2008. 421 p.

FLANDERS, S. E. Biological control of the codling moth (*Carpocapsa pomonella*). **Journal of Economic Entomology**, Lanham v. 20, n. 1, p. 644, 1927.

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. Por quanto tempo conseguiremos conviver com a traça do tomateiro? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, p.176-178, 1993.

GALLI, J. C. A seletividade dos inseticidas. **Suplemento Agrícola, O Estado de São Paulo. São Paulo**, n. 1777, p. 06, 1989.

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, 2002. 920p.

GARCIA ROA, F. G.; JIMENEZ, V. J. Manejo y producción de *Trichogramma* spp. en Colombia. In Simpósio de Controle Biológico, 3, Águas de Lindóia, 1992. **Anais**, Jaguariuna, EMBRAPA-CNPDA, p. 138, 1992.

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

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids**: behavioral and evolutionary ecology. Princeton: University Press, 1994. 437p.

GOODENOUGH, J. L.; HARTSTACK, A. W.; KING, E. G. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four hosts. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 76, n. 5, p. 1095-102, 1983.

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.

GRENIER, S. A. Desenvolvimento e produção in vitro de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. Cap. 9, p. 235-258.

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

Haji, F. N. P. Manejo de pragas do tomateiro no submédio São Francisco. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA, A. do C. B.; DE BORTOLI, S. A. (Eds.). **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal, FUNEP, 1992, p.341-350.

Haji, F. N. P.; PREZOTTI, J. S.; CARNEIRO, J. S.; ALENCAR, J. A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial, 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. Piracicaba: Manole, 2002. p. 477-494.

HAMILTON, W.D. Extraordinary sex ratios. **Science**, London, v.156, n.3774, p.477-488, 1967.

HERRING, J. L. The genus *Orius* of the western hemisphere (Hemiptera: Anthocoridae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 59, n. 2, p. 1093-1109, 1966.

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.

HOLLING, C. S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 6, p. 163-182, 1961.

IGLINSKY JUNIOR, W.; RAINWATER, C. F. Observations and life history notes on *Orius insidiosus* (Say) an important natural enemy of the red spider mite, *Spoganychus* spp., on cotton in Texas. **Journal of Economic Entomology**, Geneva, v. 43, n. 4, p. 567-568, 1950.

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

KIMAN, Z.B.; YEARGAN, K.V. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets of selected plant material and arthropod prey. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 78, n. 4, p. 464-467, 1985.

LATTIN, J. D. Bionomics of the Anthocoridae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, p. 207-231, 1999.

LATTIN, J. D. Economic importance of minute pirate bugs (Anthocoridae). In: SCHOEFER, C. W. S. & PANIZZI, A. R. (eds.), **Heteroptera of economic importance**. Florida, CRC Press, 2000, p. 607-637.

LI, L. Y.; LIU, W. H.; CHEN, C. S.; HAN, S. T.; SHIN, J. C.; DU, H. S.; FENG, S. Y. In vitro rearing of *Trichogramma* spp. and *Anastatus* sp. in artificial eggs and the methods of mass production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON *Trichogramma* AND OTHER EGG PARASITES, 2, Guangzhou, 1986. Paris, INRA, 1988. p.339-52. (Les Colloques de l'INRA, 43).

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**, v.40, n. 10, p. 312–317, 2004.

MARSHALL, G. E. Some observations on *Orius (Triphelps) insidiosus* (Say). **Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 3, n. 2, p. 29-31, 1930.

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. Campinas, IAC, 36p. 2007. (Boletim, 200).

McCAFREY, J. P.; HORSBURGH, R. L. Biology of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae): a predator in Virginia Apple orchards. **Enviromental Entomology**, Maryland, v. 15, n. 4, p. 984-988, 1986.

McDOUGALL, S. J.; MILLS, N. J. The influence of hosts, temperature and food sources on the longevity of *Trichogramma platneri*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 83, n. 2, p. 195-203, 1997.

MEDEIROS, R. S.; LEMOS, W. P.; RAMALHO, F. S.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C. Potencial reprodutivo de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), tendo como presa lagartas de curuquerê-do-algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** p. 285-287.

MEDEIROS, M. A. O controle biológico de insetos praga e sua aplicação em cultivos de hortaliças, Brasília, Embrapa Hortaliças, 15p (Circular técnica, 8), 1997.

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.

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.

MEDEIROS P.T; SONE E.H; SOARES C.M.S; DIAS J.M.C.S; MONNERAT R.G. Avaliação de produtos à base de *Bacillus thuringiensis* no controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 245-248, 2006.

MENDES, S.M.; BUENO, V.H.P.; CARVALHO, L.M.; SILVEIRA, L.C.P. Efeito da densidade de ninfas de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) no consumo alimentar e aspectos biológicos de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera, Anthocoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 19-24, 2003.

MENDES, S. M.; BUENO, V. H. P.; CARVALHO, L. M.; REIS, R. P. Custo da produção de *Orius insidiosus* como agente de controle biológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p. 441-446, 2005.

METCALF, J.R.; BRENIÈRE, J. Egg parasites (*Trichogramma* spp.) for control of sugar cane moth borers. In: WILLIAN, J.R.; METCALF, J.R.; MUNGOMERY, R.W.; MATHE, R. (Eds.) **Pests of sugar cane**. New York: Elsevier, 1969. 81-115.

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.

MOLINA, R. M. S. **Bioecologia de duas espécies de *Trichogramma* para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros**. 2003. 80f. Dissertação (mestrado em Entomologia), ESALQ/USP, Piracicaba. 2003.

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.; 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.

MOUTIA, L. A.; COURTOIS, C. M. Parasites of the moth-borers of sugar-cane in Mauritius. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 43, p.325-335, 1952.

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

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. 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.

OLIVEIRA, H. N.; COLOMBI, C. A.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E. P.; DALVI, L. P. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em dois hospedeiros por diversas gerações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 284-288, 2005.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A.; SANTOS, R. F.; SILVEIRA, L. C. P. Efeito de cultivares de algodoeiro sobre a biologia e capacidade predatória de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera, Anthocoridae) predando *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 45-52, 2008.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. O uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 54-75.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.), **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 121-150.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 1997. 324p.

PEDROSO, E. C. Criação de *Orius insidiosus*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.) **Criação de Insetos**: da base à biofábrica. Jaboticabal: edição própria, 2009. p. 178-197.

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

PEREIRA-BARROS, J. L.; BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; SANTOS, A. J. N.; CARVALHO, L. W. T.; CARVALHO, L. W. T.; OLIVEIRA, C. J. T. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 714-718, 2005.

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.

PINTO, J. D.; STOUTHAMER, R. Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma*. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. (Eds.). **Biological Control with egg parasitoids**. Wallingford: CAB International, 1994. cap.1, p.1-36.

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.

POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; OLIVEIRA, G. S.; ANDRADE, G. S. Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 233-239, 2006.

PRATISSOLI, D. **Seletividade de três espécies de *Trichogramma* a ovos estéreis de Lepidópteros em condições de laboratório**. 1986. 77f. Dissertação (mestrado em Entomologia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. 1986.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. New species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with lepidopterous eggs in Brazil. **Zootaxa**, v. 163, p. 1-10, 2003.

REZENDE, M. F. O. **Biologia e consumo alimentar de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) sobre duas presas diferentes**. 1990. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Entomologia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1990.

RICHARDS, P. C.; SCHMIDT, J. The effect of selected dietary supplements on survival and reproduction of *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 128, n. 1, p. 171-176, 1996.

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.

SIABATTO, J. A.; ALVAREZ, G.; HERRERA, M.; RED, F. Control biológico en el cultivo del algodón, In: PALACIOS, F.; ARCINIEGAS, I. C.; ASTUDILLO A. M. (Eds.). **Control Biológico en Colombia: historia, avances y proyecciones**. Palmira: Colombia, 1993, p. 35-41.

SILVEIRA, L. C. P.; BUENO, V. H. P.; PIERRE, L. S. R.; MENDES, S. M. Plantas cultivadas e invasoras como habitat para predadores do gênero *Orius* (Wolff) (Heteroptera: Anthocoridae). **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 261-265, 2003.

STOUTHAMER, R. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. **Entomophaga**, Paris, v. 38, n. 1, p. 3-6, 1993.

STUDEBAKER, G. E.; KRING, T. J. Effects of insecticides on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), measured by field, greenhouse and petri dish bioassays. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 2, p. 178-185, 2003.

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. 65 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

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.

TAYLOR, T. A.; STERN, V. M. Host preference studies with the egg parasite *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 64, p.1381-1390, 1971

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.

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

VAN LENTEREN, J. C.; ROSKAN, M. M.; TIMMER, R. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. **Biology Control**, Orlando, v. 10, p. 143-149, 1997.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Dordrecht, v. 48, n. 1, p.123-139, 2003.

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

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, cap.3, 1997. p.67-120.

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.

VOLKOFF, A. N.; DAUMAL, J.; BARRY, P.; FRANÇOIS, M. C.; HAWLITZKY, N.; ROSSI, M. M. Development of *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae): time table and evidence for a single larval instar. **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 24, n. 4, p.459-466, 1995.

WANG, S. Research progress in *Trichogramma* mass rearing by using artificial host eggs. **Plant Protection Technology and Extension**. Taichung. v. 21, p. 40-41, 2001.

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

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, 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, 2002. p. 495-528.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 41-66.

CAPÍTULO 2 - AÇÃO DE AGREE® NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DO PREDADOR *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) ALIMENTADO COM LAGARTAS DE *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)

RESUMO - Avaliou-se o efeito do inseticida biológico Agree®, a base de *Bacillus thuringiensis* sobre o predador *Podisus nigrispinus*, tendo como alimento lagartas infectadas de *Plutella xylostella* e pela ingestão direta do produto. Os predadores (60) utilizados para o experimento foram mantidos em sala climatizada a $25\pm 1^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e UR de $70\pm 10\%$, acondicionados em recipientes (10 insetos por recipiente) plásticos transparentes de 1000 mL. Foram realizados três tratamentos: predadores alimentados diariamente com lagartas de *P. xylostella* infectadas com *B. thuringiensis* + água, predadores alimentados diariamente com lagartas de *P. xylostella* não infectadas + água e predadores alimentados diariamente com lagartas de *P. xylostella* não infectadas + o fornecimento de suspensão da bactéria no lugar da água. Foram avaliados os aspectos biológicos ao longo do ciclo do predador. O tratamento com lagartas infectadas foi o mais prejudicial, seguido do tratamento com lagartas + bactéria. Com base nos dados obtidos para as características biológicas de *P. nigrispinus* foram determinados os parâmetros necessários para a construção de tabelas de vida. Verificou-se que fêmeas de *P. nigrispinus* que consomem diariamente lagartas de *P. xylostella* infectadas com *B. thuringiensis* diminuem a progênie, tendo como consequência menor taxa de crescimento populacional.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, percevejo predador, biologia de insetos, bactéria entomopatogênica, Agree®

1. INTRODUÇÃO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), é uma praga cosmopolita, causadora de elevados prejuízos em brássicas e, particular em repolho, no Brasil (CASTELO BRANCO et al., 1996, FRANÇA & MEDEIROS, 1998) e em outros países produtores (TALEKAR & SHELTON, 1993; GODIN & BOIVIN, 1998; SILVA et al., 2003).

Para reduzir os prejuízos, a opção dos produtores de brássicas tem sido a aplicação intensiva de inseticidas; no entanto, tal prática não tem apresentado resultados satisfatórios, uma vez que aplicações, em até três vezes semanais, não reduziram os danos da traça, que se tornou resistente a muitos inseticidas utilizados corriqueiramente (CASTELO BRANCO et al., 2001; THULER et al., 2008).

O uso do bioinseticida à base de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) em combinação com outras táticas de manejo pode ser boa estratégia para contornar o problema da resistência, assim como o emprego de inimigos naturais associados com o controle microbiano. Atualmente cerca de 200 produtos à base de Bt são responsáveis por 97% do mercado mundial de bioinseticidas, gerando um faturamento anual de US\$ 120 a 140 milhões (BRAR et al., 2006; POLANCZYK et al., 2008).

Inseticidas a base de *B. thuringiensis* são empregados no controle de várias espécies de Lepidoptera, Diptera e Coleoptera (DE MAAGD et al., 2001; HERNANDEZ-MARTINÉZ et al., 2010). A utilização dessa bactéria entomopatogênica para controle da traça-das-crucíferas foi relatada por diversos autores como DIAS et al. (2002); MONNERAT et al. (2004) e MEDEIROS et al. (2004).

A habilidade dos insetos em desenvolver resistência a produtos formulados a base de *B. thuringiensis* ou proteínas Cry tem sido relatada para muitas espécies de insetos, a maioria Lepidoptera (FERRÉ et al., 2002, FERRÉ et al., 2008). Há registros de populações de *P. xylostella* resistentes a essa bactéria (TABASHNIK et al., 1997; FERRÉ et al., 2002; HERNANDEZ-MARTINÉZ et al., 2010). 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-se dos demais pentatomídeos por seu hábito predador. Ninfas, exceto as de 1º estágio, e adultos atacam principalmente insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera (VACARI, 2006).

Podisus maculiventris (Say) (Hemiptera: Pentatomidae) é comercializado na Holanda para supressão de surtos de desfolhadores (DE CLERCQ et al., 1998). No Brasil, *P. nigrispinus* é a espécie mais estudada devido a sua ocorrência natural, agressividade e voracidade (ZANUNCIO, 2002; VACARI et al., 2004; VACARI, 2006; VACARI et al., 2007; OTUKA, 2008). 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 brássicas (LINS JUNIOR et al., 2007).

