

SUBDOSAGENS DE *Bacillus thuringiensis* EM *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) E *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

SERGIO ANTONIO DE BORTOLI^{1*}, ALESSANDRA MARIELI VACARI¹, GUSTAVO OLIVEIRA DE MAGALHÃES¹, WANDERLEI DIBELLI¹, CAROLINE PLACIDI DE BORTOLI¹, MURILO PETRINI ALVES¹

RESUMO - O objetivo desta pesquisa foi avaliar aspectos biológicos de *Plutella xylostella* e de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *P. xylostella* sob a influência de *Bacillus thuringiensis* em condições de laboratório. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Biologia e Criação de Insetos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado com 60 repetições. Para tanto, avaliou-se a biologia de *P. xylostella* em *Brassica oleracea* var. *acephala* (couve Manteiga) contaminada com isolados, linhagem e produto comercial a base de *B. thuringiensis*. A partir dos ovos obtidos da geração F2 de *P. xylostella* avaliaram-se os parâmetros biológicos de *T. pretiosum*. Observou-se que algumas características biológicas de *P. xylostella* apresentaram alterações mediante aos tratamentos com *B. thuringiensis*. A viabilidade larval e pupal, e o peso de pupas foram os parâmetros biológicos que mais sofreram influências dos tratamentos, com valores reduzidos significativamente em relação à testemunha. Já, as durações das fases de larva e de pupa, além da razão sexual, foram semelhantes em todos os tratamentos, não apresentando variações biológicas. Dessa forma, isolados desta bactéria com este comportamento podem proporcionar maior exposição das lagartas a outros inimigos naturais, bem como geração de adultos menos viáveis, o que os torna com potencial em programas de controle de pragas. Observou-se a existência de efeitos subletais na biologia de *P. xylostella*; e influência do *B. thuringiensis* na capacidade de parasitismo e de emergência de *T. pretiosum*.

Palavras-chave: Controle microbiano. Entomopatógeno. Traça-das-crucíferas.

SUBDOSAGES OF *Bacillus thuringiensis* ON *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) AND *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

ABSTRACT - The aim of this paper was to evaluate the biological aspects of *Plutella xylostella* and *Trichogramma pretiosum* in eggs of the F2 generation of *P. xylostella* under the influence of *Bacillus thuringiensis* in laboratory conditions. The experiment was conducted in the Laboratório de Biologia and Criação de Insetos of Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP ree collars contaminated with strains and commercial product based on *B. thuringiensis* in the laboratory. The eggs obtained from the F2 generation of *P. xylostella* evaluated the biological parameters of *T. pretiosum*. It was observed that some biological characteristics of *P. xylostella* showed changes by the treatment with *B. thuringiensis*. The viability of the larvae and pupae stages, pupae weight were the biological parameters more influenced by treatments, with values significantly reduced when compared to control. However, the larvae length and pupae stages and sex ratio were similar in all treatments, with no significant biological variations. Thus, this bacterium isolated from this behavior may provide greater exposure of larvae to other natural enemies as well as generation of adults less viable, which makes them potential programs in pest control, since the interaction of the methods of control is one of the main ways to enhance the biological control of insect pests. It was observed sublethal effects on *P. xylostella* biology, and *B. thuringiensis* negative influence on the parasitism capacity and emergency of *T. pretiosum*.

Keywords: Microbial control. Entomopathogenous. Diamondback moth

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 29/05/2011; aceito em 09/10/2012

¹Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, 14889-900, Jaboticabal – SP. bortoli@fcav.unesp.br; amvacari@gmail.com; godemagalhaes@yahoo.com.br; wdibelli@fcav.unesp.br; carubortoli@yahoo.com.br; petri-ni@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As brassicáceas, entre as quais se inclui o repolho, *Brassica oleracea* (L.) var. capitata, a couve, *Brassica oleracea* var. acephala, a couve-flor, *Brassica oleracea* (L.) var. botrytis, e o brócolis, *Brassica oleracea* (L.) var. italica, são cultivadas por pequenos e médios produtores rurais, que sofrem sérias perdas por problemas fitossanitários relacionados aos seus cultivos, entre os quais se pode citar o ataque de insetos, principalmente lepidópteros como *Pieris rapae* (L., 1758) (Lepidoptera: Pieridae), *Trichoplusia ni* (Hübner, 1803) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (GODIN; BOIVIN, 1998).

A traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, é considerada a principal praga das brassicáceas em todo o mundo, sendo a causa de perdas na produção e abandono de cultivos. A dificuldade de controle se dá por causa da sobreposição de gerações da praga, disponibilidade de hospedeiros simultaneamente nas áreas (brassicáceas cultivadas e nativas), ciclo rápido e o surgimento de populações