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

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do produto comercial Agree[®], a base de *B. thuringiensis*, nas características biológicas do predador *P. nigrispinus* por meio da alimentação com lagartas infectadas de *P. xylostella* e da ingestão direta da suspensão do produto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as criações foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 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 estoque do LBCI, foram mantidos em placas de Petri (14 cm de diâmetro x 2 cm de altura) até a eclosão das ninfas (Figura 1-A). Uma pequena porção de algodão umedecido foi fixada na tampa. Como as ninfas começam a se alimentar apenas a partir do 2^o estágio, nessa fase elas foram transferidas para potes plásticos transparentes de 1000 mL (Figuras 1-B 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.

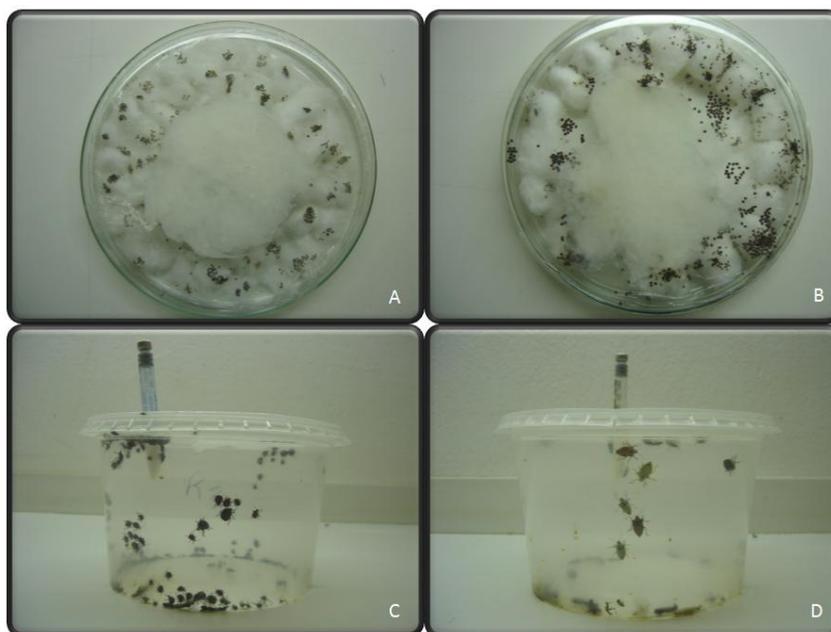


Figura 1. A) Manutenção dos ovos. B) Manutenção das ninfas de 1^o estágio. C) Manutenção das ninfas de 2^o ao 5^o estágio. D) Manutenção dos adultos (VACARI, 2009).

2.2. Criação de *Plutella xylostella*

Para manutenção da criação, pupas foram obtidas da criação estoque do LBCI e, após a emergência dos adultos, foram liberados em gaiolas contendo um disco de 8 cm de folha de couve colocado sobre um disco de papel filtro do mesmo tamanho, levemente umedecido. Este papel foi disposto sobre um copo plástico transparente com a abertura voltada para baixo, ficando a folha de couve elevada dentro da gaiola transparente, onde ocorreu a oviposição. 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 “voil” nessa abertura. Em cada gaiola foi feita uma abertura lateral, quadrada (10 x 10 cm), coberta com tecido tipo “voil”. Os discos de folha de couve, onde foram realizadas as posturas foram

retirados das gaiolas e transferidos para placas de Petri até a eclosão das lagartas, que foram transferidas para caixas plásticas (30 x 15 cm) com folhas de couve, repostas quando necessário, até que as larvas atingissem a fase pupal. As pupas foram coletadas com o auxílio de pincel e acondicionadas em tubos de ensaio vedados com filme plástico (PVC) com pequenos furos, para sua aeração (Figuras 2 e 3)

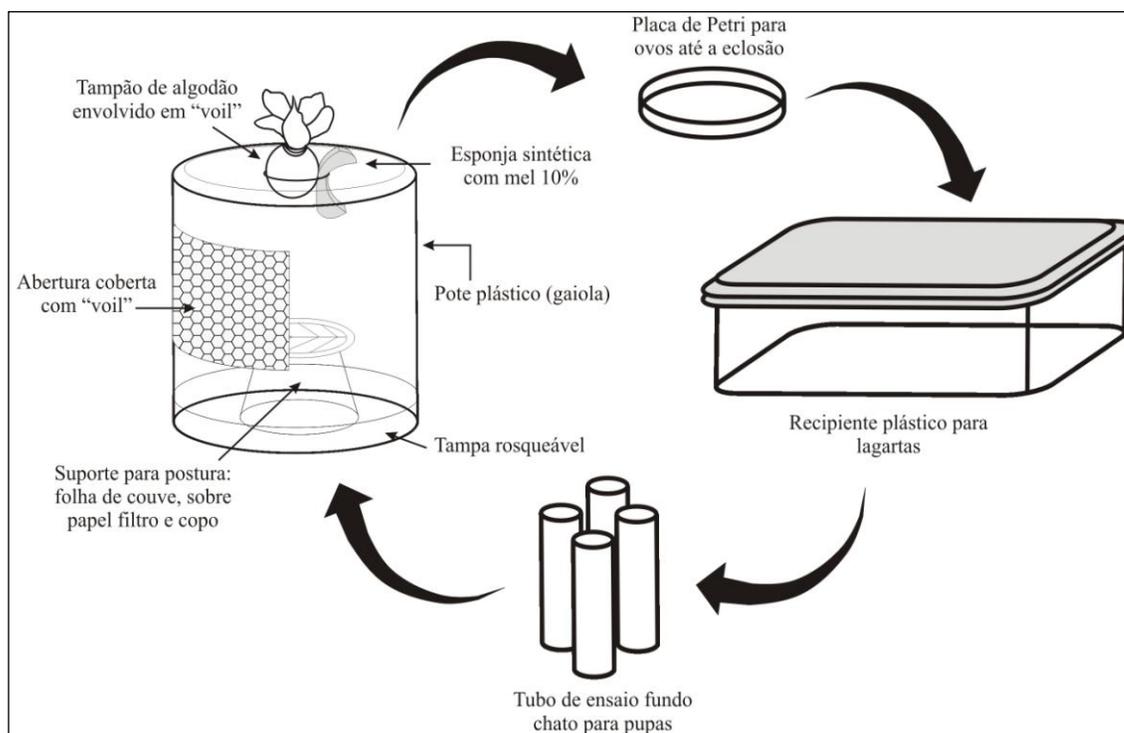


Figura 2. Esquema de criação da traça das crucíferas desenvolvido por THULER (2006), baseado na metodologia de BARROS (1998).

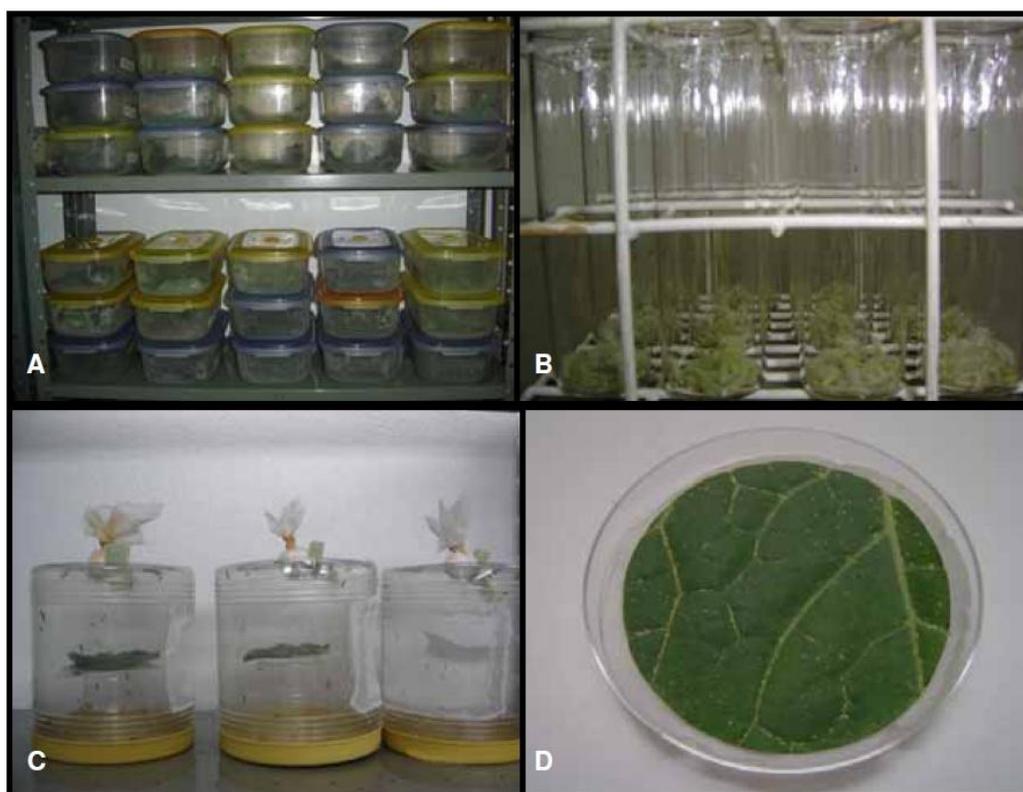


Figura 3. A) Manutenção das lagartas; B) Manutenção das pupas; C) Manutenção dos adultos; D) Manutenção dos ovos (THULER, 2006).

2.3. Condução dos experimentos

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

Sessenta ninfas de *P. nigrispinus* de segundo ínstar foram acondicionadas em seis recipientes plásticos transparentes de 1000 mL, sendo colocadas dez ninfas por recipiente (Figura 4-A).

No bioensaio foi utilizado o produto comercial Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*). Na dosagem recomendada pelo fabricante. Uma alíquota de 100 µL de suspensão do produto na concentração de 0,70 g/0,5L foi pulverizada na superfície de folhas de *Brassica oleracea* var. *acephala* (Figura 4-B). A pulverização foi realizada com auxílio de uma pistola para pintura, tipo aerógrafo, acoplada a um compressor da marca Schulz Modelo MS 2.3 com pressão operacional de 25lbf/pol2, sob capela de exaustão. Após a evaporação do excesso de umidade, folhas de couve foram oferecidas à lagartas de 3^o ínstar de *P. xylostella* em bandejas plásticas transparentes (30 x 15 cm). Estas bandejas foram acondicionadas em sala climatizada por um período de 12 horas e, em seguida, as lagartas foram oferecidas aos predadores. Este processo foi realizado diariamente até o final do experimento.

O experimento foi composto por três tratamentos. No primeiro, apenas lagartas sadias de *P. xylostella* foram oferecidas aos predadores + água; no segundo, lagartas que se alimentaram de folhas de couve pulverizadas com o produto formulado Agree[®] + água; e no terceiro, lagartas sadias de *P. xylostella* foram oferecidas, porém a água que é colocada em um tubo (anestésico odontológico) foi substituída pela suspensão de *B. thuringiensis* (Figura 4-C).



Figura 4. A) Ninfas + suspensão de água B) Folha de couve sendo pulverizada com suspensão de *Bacillus thuringiensis*; C) Suspensão de *Bacillus thuringiensis* no tubo anestésico.

O desenvolvimento das ninfas foi acompanhado até a fase adulta obtendo-se a duração e a viabilidade dos diferentes estádios. Os adultos obtidos foram separados por sexo e utilizados para a formação de casais, que foram confinados isoladamente em recipientes plásticos transparentes de 1.000 mL, onde receberam diariamente como alimento lagartas de *P. xylostella* de 3^o estágio oriundas dos tratamentos em teste. Desses adultos foram obtidos: duração e viabilidade ninfal, período de pré-oviposição, período de oviposição, período de pós-oviposição, número de posturas por fêmea, número de ovos por postura, 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 obtidos 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 resultados foram submetidos à análise de variância pelo PROC ANOVA do SAS Institute (2002), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 1,67% de probabilidade, quando significativas pela ANOVA.

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_o , T, r_m , λ e TD) foram calculados pelas seguintes equações:

$$R_o = \sum (m_x \cdot l_x)$$

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

$$r_m = \log R_o / T \cdot 0,4343$$

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

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

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

O contato dos predadores com o produto comercial resultou em diferenças significativas durante o desenvolvimento ninfal provocadas pela ingestão da suspensão de *B. thuringiensis* quanto pela alimentação de lagartas infectadas. (Tabela 1). As durações do segundo ($F_{2,17}=23$; $P<0,0001$), terceiro ($F_{2,17}=10,77$; $P=0,0013$) e quarto estádios ($F_{2,17}=7,98$; $P=0,0044$) foram menores para ninfas que ingeriram a suspensão (3,8; 3,0; 3,6 dias, respectivamente). Para o período ninfal como um todo ($F_{2,17}=24,89$; $P<0,0001$), o fornecimento da suspensão da bactéria proporcionou o menor período (18,0 dias), seguido do tratamento com lagartas sadias (21,0 dias) e por aquele com lagartas infectadas, o mais prejudicial (23,0 dias).

Tabela 1. Período (dias), viabilidade (%) de cada estágio ninfal e total de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas com *Bacillus thuringiensis*, lagartas não infectadas e fornecimento de suspensão da bactéria.

Características	Ínstar	Lagartas + água	Lagartas + suspensão	Lagartas infectadas + água
Durações (dias)	2 ^o	4,9±0,16 a ¹	3,8±0,15 b	5,2±0,17 a
	3 ^o	4,2±0,40 a	3,0±0,08 b	4,8±0,24 a
	4 ^o	4,2±0,14 ab	3,6±0,32 b	4,9±0,14 a
	5 ^o	5,7±0,16 a	5,6±0,10 a	6,8±0,18 a
	Período ninfal	21,0±0,69 b	18,0±0,30 c	23,7±0,63 a
Viabilidades (%)	2 ^o	96,7±0,38 a	90,0±0,50 a	83,3±0,65 a
	3 ^o	96,7±2,10 a	86,3±3,95 ab	77,3±3,95 b
	4 ^o	93,3±0,48 a	92,1±0,41 a	97,6±0,40 a
	5 ^o	93,3±0,48 a	91,1±0,56 a	80,5±0,85 a
	Viab. ninfal	80,0±2,58 a	63,3±3,33 b	48,3±5,43 c

¹Médias (±EP) seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente (teste de Fisher LSD; P>0,017)

Esses efeitos adversos podem estar relacionados aos componentes da formulação do produto no qual a bactéria estava presente (HAVERTY, 1982) ou relacionado à grande atividade inseticida das proteinases tóxicas situadas em corpos paraesporais (cristais) (POLANCZYK et al., 2003). Depois da solubilização e ativação do cristal no intestino do inseto alvo, a toxina é ativada e interage com específicos receptores de superfície nas células do intestino médio (MONNETE et al., 1997). Estudos realizados por NASCIMENTO et al. (1998) também indicaram efeitos adversos do bioinseticida na biologia de *P. nigrispinus*. No entanto, os efeitos prejudiciais dos bioinseticidas à base de *Bt* 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 ou por lhe faltar receptores ou por processos bioquímicos insuficientes (ZWAHLEN et al., 2000). Além

disso, a quantidade de *Bt* ingerida pelas lagartas de *P. xylostella* pode ter sido baixa para ocorrer efeito adverso no predador. A técnica de BBMV (“Brush Border Membrane Vesicles”) poderia fornecer uma visão sobre o destino da toxina se essa fosse ingerida pelo organismo não-alvo, além de procurar efeitos negativos das toxinas Cry, mostraria a ligação específica dessas toxinas às membranas do intestino médio (RODRIGO-SIMÓN et al., 2005). Saliente-se que 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).

Quanto à viabilidade, ocorreu diferença significativa apenas no terceiro ínstar ($F_{2,17}=7,89$; $P=0,0046$) no tratamento com lagartas infectadas (77,3%), em relação a lagartas sadias (96,7%). Para a viabilidade ninfal ($F_{2,17}=15,94$; $P=0,0002$) como um todo também ocorreram diferenças significativas entre os três tratamentos, o menor número de adultos foi obtido, quando os predadores foram alimentados com lagartas infectadas (Tabela 1). Estudos mostram que a toxina ingerida pelo herbívoro passa para o terceiro nível trófico (TORRES & ZANUNCIO, 2006), como *P. maculiventris* que reteve 40% da toxina contida na planta quando foi alimentado com lagartas infectadas de *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) (TORRES & RUBERSON, 2008).

As características reprodutivas de *P. nigrispinus* foram muito afetadas pelo uso de *B. thuringiensis*, principalmente no tratamento com lagartas infectadas, onde praticamente todos os parâmetros biológicos avaliados apresentaram diferenças significativas (Tabela 2). 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 *B. mori* tratadas com *B. thuringiensis*. O tratamento com lagartas + suspensão também apresentou diferenças significativas em relação às lagartas sadias, porém sendo menos prejudicial ao predador (Tabela 2).

Tabela 2. Características reprodutivas de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas com *Bacillus thuringiensis*, lagartas não infectadas e fornecimento de suspensão da bactéria.

Características	Lagartas + água	Lagartas + suspensão	Lagartas infectadas + água
Postura/fêmea	26,0±0,31 a ¹	17,0±0,27 b	7,4±0,21 c
Postura/dia	1,4±0,07 a	0,9±0,05 b	1,1±0,08 ab
Ovos/postura	18,3±0,19 b	22,5±0,18 a	10,4±0,20 c
Ovos/dia	21,0±0,24 a	14,1±0,17 b	4,7±0,37 c
Fecundidade	400,1±1,27 a	333,6±1,08 a	48,3±0,65 b
Fertilidade (%)	74,3±0,30 a	80,6±0,34 a	66,6±0,58 a
Período incubação (dias)	5,3±0,03 b	5,6±0,04 a	5,4±0,07 ab

¹Médias (±EP) seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente (teste de Fisher LSD; P>0,017)

O período de pré-oviposição ($F_{2,29}= 4,25$; $P=0,0002$) apresentou diferença significativa entre os tratamentos, já o de oviposição ($F_{2,29}=7,31$; $P=0,0029$) diferiu significativamente com lagartas infectadas (Tabela 3). Tanto a ingestão de lagartas infectadas quanto a suspensão da bactéria foram prejudiciais ao predador. Porém, estudos em campo devem ser realizados para confirmação dos efeitos deletérios causados a *P. nigrispinus*.

Tabela 3. Período de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas com *Bacillus thuringiensis*, lagartas não infectadas e fornecimento de suspensão da bactéria.

Características	Lagartas + água	Lagartas + suspensão	Lagartas infectadas + água
Pré-oviposição (dias)	5,6±0,09 b ¹	5,9±0,12 ab	9,12±0,29 a
Oviposição (dias)	35,4±0,32 a	32,0±0,32 a	19,4±0,40 b
Pós-oviposição (dias)	1,0±0,10 b	3,1±0,15 a	0,76±0,15 b

¹Médias (±EP) seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente (teste de Fisher LSD; P>0,017)

Em relação aos parâmetros da tabela de vida de fertilidade, independente do meio de contato entre predadores e bactéria, o tempo médio de geração (T) e o tempo para a população duplicar em número (TD) foram semelhantes (Tabela 4). A taxa de líquida de reprodução (R_0), a razão infinitesimal de aumento populacional (r_m) e a taxa finita de crescimento (λ) foram menores para os predadores quando alimentados com lagartas infectadas pela bactéria, indicando o efeito prejudicial da presença da bactéria na dieta desses predadores. Estes resultados concordam com os obtidos por NASCIMENTO et al. (1998), onde R_0 , r_m e λ foram significativamente menores quando *P. nigrispinus* foi alimentado com lagartas de *B. mori* tratadas com *B. thuringiensis kurstaki*.

Tabela 4. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade (média±EP)¹ de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas com *Bacillus thuringiensis*, lagartas não infectadas e o fornecimento de suspensão da bactéria.

Parâmetros	Lagartas + água	Lagartas + suspensão	Lagartas infectadas + água
R ₀	141,3±31,80 a	118,8±30,27 a	17,8±10,08 b
T	34,95±5,56 a	36,54±3,74 a	37,52±2,59 a
r _m	0,142±0,0227 a	0,131±0,0083 a	0,077±0,0150 b
λ	1,152±0,0262 a	1,140±0,0094 a	1,080±0,0166 b
TD	4,9±0,77 a	5,3±0,33 a	9,0±1,90 a

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 (0,55; 0,52; 0,41 e 0,54 razão sexual para larva+água, larva+suspensão e larva infectada+água); T=∑(x/l_xm_x)/∑(l_xm_x); r_m=Ln R₀/T; λ=e^{r_m}

O pico de oviposição das fêmeas (m_x) ocorreu entre 20 e 52 dias de idade dos predadores para os insetos alimentados com lagartas + água e lagartas + suspensão e, para o tratamento lagartas infectadas + água foi entre 30 e 60 dias (Figura 1).

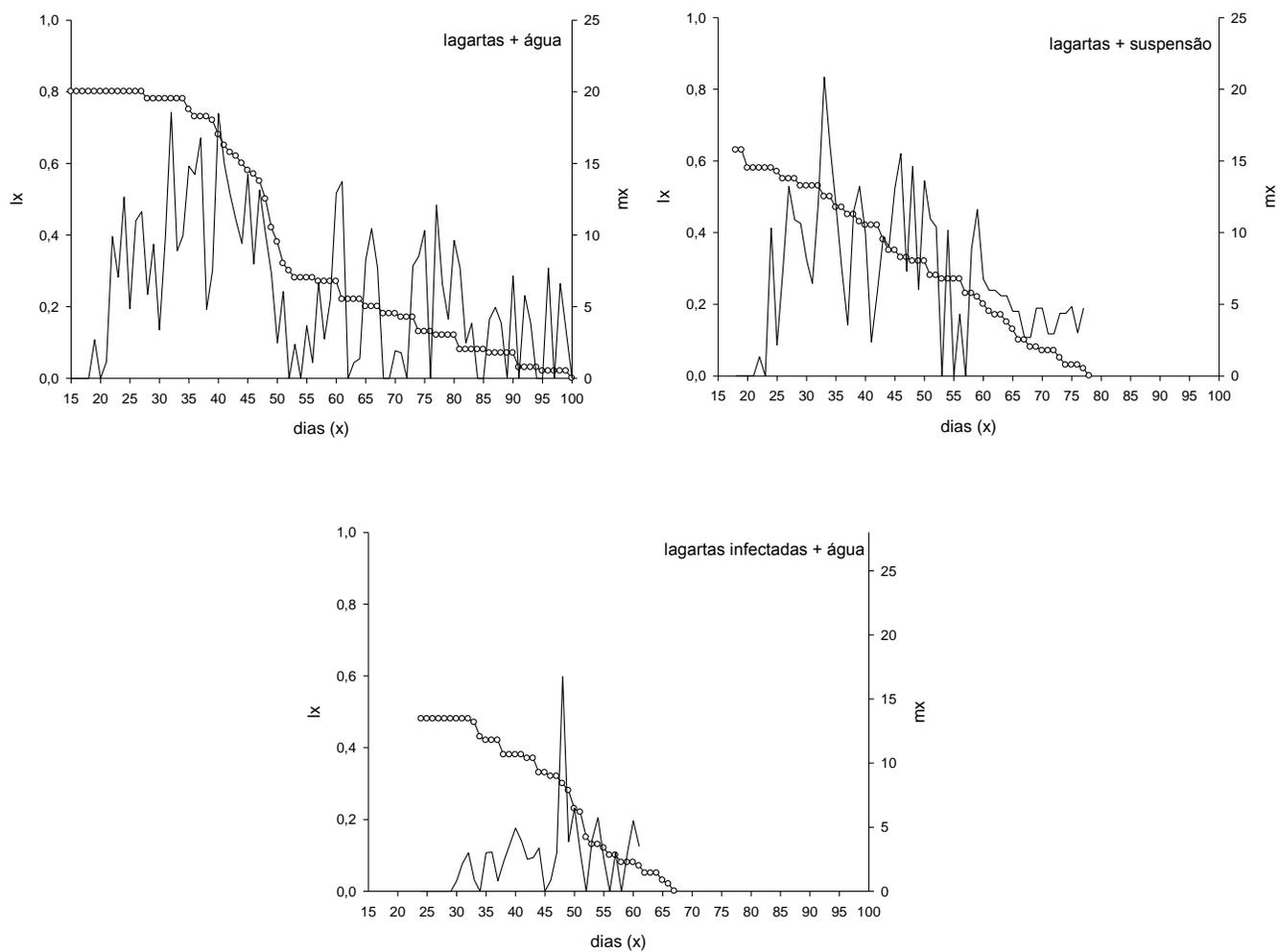


Figura 1. Número médio de ninfas por fêmea (m_x) e taxa de sobrevivência (I_x) de *Podisus nigrispinus* alimentado com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas com *Bacillus thuringiensis*, lagartas não infectadas e o fornecimento de suspensão da bactéria

Entretanto, os picos foram numericamente maiores para as fêmeas alimentadas com lagartas + água, que atingiram valores de 18,5 ninfas por fêmea com 32 e 40 dias; o maior valor obtido pelas fêmeas nos tratamentos lagartas + suspensão foi de 20,8 ninfas por fêmea com 33 dias. No tratamento lagartas infectadas + água, o número de

ninfas obtido foi o menor (16,7) em um período de tempo maior (48 dias), sendo que o uso do alimento contaminado (teoricamente “deteriorado”) pode ter influenciado a fisiologia do predador. Essa hipótese também foi levantada por NASCIMENTO et al. (1998). Diariamente a produção da progênie das fêmeas alimentadas com lagartas + água teve alguns picos, com valores acima de 15 ninfas por fêmea, enquanto que o tratamento lagartas + suspensão apresentou a maioria dos maiores picos com valores entre 10 e 15 ninfas por fêmea, sendo que com lagartas infectadas + água a maioria dos picos apresentaram valores menores de 6 ninfas por fêmea. Além disso, o período de oviposição foi menor para insetos alimentados com lagartas infectadas + água, com fêmeas colocando posturas até 61 dias de idade, apresentando, por consequência, menor taxa líquida de reprodução ($R_0 = \sum(l_x m_x)$).

A sobrevivência dos adultos não foi influenciada pelos diferentes tratamentos, mesmo com os predadores alimentados somente com lagartas + água (longevidade de até 63 dias), sendo essa diferença somente numérica e não significativa (Figura 2). Estudos realizados mostraram que a sobrevivência de fêmeas de *P. maculiventris* também não foi afetada 30 dias após a emergência, quando alimentadas com lagartas de *S. exigua* criadas em algodão *Bt* e não *Bt* (TORRES & RUBERSON, 2008).

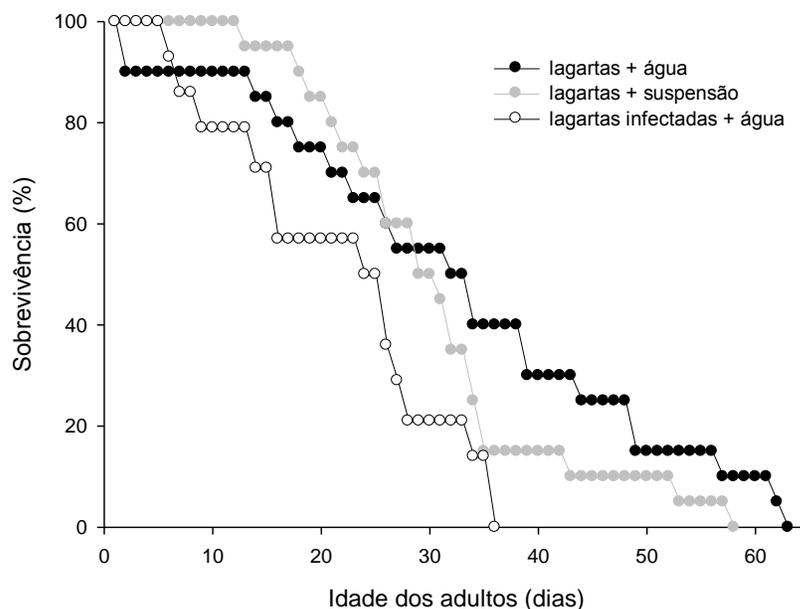


Figura 2. Sobrevivência de fêmeas de *Podisus nigrispinus* alimentadas com lagartas de *Plutella xylostella* infectadas com *Bacillus thuringiensis*, lagartas não infectadas e o fornecimento de suspensão da bactéria. Não existe diferença significativa entre as curvas de sobrevivência para as fêmeas pelo teste Log-Rank (GL=2; $\chi^2=1,0953$; P=0,5783) e teste Wilcoxon (GL=2; $\chi^2=0,0381$; P=0,9811)

VERZON et al. (2001) relataram que, quando agentes de controle biológico são inseridos ou removidos de um agroecossistema, uma grande quantidade de interações indiretas pode ser esperada. Essas interações podem ser positivas ou negativas ao controle biológico, devendo-se dar importância aos níveis de interações entre as espécies. NUNES et al. (1999) verificaram que a aplicação de *B. thuringiensis* em algodoeiro para controle de lagartas prejudicou a população de predadores que foi decrescente ao longo das amostragens, sendo observados 2,87 e 1,40 predadores no tratamento com a bactéria e 2,63 e 6,50 predadores na testemunha, com 7 e 14 dias após aplicação, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

Quando o predador *P. nigrispinus* se alimenta de lagartas de *P. xylostella* infectadas com *B. thuringiensis*, ao longo de seu desenvolvimento, sofre efeito negativo em sua biologia.

Fêmeas de *P. nigrispinus* que consomem diariamente lagartas de *P. xylostella* infectadas com *B. thuringiensis* ao longo de seu desenvolvimento sofrem diminuição da progênie, tendo como consequência menor taxa de crescimento populacional.

5. REFERÊNCIAS

BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, Cambridge, v. 17, n. 1, p. 15-26, 1948.

BRAR, S. K.; TYAGI, V.R.D.; VALÉRO, J.R. Recent advances in downstream processes and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. **Process Biochemistry**, London, v. 41, v. 2, p. 323-342, 2006.

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

CASTELO BRANCO, M; FRANÇA, F. H.; MEDEIROS, M A.; LEAL, J. G. T. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 60-63, 2001.

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, n. 2, p. 196-202, 1995.

DE CLERCQ, P.; MERLEVEDE, F.; MESTDAHG, I.; VANDENDURPEL, K; MOHAGHEGH, J; DEGHEELE, D. Predation on the tomato looper *Chrysodeixis chalcites* (Esper) (Lep., Noctuidae) by *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 122, n. 8, p. 93-98, 1998.

DE MAAGD, R. A.; BRAVO, A.; CRICKMORE, N. How *Bacillus thuringiensis* has evolved specific toxins to colonize the insect world. **Trends in Genetics**, v. 17, n. 4, p. 93–199, 2001.

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, v.74, p.1-4, 2002.

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, 2008, p. 41–85.

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.

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

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, n. 5, 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 agrônomo. In: GRAZIANO NETO F. (Ed.). **Receituário agrônomo**. 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, n. 2, 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**, 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.; ZISKNIID, 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.

LINS JUNIOR, 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, p. 1-4, 2007.

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. 93, 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.

MEDEIROS, P. T.; DIAS, J. M. C. S.; BARRETO, E. G.; SILVEIRA, C. M. S.; MONNERAT, R. G. Susceptibilidade da traça-das-crucíferas a produtos formulados a base de *Bacillus thuringiensis* na cultura do repolho no Distrito Federal. **Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças**, Brasília, v. 109, p. 1-11, 2004.

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, p. 607-609, 2004.

MONETTE, R.; POTVIN, L.; BAINES, D.; LAPRADE, R.; SCHWARTZ, J. L. Interaction between calcium ions and *Bacillus thuringiensis* toxin activity against Sf9 cells (*Spodoptera frugiperda*). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 63, p. 440-447, 1997.

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, n. 2, p. 178-180, 1998.

NUNES, J. C. S.; SILVA, A. L.; VELOSO, V. R. S.; SANTOS S. V.; SANTOS, S.P. Seletividade de inseticidas aos predadores das pragas do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, p. 71-75, 1999.

OTUKA, A. K. **Biologia e custo de produção do percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas**. 2008. 93 f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2008.

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.; VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R. Utilização de *Bacillus thuringiensis* no controle de pragas agrícolas na América Latina. In: ALVES, S.B; LOPES, R.B. (Eds.). **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p.111-136.

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

RODRIGO-SIMÓN, A.; DE MAAGD, R.A.; AVILLA, C; BAKKER, P.L.; MOLTHOFF, J; GONZÁLEZ-ZAMORA, J.E.; FERRÉ, J. M. Lack of detrimental effects of *Bacillus thuringiensis* Cry toxins on the insect predator *Chrysoperla carnea*: a toxicological, histopathological, and biochemical analysis. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 72, p.1595-1603, 2006.

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

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.

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

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

TABASHNIK, B. E.; LIU, Y. B.; FINSON, N.; MASSSON, 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**, v. 94, n. 5, p. 1640-1644, 1997.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A.M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, n. 1, p. 273-301, 1993.

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

THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; GOULART, R. M.; VIANA, C. L. T. P.; PRATISSOLI, D. Interação tritrófica e influência de produtos químicos e vegetais no complexo: brássicas x traça-das-crucíferas x parasitóides de ovos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1154-1160, 2008.

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.; 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.; 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. 63 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2006.

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

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

VERZON, M; PALLINI, A; JANSSEM, A. Interactions mediated by predators in arthropod food webs. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p.1-9, 2001.

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

ZANUNCIO, J.C. 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, 2002. p. 495-528.

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.

ZWAHLEN, C; NENTWIG, W; BIGLER, F; HILBECK, A. Tritrophic interactions of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed *Anaphothrips obscurus* (Thysanoptera: Thripidae) with the predator *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 29, n. 4, p. 846–850, 2000.

CAPÍTULO 3 - ATIVIDADE DE *Bacillus thuringiensis* Berliner NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DO PREDADOR *Orius insidiosus* SAY (HEMIPTERA: ANTHOCORIDAE) ALIMENTADO COM OVOS DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

RESUMO - Avaliou-se o efeito do inseticida biológico Agree[®], a base de *Bacillus thuringiensis*, sobre o predador *Orius insidiosus*, tendo como alimento ovos de *Plutella xylostella*. O experimento foi composto por dois tratamentos, no primeiro os predadores foram alimentados com ovos de *P. xylostella* mergulhados em água (testemunha) e no segundo os predadores foram alimentados com ovos de *P. xylostella* mergulhados em suspensão de *B. thuringiensis*. Foi avaliada a duração, consumo e sobrevivência ninfal. Na fase adulta, foram avaliados: o consumo, número de ovos por fêmea e viabilidade. O consumo ninfal apresentou diferenças significativas no primeiro, segundo e quinto ínstares e também na fase ninfal para o tratamento ovos+suspensão, onde os ovos tratados foram mais consumidos que o da testemunha. Foram determinados os parâmetros necessários para a construção de tabelas de vida. Verificou-se que fêmeas de *O. insidiosus* que consumiram ovos de *P. xylostella* que foram imersos em *B. thuringiensis* tiveram a progênie diminuída, o que levou a menor taxa de crescimento populacional.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, percevejo predador, biologia de insetos, bactéria entomopatogênica

1. INTRODUÇÃO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é considerada a praga mais importante das Brassicaceae desde o início deste século (CASTELO BRANCO & GATEHOUSE, 2001), pois é o principal fator limitante do cultivo de crucíferas em áreas tropicais no mundo (DICKSON et al., 1990). É originária do continente europeu, e é considerada praga cosmopolita (MONNERAT et al., 2000).

No Brasil sua ocorrência é observada durante todo o ano (CASTELO BRANCO & GUIMARÃES, 1990; LOGES, 1996). O controle químico é o método mais utilizado em crucíferas para redução populacional dessa praga, por ser prático, rápido e eficiente (DIAS et al., 2004; CASTELO BRANCO & AMARAL, 2002). O uso indiscriminado desses produtos pode afetar organismos não alvo, como, por exemplo, insetos benéficos, animais e o homem (CHEN et al., 1996; SOUZA & REIS, 1986). A crescente preocupação com o ambiente, o elevado custo dos agrotóxicos e a freqüente ocorrência da resistência das pragas a estes produtos, fez com que o número de pesquisas envolvendo microrganismos capazes de promover o controle biológico de pragas agrícolas e de interesse na saúde pública aumentasse (DESTÉFANO, 2003).

O uso de *Bacillus thuringiensis* Berliner em programas de controle biológico é uma alternativa eficaz e de baixo impacto ambiental. Atualmente mais de 200 bioinseticidas à base de *B. thuringiensis* estão disponíveis no mercado; sua alta especificidade e seletividade favorecem a preservação do meio ambiente, grande vantagem para o agricultor (POLANCZYK & ALVES, 2003).

Percevejos predadores do gênero *Orius* Wolff, 1811 (Hemiptera: Anthocoridae) foram constatados em diferentes áreas de cultivo, o que favorece a possibilidade de sua utilização como agente de controle biológico de várias espécies de artrópodes-praga nessas culturas (GUEDES, 2006).

A família Anthocoridae (Hemiptera: Heteroptera) é constituída por pequenos insetos (1,5 a 4,5 mm) e possui cerca de 600 espécies, que ocupam diversos habitats, desde vegetação nativa até diferentes agroecossistemas (LATTIN, 1999).

Estima-se que o gênero *Orius* Wolff contenha 75 espécies de ampla distribuição mundial, sendo constituído por predadores de pequenos artrópodes como tripes, ácaros, mosca-branca, pulgões, ovos de lepidópteros e lagartas pequenas (LATTIN, 2000; STUDEBAKER & KRING, 2003). Esses predadores apresentam características que os tornam promissores agentes de controle biológico, destacando-se a alta eficiência de busca, habilidade para aumentar a população, agregarem-se rapidamente quando há presas em abundância e de sobreviverem em baixa densidade de presas (BUSH et al., 1993).

Considerando a importância de predadores do gênero *Orius* devido sua voracidade em todos os estágios de desenvolvimento e sua ampla distribuição geográfica em agroecossistemas e, em vista da escassez de informações a respeito da seletividade de *O. insidiosus* a produtos formulados à base de *B. thuringiensis*, apesar de inúmeros trabalhos mostrarem nenhum ou mínimo efeito negativo deste entomopatógeno aos inimigos naturais (GLARE & O'CALLAGHAM, 2000; PRATISSOLI et al., 2006; KSENTINI et al., 2010), faz-se necessário estudos que mostrem as relações da interação desses controladores biológicos a fim de gerar subsídios para controle de *P. xylostella* em campo.

Além disso, os trabalhos já realizados mostrando essa interação são obtidos apenas por levantamentos populacionais do predador em culturas transgênicas, sendo necessários estudos que mostrem essas correlações na biologia do inseto.

Portanto o objetivo desse trabalho é avaliar a ação do produto comercial Agree® nas características biológicas do predador *O. insidiosus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as criações foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 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. A criação de *P. xylostella* foi descrita no item 2.2. do Capítulo 2.

2.1. Criação de *Orius insidiosus*

Insetos adultos de *O. insidiosus* foram coletados no campo por meio do método de batida (*tapping method*), em plantas de milho (*Zea mays* L.), picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e caruru (*Amaranthus* sp.).

Os predadores foram mantidos em recipientes de vidro (1,7 litro) vedados com tecido tipo organza. A cada dois dias foram oferecidos ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) como fonte de alimento. Como substrato para oviposição, utiliza-se inflorescências de picão-preto (*Bidens pilosa* L.) desinfetadas em solução de hipoclorito de sódio com 0,12%, por um período de quatro minutos, de acordo com metodologia proposta por DINIZ et al. (2006). Para minimizar o canibalismo e servir de abrigo foi acrescentado papel toalha nestes recipientes.

As inflorescências de picão-preto contendo ovos do predador foram transferidas para placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo papel corrugado (abrigo). Foi colocado também um chumaço de algodão umedecido com água destilada para evitar a dessecação e mortalidade de ovos e ninfas. A cada dois dias foram fornecidos as ninfas ovos de *A. kuehniella* como alimento. As placas foram vedadas com filme de polietileno perfurado.(Figura1).

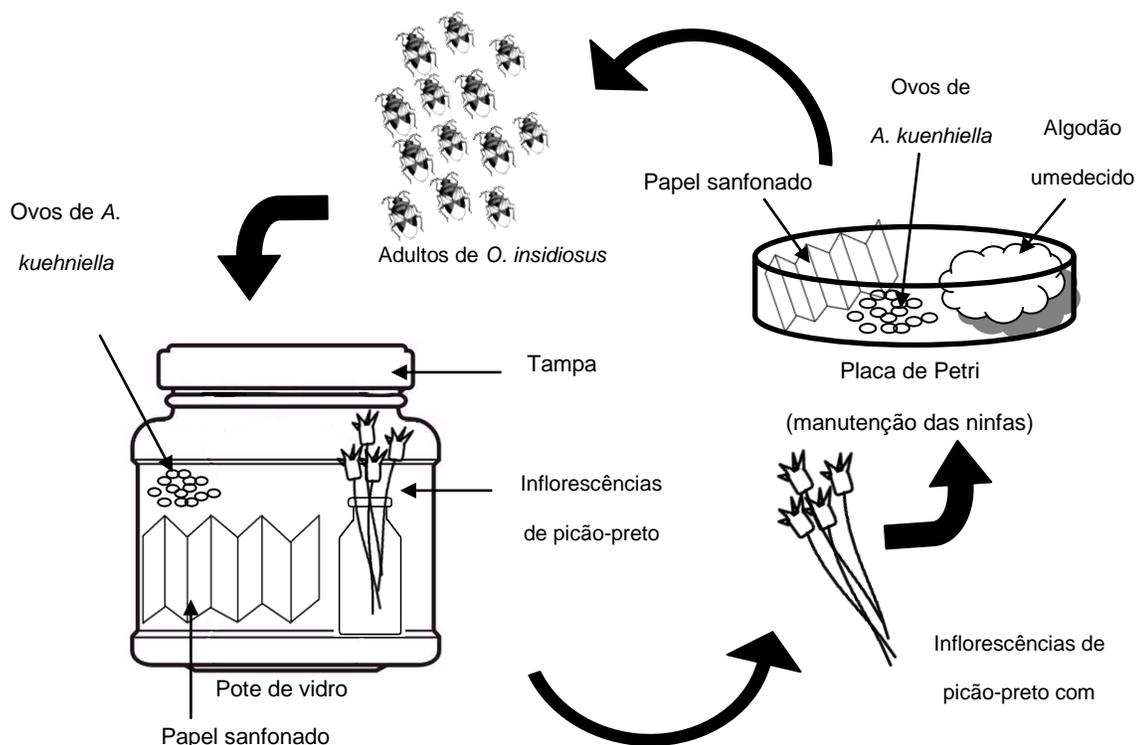


Figura 1. Esquema de criação de *Orius insidiosus* (PEDROSO, 2009).

2.2. Condução dos experimentos

2.2.1 *Orius insidiosus* alimentado com ovos de *Plutella xylostella* mergulhados em suspensão de *Bacillus thuringiensis*

O experimento foi composto por dois tratamentos, no primeiro os predadores foram alimentados com ovos de *P. xylostella* mergulhados em água (testemunha) e no segundo com ovos de *P. xylostella* mergulhados em suspensão de *B. thuringiensis*. A concentração da suspensão foi a recomendada pelo fabricante do produto comercial

Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*) para controle da traça-das-crucíferas em repolho (0,7g/0,5L) (Figura 2A).

Oitenta ninfas de primeiro ínstar, oriundas da criação mantida em laboratório, foram individualizadas em placas de Petri (6 x 2 cm) contendo em seu interior um pedaço de algodão (aproximadamente 1 cm²) umedecido com água destilada, um pedaço de papel sulfite branco (0,5 cm²), para servir como refúgio, e ovos de *P. xylostella* como alimento (Figura 2B). Diariamente foram oferecidos para cada tratamento, 30 ovos de até 24 horas de idade que foram colados em cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x 2,0 cm). Após 24 horas as cartelas foram substituídas por cartelas novas a fim de se obter o consumo diário (Figura 2C). Foram avaliadas a duração, consumo e sobrevivência ninfal. Ao atingirem a fase adulta, os casais foram individualizados em placa de Petri (6 x 2 cm) formando cada casal uma repetição. Cada tratamento foi composto por vinte repetições. Diariamente foram disponibilizados para cada casal, quarenta ovos colados em cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x 2,0 cm), após 24 horas as cartelas com ovos foram substituídas por novas. Foi avaliado o consumo, o número de ovos por fêmea e viabilidade dos ovos. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 20 repetições por tratamento.

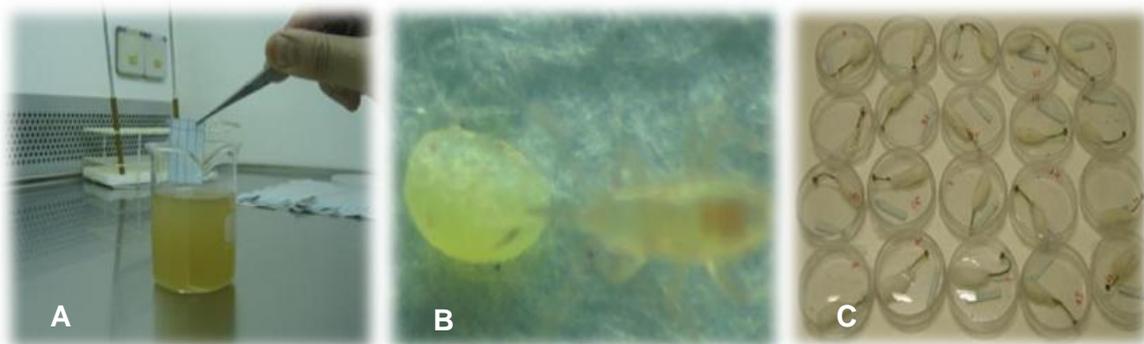


Figura 2. A) Imersão das cartelas na suspensão da bactéria; B) ninfa de 1^o ínstar de *Orius insidiosus* predando ovo de *Plutella xylostella*. C) Disposição do experimento.

Os dados obtidos em nos tratamentos foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Kolmogorov) e homogeneidade da variância (teste de Bartlett) e, sempre que necessário, transformados para atender os requisitos da ANOVA. A viabilidade ninfal foi analisada utilizando o teste de significância do qui-quadrado. Todas as análises e o teste t para significância entre os tratamentos foram conduzidas empregando o software SAS (SAS Institute, 2002).

Com base nos dados gerados para as características biológicas de *O. insidiosus* foram determinados os parâmetros para a construção de tabelas de vida de fertilidade (BIRCH 1948, SILVEIRA NETO et al. 1976, SOUTHWOOD 1978, PRICE 1984) como descrito no item 2.3.1. do capítulo 2.

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

Em relação às durações dos estádios ninfais não ocorreu diferença significativa, exceto para o segundo estágio ($t_{89} = -2,33$; $P=0,0222$) que foi maior para os predadores alimentados com ovos de *P. xylostella* mergulhados em água. Entretanto, o período ninfal ($t_{89} = 1,48$; $P=0,1431$) foi semelhante tendo as ninfas durações de 12,7 e 13,2 dias, respectivamente (Tabela 1). A viabilidade ninfal foi semelhante entre os tratamentos ($\chi^2 = 0,13$; $P=0,1175$), sendo 66,7% para testemunha e 63,8% para o tratamento com *B. thuringiensis*. Em pesquisa semelhante, verificou-se que a duração do período ninfal de *Orius albidepennis* (Reut.) foi significativamente prolongado quando foi fornecido como alimentado ovos ou larvas tratados com β -exotoxina (HAFEZ et al., 1995).

Tabela 1. Duração e consumo de ninfas de *Orius insidiosus* alimentadas com ovos tratados em suspensão de *Bacillus thuringiensis*.

	Instar	Ovos + água	Ovos + suspensão
Duração (dias) ¹	1 ^o ínstar	2,0 ± 0,03	2,0 ± 0,08
	2 ^o	2,1 ± 0,05*	1,9 ± 0,08
	3 ^o	2,0 ± 0,10	2,0 ± 0,08
	4 ^o	2,2 ± 0,08	2,2 ± 0,09
	5 ^o	4,2 ± 0,10	4,4 ± 0,08
	Fase ninfal	12,7 ± 0,18	13,2 ± 0,27
Consumo	1 ^o ínstar	4,0 ± 0,34	8,0 ± 0,61*
	2 ^o	5,3 ± 0,49	7,5 ± 0,57*
	3 ^o	8,2 ± 0,70	10,1 ± 0,75
	4 ^o	12,8 ± 0,83	13,7 ± 0,86
	5 ^o	25,7 ± 1,21	30,0 ± 1,19*
	Fase ninfal	55,6 ± 1,67	69,3 ± 1,72*

¹média ± erro padrão, * indica diferença a P < 0,05

O consumo ninfal apresentou diferenças significativas no primeiro ($t_{89}= 5,30$; $P<0,0001$), segundo ($t_{89}= 2,84$; $P=0,0055$) e quinto ($t_{89}= 2,53$; $P=0,0131$) ínstars e também na fase ninfal ($t_{89}= 5,64$; $P<0,0001$), sendo que as ninfas consumiram 55,6 ovos na testemunha e 69,3 ovos tratados com a bactéria (Tabela 1). BRITO et al. (2009), verificaram que o consumo ninfal de *O. insidiosus* alimentando-se de ovos de *P. xylostella* foi de 86,99 ovos. Porém, na fase adulta o consumo não apresentou diferença

significativa ($t_{35}=0,73$; $P=0,4705$), sendo 184,7 na testemunha e 198,7 ovos tratados com a bactéria (Tabela 2).

O consumo ninfal do *O. albidepennis* alimentado com ovos ou larvas de *Agrotis ypsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae) tratados com a β -exotoxina foi menor em relação a testemunha (HAFEZ et al., 1995). Mesmo os predadores entrando em contato direto com os ovos que foram imersos diariamente em suspensão de *Bt* isso não implica na ocorrência da doença, pois, de acordo com GLARE & O'CALLAGHAM (2000), são necessários receptores para que ocorra a ligação da toxina com as células epiteliais do intestino médio. Estes receptores específicos são normalmente encontrados no intestino médio das formas imaturas e estão localizados na membrana apical das células colunares do intestino médio, interferindo no gradiente iônico e balanço osmótico da membrana apical, formando poros que aumentam a permeabilidade da membrana (COPPING & MENN, 2000).

Tabela 2. Consumo, número de ovos/fêmea e viabilidade de ovos para *Orius insidiosus* alimentado com ovos tratados em suspensão de *Bacillus thuringiensis*.

Características biológicas	Tratamentos	
	Ovos + água	Ovos + suspensão
Consumo/adulto	184,7 ± 10,43	198,7 ± 15,20
Ovos/fêmea	128,2 ± 8,63	101,8 ± 13,62
Viabilidade ovos (%)	92,3 ± 2,25	90,7 ± 1,22

[†]média ± erro padrão, * indica diferença a $P < 0,05$

Estudos sobre a transferência da toxina entre níveis tróficos mostraram que *O. insidiosus* adquiriu 17% da toxina de sua presa *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera, Thripidae) (TORRES & RUBERSON, 2008). Mesmo que as ninfas

tenham consumido maior número de ovos tratados com a bactéria, como mostrado nesta pesquisa, e que o predador possua a capacidade de adquirir a toxina da presa (TORRES & RUBERSON, 2008), esses fatores não foram suficientes para afetar as características reprodutivas das fêmeas, que foram semelhantes entre os tratamentos, sendo que o número de ovos por fêmea ($t_{34}=-1,55$; $P=0,1312$) e a viabilidade dos ovos ($t_{33}=-0,63$; $P=0,5304$) foram 128,2 ovos e 92,3% para a testemunha e 101,8 ovos e 90,7% quando os ovos foram tratados com a bactéria (Tabela 2).

Ovos de insetos não são considerados diretamente suscetíveis a *Bt*, apesar de ocorrer alta mortalidade em relação à testemunha (ALI & WATSON, 1982). Larvas de *Boarmia selenaria* Schiff (Lepidoptera: Geometridae) eclodiram de ovos tratados com *Bt kurstaki*, porém apenas 2,2% sobreviveram. As larvas neonatas de algumas espécies comem sua casca imediatamente após eclodirem o que pode explicar essa mortalidade.

Alguns parâmetros da tabela de vida de fertilidade foram afetados pela presença do produto a base de *Bt* no alimento do predador. A taxa líquida de reprodução (R_0) foi significativa entre os tratamentos, sendo 60,0 para o tratamento ovos + água e 35,2 para ovos + suspensão, indicando o efeito negativo da bactéria na dieta desses predadores, influenciando na taxa de desenvolvimento e mortalidade de *O. insidiosus*. (Tabela 3). O tempo médio da geração também apresentou diferença significativa, sendo 33,7 dias para o tratamento ovos + água e 27,7 dias para o tratamento ovos + suspensão. Em geral, percevejos predadores apresentam maior período de reprodução em presas mais adequadas (EVANS, 1982). O alimento contaminado (ovo) ou algum inerte do produto pode ter forçado o inimigo natural a se desenvolver prematuramente.

Tabela 3. Parâmetros da tabela de vida (média±IC)¹ de *Orius insidiosus* alimentado com ovos de *Plutella xylostella* mergulhados em água e ovos de *Plutella xylostella* mergulhados em suspensão de *B. thuringiensis*.

Parâmetros	Alimento	
	Ovos + água	Ovos + suspensão
R ₀	60,0±9,26*	35,2±10,55
T	33,7±2,90*	27,7±3,25
r _m	0,121±0,0091	0,129±0,0108
λ	1,129±0,0122	1,137±0,0103
TD	5,7±0,45	5,4±0,43

* indica diferença a 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 (0,63; e 0,55 razão sexual para larva+água e larva+suspensão).

T=∑(x l_x m_x)/∑(l_x m_x); r_m=Ln R₀/T; λ=e^{r_m}.

Os maiores picos de oviposição das fêmeas (m_x) ocorreram entre 20 e 40 dias de idade para os insetos alimentados com ovos + água, quando 48 % dos ovos foram ovipositados. Para o tratamento ovos + suspensão, até 40 dias, as fêmeas ovipositaram cerca de 52% dos seus ovos. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que ao perceberem que o alimento poderia não ser adequado, colocaram maior número de ovos nesse período, para garantir a progênie. O fato de o tratamento com água ter apresentado menor tempo na realização das posturas em relação ao tratamento ovos + *Bt* pode favorecer a perpetuação da espécie do predador. Haja vista, que a longevidade das fêmeas foi menor para esse tratamento. Esse comportamento das fêmeas de tentar garantir a sobrevivência dos seus descendentes ficou evidente quando o número de ovos voltou a aumentar entre 50 e 60 dias para o tratamento ovos + suspensão (Figura 1).

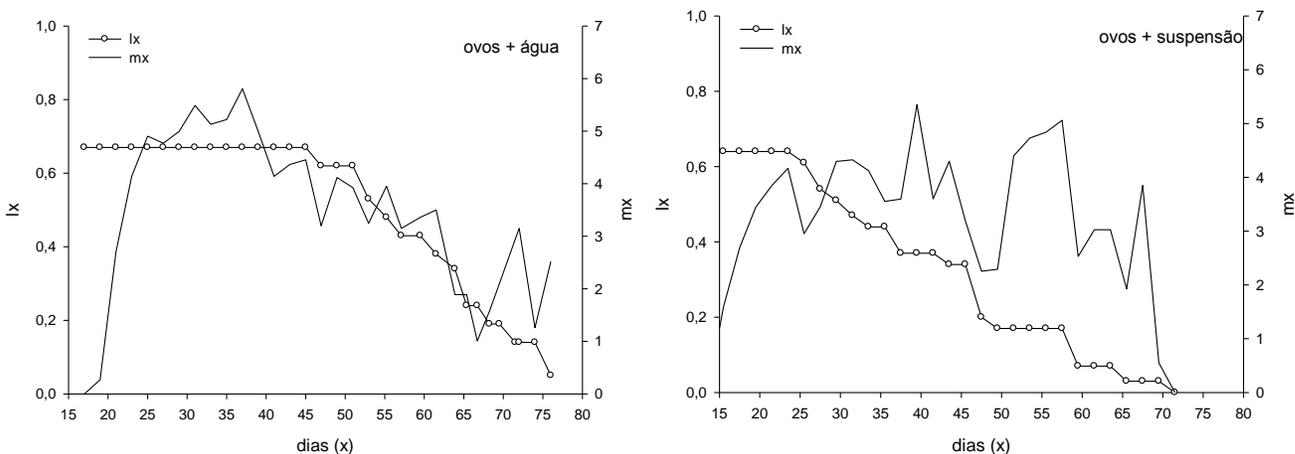


Figura 1. Número médio de ninfas por fêmea (m_x) e taxa de sobrevivência (I_x) de *Orius insidiosus* alimentado com ovos de *Plutella xylostella* imersos em água e imersos em suspensão de *Bacillus thuringiensis*.

A sobrevivência dos adultos foi influenciada pelos diferentes tratamentos. O tratamento ovos + suspensão apresentou queda aos 12 dias, ocorrendo em seguida certa freqüência na proporção de mortalidade com o aumento da idade dos insetos, seguindo o mesmo comportamento até o final da fase (Figura 2). Fêmeas que se alimentam de ovos contaminados com o produto morreram mais cedo. A média para a sobrevivência de fêmeas de *O. insidiosus* alimentadas com ovos + água foi 52,3 dias e para ovos + suspensão 34,3 dias. Adultos de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) apresentaram sobrevivência média de 89,4% após serem expostos a ação de Bt (SIMÕES et al., 1998).

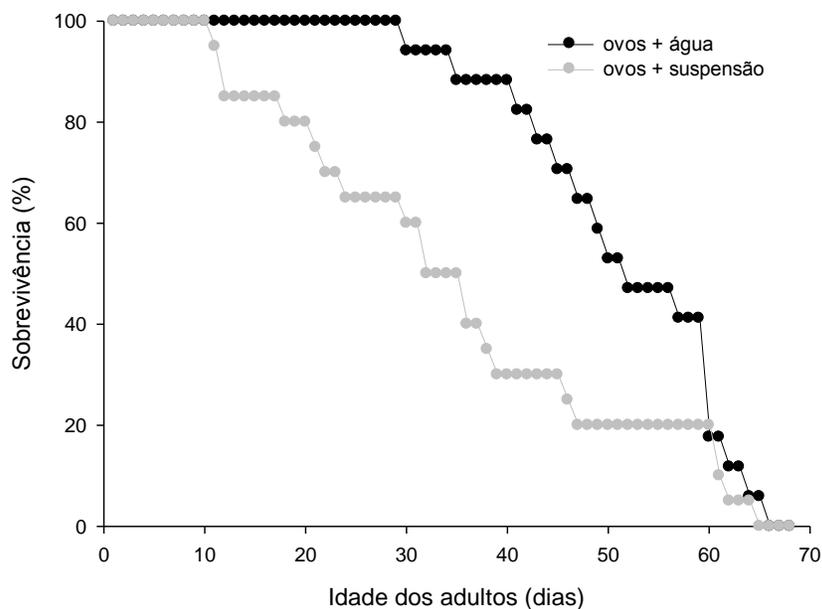


Figura 2. Sobrevivência de fêmeas de *Orius insidiosus* criadas com ovos de *Plutella xylostella* mergulhados em suspensão de *Bacillus thuringiensis* e ovos de *Plutella xylostella* mergulhados em água. Ocorreu diferença significativa entre as curvas de sobrevivência para as fêmeas pelo teste Wilcoxon (GL=1; $\chi^2=4,4126$; P=0,0357).

4. CONCLUSÕES

As características duração do segundo ínstar, o consumo ninfal e a longevidade das fêmeas de *O. insidiosus* são afetadas pela presença de Agree[®] nos ovos predados.

Fêmeas de *O. insidiosus* que consumiram ovos de *P. xylostella* que foram imersos no produto Agree[®] diminuem a progênie, tendo como consequência menor taxa de crescimento populacional.

5. REFERÊNCIAS

ALI, A-S.; WATSON, T. F. Efficacy of Dipel and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) against the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, p. 1002–1004, 1982.

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

BRITO, J. P.; VACARI, A. M.; THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A. Aspectos biológicos de *Orius insidiosus* (Say, 1832) predando ovos de *Plutella xylostella* (L., 1758) e *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 627-633, 2009.

BUSH, L.; KRING, T. J.; RUBSERSON, J. R. Suitability of greenbugs, cotton aphids, and *Heliothis virescens* eggs for the development and reproduction of *Orius insidiosus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.67, p.217-222, 1993.

CASTELO BRANCO, M.; AMARAL, P. S. T. Inseticidas para o controle da traça-das crucíferas **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 410-415, 2002.

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

CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle da traça das crucíferas em repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 24-25, 1990.

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.) (Lep., Yponomeutidae). **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**, Hoboken, v. 56, n. 5, p. 651-676, 2000.

DESTÉFANO, R. H. R. **Detecção e identificação de *Metarhizium anisopliae* em larvas de *Diatraea saccharalis* por primer específicos**. 2003. 72 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2003.

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

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.

DINIZ, A. J. F. ; BUENO, V. H. P. ; CARVALHO, A. R. ; PEDROSO, E. C. ; SILVA, R. J.; CARVALHO, L. M. Desinfection of oviposition substrate with sodium hypochlorite: effects on some biological traits of *Orius thiestes*. **IOBC/ WPRS Bulletin**, v. 29, p. 215-218, 2006.

EVANS, E. W. Timing of reproduction by predatory stinkbugs (Hemiptera: Pentatomidae): patterns and consequences for a generalist and a specialist. **Ecology**, Washington, v. 63, n. 1, p. 147-158, 1982.

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

GUEDES, I. V. **Resposta funcional e numérica do predador *Orius insidiosus* (Say., 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) com diferentes presas**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

HAFEZ, M.; SALAMA, S. H.; ABOUL-ELA, R.; ZAKI, F. N.; RAGAEI, M. The potential of the predator *Orius albidepennis* on *Agrotis ypsilon* as affected by *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Islamic Academy of Sciences**, v. 8, n. 2, p. 79-84, 1995.

KSENTINI, I.; JARDAK, T.; ZEGHAL, N. *Bacillus thuringiensis*, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 63, n. 1, p. 31-37, 2010.

LATTIN, J. D. Bionomics of the Anthocoridae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, p. 207-231, 1999.

LATTIN, J. D. Economic importance of minute pirate bugs (Anthocoridae). In: SCHOEFER, C. W. S.; PANIZZI, A. R. (Eds.). **Heteroptera of Economic Importance**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 607-637.

LOGES, V. **Danos causados pela traça das crucíferas *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) em cultivares de repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* (L.) e efeito sobre populações da praga e do parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912)**,

em condições de campo. 1996. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Entomologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

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. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.

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.

PEDROSO, E. C. Criação de *Orius insidiosus*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.) **Criação de Insetos**: da base à biofábrica. Jaboticabal: edição própria, p. 178-197. 2009.

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

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, G. S.; OLIVEIRA, R. G. S. Desempenho de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) sob efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 369-377, 2006.

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

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

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

SIMÕES, J.C. CRUZ, I.; SALGADO, L. O. Seletividade de inseticidas às diferentes fases de desenvolvimento do predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidade). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.289-294, 1998.

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

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 343-354, 1986.

STUDEBAKER, G. E.; KRING, T. J. Effects of insecticides on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), measured by field, greenhouse and petri dish bioassays. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n.2, p.178-185, 2003.

TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R. Interactions of *Bacillus thuringiensis* Cry 1Ac toxin in genetically engineered cotton with predatory heretopterans. **Transgenic Research**, London, v. 17, p. 345-354, 2008.

CAPÍTULO 4 - DESEMPENHO DE *Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) SOB AÇÃO DE *Bacillus thuringiensis* Berliner

RESUMO - Avaliou-se o efeito do inseticida biológico Agree[®], a base de *Bacillus thuringiensis* sobre o parasitóide *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella*. O experimento foi composto por quatro tratamentos, onde acompanhou-se a primeira e a segunda geração do parasitóide parasitando ovos de *P. xylostella* imersos em água e na suspensão da bactéria *B. thuringiensis*. Os ovos foram oferecidos aos parasitóides diariamente ao longo de todo seu ciclo de vida. A concentração da suspensão foi a recomendada pelo fabricante do produto comercial Agree[®] para controle da traça-das-crucíferas em repolho (0,7g/0,5L). Foram avaliadas as seguintes características biológicas: parasitismo diário, parasitismo acumulado e porcentagem de emergência. O parasitismo diário na segunda geração foi significativo, sendo o tratamento com *Bt* o que apresentou os menores valores. O número total de ovos parasitados por *T. pretiosum* apresentou diferença significativa na primeira geração, onde a testemunha apresentou valores maiores em relação ao tratamento com *Bt*. Porém na segunda geração este parâmetro não foi afetado negativamente. Quando comparados pela análise de regressão linear o parasitismo diário não apresentou alterações enquanto o parasitismo acumulado mostrou alterações apenas na primeira geração do tratamento com *Bt*, indicando que como tática de controle, pode ser usada com *T. pretiosum* em programas de MIP.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, parasitóide de ovos, bioinseticida.

1. INTRODUÇÃO

Representantes da família Trichogrammatidae, principalmente espécies do gênero *Trichogramma*, constituem-se em um dos grupos de inimigos naturais mais estudados e utilizados no mundo (PARRA & ZUCCHI, 2004). Esses insetos são de grande importância no controle biológico, pois como parasitóides de ovos, principalmente de insetos da ordem Lepidoptera, impedem que a praga atinja a fase de lagarta, estágio em que causa danos às culturas (BOTELHO, 1997)

Sua grande utilização se deve ao fato de que esse microhimenóptero foi relatado parasitando mais de 200 espécies, pertencentes a 70 famílias de 8 ordens de insetos (PRATISSOLI & PARRA, 2001), em mais de 30 países e contra pragas-chave de 34 culturas (VAN LENTEREN & BUENO, 2003). Das aproximadamente 190 espécies de *Trichogramma* conhecidas no mundo (SILVA, 2002), apenas 18 são produzidas massalmente, em cerca de 16 países onde ocorrem liberações inundativas em 15 milhões de hectares (VAN LENTEREN & BUENO, 2003; PRATISSOLI et al., 2006).

Países como Rússia, China, Alemanha, França, México e Suíça têm produzido e liberado *Trichogramma* spp. em extensas áreas, visando ao controle de diversas pragas (PRATISSOLI et al., 2006). Na América do Sul, o Brasil representa o único país onde há relatos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) (ZUCCHI & MONTEIRO, 1997).

Além da utilização de *Trichogramma* spp., o uso de inseticidas microbianos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner é uma alternativa já utilizada há mais de 50 anos, principalmente para controle de lepidópteros-praga em diversas culturas de importância agrícola, incluindo para *P. xylostella* em brassicáceas (FERRÉ et al., 1991; MEDEIROS et al., 2006; HECKEL et al., 2007).

B. thuringiensis é uma bactéria gram-positiva que produz cristais protéicos durante a esporulação. Esses cristais ao serem ingeridos são solubilizados no intestino médio (mesêntero) dos insetos, lançando as proteínas chamadas δ -endotoxinas. As δ -endotoxinas são ativadas por proteinases do mesêntero, interagem com receptores específicos situados no epitélio do intestino médio, onde formam pólos lipídicos,

causando impedimento na absorção de nutrientes; destruição celular da membrana peritrófica e, por último, provoca a morte do inseto por falta de assimilação de nutrientes e septcemia (GILL et al., 1992).

Isolados de *B. thuringiensis* e/ou bioinseticidas à base desta bactéria têm ação patogênica contra mais de 1.000 espécies de insetos, destacando-se os lepidópteros com 572 espécies suscetíveis (POLANCZYK & ALVES, 2003). Somado a isso, sua alta especificidade e seletividade favorecem a preservação do meio ambiente sendo uma grande vantagem para o agricultor. Por outro lado, a baixa persistência em campo é um dos principais obstáculos à sua utilização em larga escala (GLARE & O'CALLAGHAM, 2000).

A utilização conjunta de *B. thuringiensis* e *Trichogramma* spp. é comum em programas de Manejo Integrado de Pragas, como, por exemplo, na cultura do tomate no México, Colômbia e Brasil (TRUMBLE & ALVARADO-RODRIGUEZ, 1993; HAJI et al., 2002). Embora os efeitos prejudiciais dos bioinseticidas à base de *B. thuringiensis* sobre os inimigos naturais sejam mínimos e/ou significativamente menores que dos agrotóxicos (GLARE & O'CALLAGHAM, 2000; KSENTINI et al., 2010; PRATISSOLI et al., 2006), pouco se conhece a respeito da interação e compatibilidade desses dois métodos de controle, sendo ambos de extrema importância para o controle de lepidópteros-praga.

Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar influência de produto formulado à base de *B. thuringiensis* (Agree[®]) na biologia de *T. pretiosum* em testes de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento e as criações foram conduzidos no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 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. A criação de *P. xylostella* está descrita no item 2.2. do Capítulo 2.

2.1. Criação de *Trichogramma pretiosum*

T. pretiosum, linhagem Tp-8, utilizados na experimentação, faz parte da coleção de *Trichogramma* do Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (LE-CCA/UFES).

A criação de *Trichogramma* spp. baseou-se na metodologia descrita por STEIN & PARRA (1987). Ovos de *A. kuehniella* foram adquiridos semanalmente da empresa ECOQUALITY Excelência em Biocontrole.

Os ovos foram colados com goma arábica diluída em água a 30% em cartelas de coloração azul de 8 x 2,0 cm (Figura 1 A). Nas extremidades das cartelas é anotada a data do parasitismo e o código de identificação, o que possibilita o controle das espécies/linhagens de *Trichogramma* criadas em laboratório (Figura 1 B).

Os ovos inviabilizados e aderidos foram oferecidos as fêmeas de *Trichogramma* spp. em tubos de vidro de 8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro, contendo adultos recém emergidos (Figura 1 C). Em seguida, os tubos foram vedados com filme plástico, tipo PVC, para evitar a fuga dos parasitóides e mantidos em câmara climatizada a 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas por 24 horas, a fim de se evitar o superparasitismo (Figura 1 D). Após 24 horas, as cartelas oferecidas no dia anterior foram retiradas e transferidas para outros tubos de vidro, idênticos ao citado, que foram novamente vedados e mantidos em a câmara climatizada, onde ocorreu o desenvolvimento dos parasitóides.

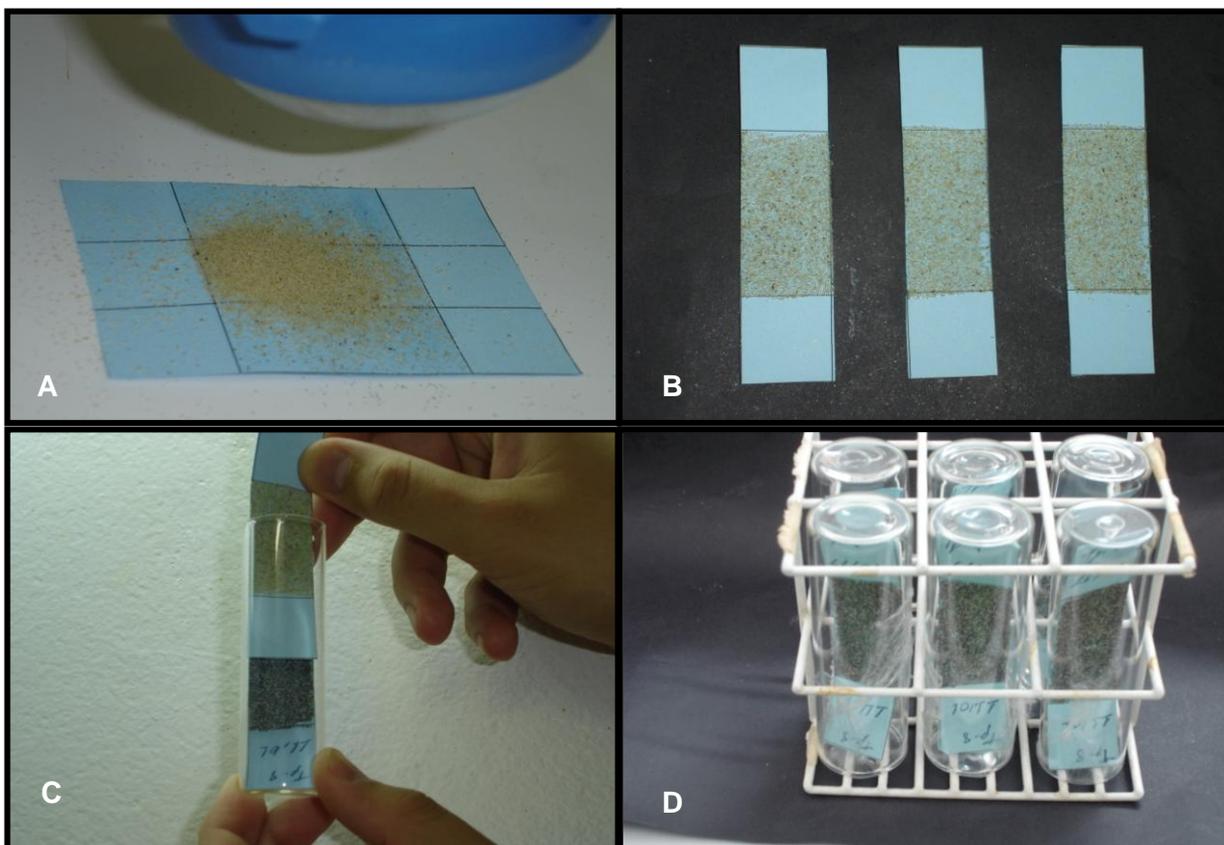


Figura 1. A) Disposição dos ovos – colagem de ovos de *A. kuehniella*; B) Cartelas prontas; C) Oferecimento dos ovos aos parasitóides; D) Ovos parasitados (GOULART, 2009).

2.2. Condução dos experimentos

Para o teste foram utilizados 30 ovos de *P. xylostella* provenientes da criação de estoque do LBCI, sendo os mesmos colados em cartelas de cartolina azul celeste (0,4 x

2,0 cm). Foi utilizado *T. pretiosum* mantido em ovos de *A. kuehniella* e criado por duas gerações em ovos de *P. xylostella*. As cartelas contendo ovos de *P. xylostella* foram colocadas em tubos Eppendorf[®] de 2,0 mL contendo mel para alimentação do parasitóide e oferecidas a cada uma das fêmeas que foram individualizadas. Foram observadas 40 repetições para os seguintes tratamentos: 1) *T. pretiosum* criado em ovos de *P. xylostella* por uma geração parasitando ovos de *P. xylostella* com imersão na suspensão de *B. thuringiensis*; 2) *T. pretiosum* criado em ovos de *P. xylostella* por duas gerações parasitando ovos de *P. xylostella* com imersão na suspensão de *B. thuringiensis*; 3) *T. pretiosum* criado em ovos de *P. xylostella* por uma geração parasitando ovos de *P. xylostella* com imersão em água - testemunha e 4) *T. pretiosum* criado em ovos de *P. xylostella* por duas gerações parasitando ovos de *P. xylostella* com imersão em água – testemunha (Figura 3A, 3B). Os ovos foram oferecidos aos parasitóides diariamente ao longo de seu ciclo de vida (Figura 3C). A concentração da suspensão foi a recomendada pelo fabricante do produto comercial Agree[®] (*B. thuringiensis* var. *aizawai* + *kurstaki*) para controle da traça-das-crucíferas em repolho (0,7g/0,5L).

Foram avaliadas as seguintes características biológicas: parasitismo diário, parasitismo acumulado e porcentagem de emergência. Os dados obtidos em ambas as gerações foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Kolmogorov) e homogeneidade da variância (teste de Bartlett) e, sempre que necessário, transformados, para que pudessem atender os requisitos da análise de variância (ANOVA). Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste t de Student, quando houve significância para efeito de tratamento nas características avaliadas. Os parasitismos diários e acumulados foram comparados pela análise de regressão linear. Todas as análises foram conduzidas empregando-se o software SAS (SAS Institute, 2002).

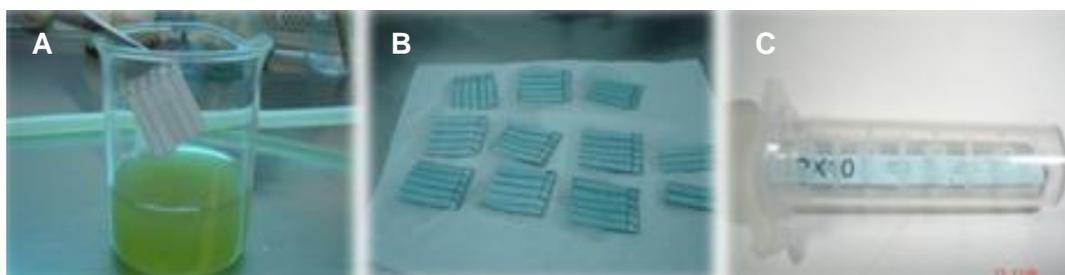


Figura 2. A) Imersão das cartelas na suspensão da bactéria; B) Secagem das cartelas após a imersão; C) Cartela com ovos de *Plutella xylostella* inserida no tubo Eppendorf®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de *B. thuringiensis* em ovos de *P. xylostella* não influenciou o número de ovos parasitados por dia por *T. pretiosum* na primeira geração ($t=-0,04$; $P=0,9673$), sendo os valores numéricos idênticos para testemunha e *B. thuringiensis*, de 3 ovos parasitados por fêmea por dia. Já no parasitismo diário na segunda geração foi significativo ($t=-4,98$; $P<0,0001$), sendo maior para o tratamento sem ação de *B. thuringiensis* (5,1) em relação aos ovos tratados com a bactéria (2,4), mostrando que esse entomopatógeno agiu negativamente nesse aspecto biológico. A ação negativa somente na segunda geração dá indícios de que *B. thuringiensis* teria efeito acumulativo no inimigo natural, e que é necessário um contato longo para interferir negativamente na biologia do parasitóide (Figura 3A).

Entretanto, o número total de ovos parasitados por *T. pretiosum* apresentou diferença significativa na primeira geração ($t=-3,66$; $P=0,0005$), sendo maior para a Testemunha (22,3) ($t=-0,26$; $P=0,7975$) em relação aos ovos que tiveram contato com *B. thuringiensis* (9,5) (Figura 3B). Porém, na segunda geração, o tratamento com *B.*

thuringiensis (19,6) não diferiu significativamente da Testemunha (20,3) ($t=3,45$; $P=0,0010$) (Figura 3B).

Em relação à porcentagem de emergência, não houve diferença significativa entre os tratamentos na primeira geração (97,8% para a testemunha e 93,7% para *B. thuringiensis*) ($t=1,84$; $P=0,0712$), porém, na segunda a porcentagem de insetos emergidos em ovos de *P. xylostella* tratados com *B. thuringiensis* foi maior que a testemunha, sendo os valores de 98,6 e 93,2%, respectivamente (Figura 3C).

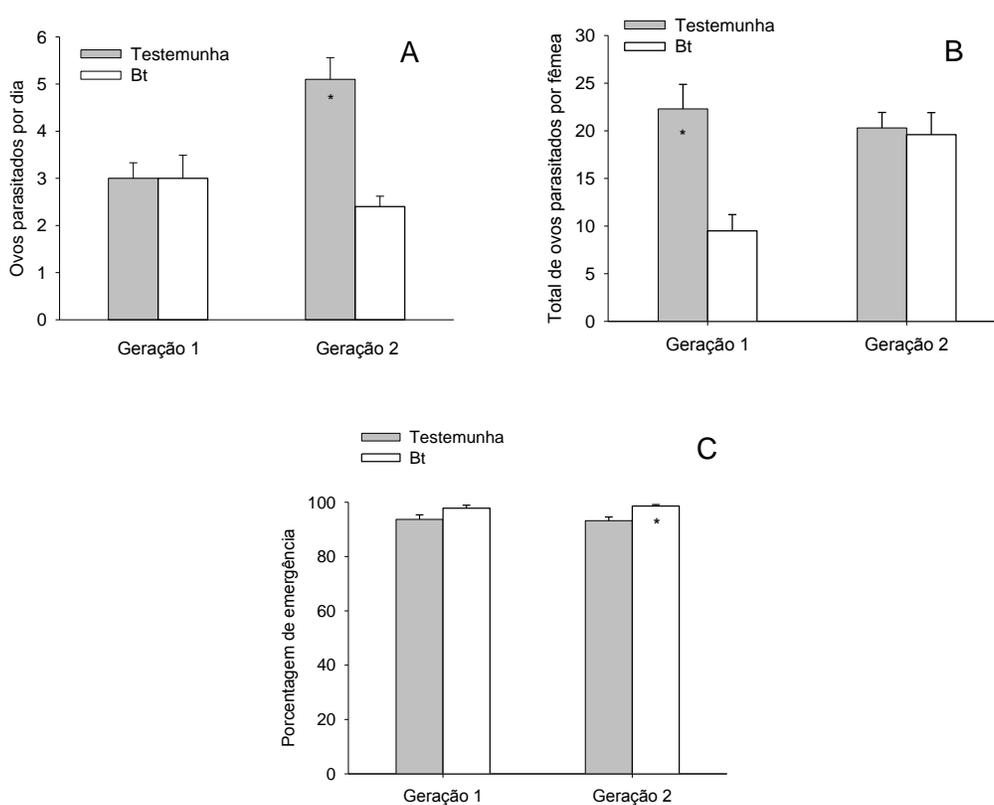


Figura 3. Média (\pm EP) do número de ovos parasitados por fêmea por dia (A), total de ovos parasitados por fêmea (B) e porcentagem de emergência de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella* (C). *Indica diferença pelo teste t a 5% de probabilidade entre tratamentos das gerações 1 e 2.

Estudos realizados por PRATISSOLI et al. (2006), utilizando *T. pratissolii* e ovos de *A. kuehniella* e aplicando *B. thuringiensis* no mel para alimentação dos parasitóides mostraram que alguns isolados causaram efeito indireto sobre a emergência da progênie, havendo a necessidade de mais liberações massais do parasitóide para alcançar os resultados esperados de controle da praga. Porém, os mesmos autores não observaram efeito negativo da bactéria no parasitismo, inclusive ressaltam que *B. thuringiensis* acelera o parasitismo inicial, resultados que não condizem com o observado nesse estudo (Figura 4).

POLANCZYK et al. (2006) estudando o efeito de *B. thuringiensis* em *Trichogramma* spp., observaram que não houve interferência de todos os isolados testados na longevidade para *T. pratissolii* e *T. pretiosum*, e que alguns isolados diminuiram o tempo necessário para os parasitóides atingirem 80% de parasitismo. *B. thuringiensis* acelerou o parasitismo, porém não influenciou o total de ovos parasitados, mostrando que pode ser utilizado em conjunto com *Trichogramma* spp. em futuros programas de MIP.

KSENTINI et al. (2010) analisando o efeito de *B. thuringiensis*, deltamethrin e spinosad, em *T. cacoeciae*, *T. bourarachae* e *T. evanescens* verificaram uma leve toxicidade de *Bt* aos parasitóides, o que não ocorreu neste trabalho. Na primeira geração, mesmo que o parasitismo tenha sido maior para a testemunha e a porcentagem de emergência maior para o tratamento com *B. thuringiensis*, o número total de ovos parasitados por fêmea ao longo da sua longevidade foi semelhante. Esses resultados favorecem a adoção da associação desses dois agentes de controle para o MIP da *P. xylostella* em brassicáceas.

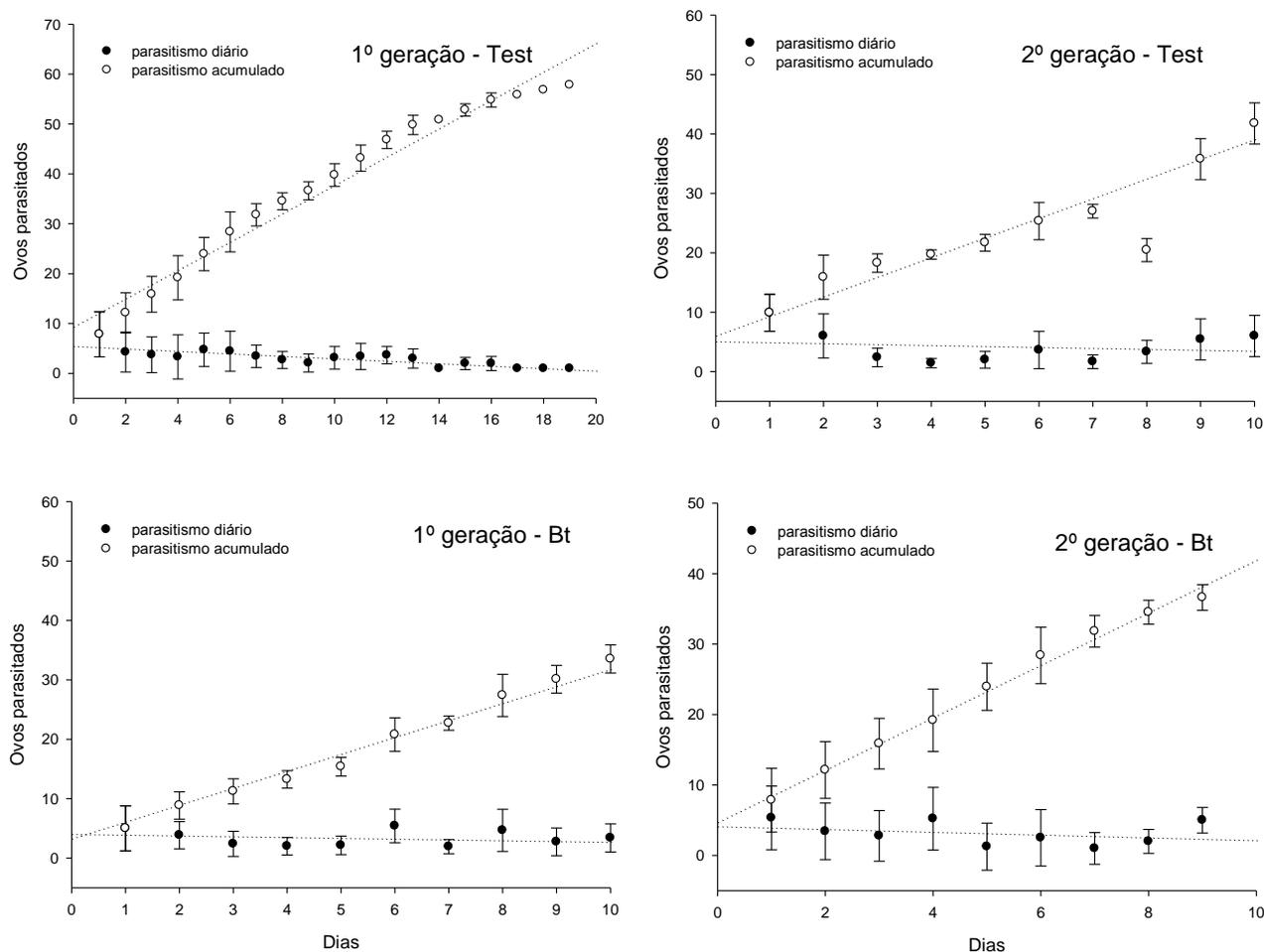


Figura 4. Parasitismo diário e acumulado de *Trichogramma pretiosum* sob ação de *Bacillus thuringiensis* (A: $y = 5,74 - 0,27x$, $F = 26,46$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,70$; B: $y = 4,74 - 0,28x$, $F = 1,72$, $P = 0,1951$, $R^2 = 0,30$; C: $y = 7,84 - 0,56x$, $F = 31,53$, $P < 0,0001$, $R^2 = 0,23$; D: $y = 3,97 - 0,09x$, $F = 4,10$, $P = 0,0442$, $R^2 = 0,55$).

O parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* ao longo dos dias, na primeira e segunda gerações, com e sem imersão na suspensão de *Bt*, não sofre alteração. A partir do segundo dia, o parasitismo oscilou constantemente (Figura 4). A queda do parasitismo verificada para *T. pretiosum* é uma característica dessa espécie,

pois esse parasitóide concentra as posturas nos primeiros dias de vida (PRATISSOLI, 1995; POLANCZYK et al., 2006).

No tratamento com *Bt* tanto na primeira quanto na segunda geração, ocorreu aceleração no parasitismo diário (Figura 4). Em trabalho realizado por POLANCZYK et al., (2006), onde *Bt* foi misturado ao mel para servir como alimento a adultos de *T. pratissolii*, quando submetidos à pressão de algum fator externo, no caso o *Bt*, tenderam a parasitar o mais rápido possível para assegurar a sobrevivência da progênie. Fatores como a formulação do produto, hospedeiro e linhagem do parasitóide podem ter sido responsáveis pela variação dos resultados.

A segunda geração da testemunha apresentou aceleração no parasitismo diário, provavelmente pela mudança de hospedeiro, ou, segundo CORBET (1985), aos estímulos do hospedeiro percebidos pelo parasitóide durante o seu desenvolvimento embrionário que irão influenciar a resposta quimiosensorial dos adultos. Esta última hipótese está relacionada ao condicionamento pré-imaginal. Como esta espécie foi mantida por várias gerações em ovos de *A. kuenhiella*, as fêmeas, provavelmente, condicionadas aos componentes químicos desse lepidóptero durante o desenvolvimento larval, gastaram mais tempo em reconhecer e aceitar o ovo de *P. xylostella* como hospedeiro.

Em relação ao parasitismo acumulado o único tratamento que apresentou valor menor em relação aos demais foi a primeira geração onde ocorreu imersão das cartelas na suspensão de *Bt* (28,51 ovos). Os demais tratamentos apresentaram valores semelhantes: testemunha primeira geração (52,82 ovos), testemunha segunda geração (48,93 ovos) e *Bt* segunda geração (50,78 ovos).

O fato do *Bt* não ter apresentado efeitos prejudiciais aos parasitóides oriundos principalmente da segunda geração é importante se considerar a elaboração de estratégias de MIP envolvendo esses dois inimigos naturais, principalmente porque produtos à base de *Bt* são empregados atualmente contra cerca de 170 espécies de lepidópteros-praga em todo o mundo (GLARE e O'CALLAGHAM, 2000). É possível que o aumento do número de ovos parasitados seja uma resposta da fêmea para garantir a sobrevivência da prole, uma vez que o contato com a toxina embora não seja letal para

a fêmea, tenha provocado algum processo que desencadeou o comportamento expresso pelo aumento do parasitismo.

4. CONCLUSÃO

O produto comercial Agree[®] não apresenta efeitos negativos que possam inviabilizar sua utilização conjunta com o parasitóide *T. pretiosum* para o Manejo Integrado da *P. xylostella* em brassicáceas.

5. REFERÊNCIAS

BOTELHO, P. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 11, p. 303-318.

CORBET, S. A. Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. ***Ecological Entomology***, London, v. 10, p. 143-153, 1985.

FERRÉ, J. M. D. REAL, J. V. RIE, S.; JANSSENS, S.; PEFEROEN, M. Resistance to the *Bacillus thuringiensis* bioinsecticide in a field population of *Plutella xylostella* is due to a change in a midgut membrane receptor. ***Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America***, Washington, v. 88: p. 5119-5123, 1991.

GILL, S. S.; COWLES, E. A.; PIETRANTONIO, P. V. The mode of Action of *Bacillus thuringiensis* endotoxins. ***Annual Review of Entomology***, Palo Alto, v. 37, p. 615-636, 1992.

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

GOULART, R. M. Criação de *Trichogramma* spp. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.) **Criação de Insetos: da base à biofábrica**. Jaboticabal: edição própria, p. 152-161. 2009.

HAJI, F. N. P.; PREZOTTI, J. S.; CARNEIRO, J. S.; ALENCAR, J. A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial, 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**. Piracicaba, Manole, 2002. p.477-494.

HECKEL, D.G.; GAHAN, L. J.; BAXTER, S. W.; ZHAO, J. Z.; SHELTON, A. M.; GOULD, F.; TABASHNIK, B. E. The diversity of *Bt* resistance genes in species of Lepidoptera. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 95, n. 3, p. 192-197, 2007.

KSENTINI, I.; JARDAK, T.; ZEGHAL, N. *Bacillus thuringiensis*, deltamethrin and spinosad side-effects on three *Trichogramma* species. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 63, n. 1, p. 31-37, 2010.

MEDEIROS P.T.; SONE, E. H.; SOARES, C. M. S.; DIAS, J. M. C. S.; MONNERAT, R. G. Avaliação de produtos à base de *Bacillus thuringiensis* no controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 245-248, 2006.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis: uma breve revisão*. **Agrociência**, Montevideo, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2003.

POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; OLIVEIRA, DOS SANTOS, R. G.; ANDRADE, G. S. Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 233-239, 2006.

PRATISSOLI, D. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, nas traças *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) em tomateiro.** 1995. 135 f. Tese (Doutorado)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, G. S.; OLIVEIRA, R. G. S. Desempenho de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae) sob efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 369-377, 2006.

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

SILVA, R. B. Q. **Taxonomia do gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na América do Sul.** 214 f, 2002. Tese (Doutorado)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 2002.

STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultra-violeta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* sp. **Anais da sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 229-231, 1987.

TRUMBLE, J.; ALVARADO-RODRIGUEZ. B. Development of economic evaluation of an IPM program for fresh market tomato production in Mexico. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Charlottetown, v. 43, p. 267-284, 1993.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, Dordrecht, v. 48, p.123-139, 2003.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 41-66

CAPÍTULO 5 – 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* (*Bt*) um dos mais utilizados.

Apesar dos produtos à base de *Bt* corresponderem a menos de 1% do mercado mundial de inseticidas, GLARE & O'CALLAGHAM (2000) citam que são produtos de fácil acesso aos produtores, salienta-se então a importância de estudos sobre o impacto destes produtos nos inimigos naturais.

Essa pesquisa teve por objetivo, demonstrar a ação do bioinseticida Agree® a base de *B. thuringiensis*, nas características biológicas de inimigos naturais já utilizados em programas de controle biológico, no caso, *Podisus nigrispinus*, *Orius insidiosus* e *Trichogramma pretiosum*, utilizando como presa ou hospedeiro para a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*.

Nos testes realizados no LBCI foram observados efeitos negativos da bactéria, constatando-se que quando *P. nigrispinus* foi alimentado com larvas de *P. xylostella* contaminadas com *B. thuringiensis*, ocorreram alterações negativas em suas características biológicas. Este fato é reforçado pelo comportamento de fitofagia do predador que pode se contaminar com a bactéria ao se alimentar de presas e de plantas. Alterações negativas também foram observadas para o predador *O. insidiosus*,

onde a duração do segundo ínstar ninfal, o consumo ninfal e a longevidade das fêmeas foram afetadas pela ação do produto. Já para o parasitóide de ovos, *Trichogramma pretiosum* não foi observado efeito negativo significativo.

Apesar de o presente trabalho constatar a morte dos inimigos naturais (predadores) não foi possível afirmar que esses efeitos negativos tenham sido causados apenas pela ação da bactéria, levantando-se a hipótese de que a formulação do produto possua inertes capazes de prejudicar as características biológicas desses inimigos naturais.

Portanto é necessária a comprovação do efeito dessa bactéria nos predadores, da ordem Hemiptera, na qual ainda não se comprovou o efeito das proteínas do tipo Cry1 que apresentam atividade contra lepidópteros. Além do que, existem relatos de que plantas transgênicas que expressam o gene da bactéria não afetam os inimigos naturais que ocorrem naturalmente (OBRIST et al., 2006; MEISSLE et al., 2005). Porém, são escassos os estudos sobre o efeito de produtos comerciais a base de *B. thuringiensis* sobre inimigos naturais, principalmente nos predadores da subfamília Asopinae e da família Anthocoridae.

Estudos e técnicas complementares devem ser realizados para que, no futuro, esses inimigos naturais possam ou não ser utilizados em programas de controle biológico em culturas de brassicáceas associados com a bactéria entomopatogênica

REFERÊNCIAS

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

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

MEISSLE, M.; VOJTECH, E.; POPPY, G. M. Effects of Bt maize-fed prey on the generalist predator *Poecilus cupreus* L. (Coleoptera: Carabidae). **Transgenic Research**, London, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2005.

OBRIST, L. B.; KLEIN, H.; DUTTON, A.; BIGLER, F. Assessing the effects of Bt maize on the predatory mite *Neoseiulus cucumeris*. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 38, n. 2-3, p. 125-139, 2006.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)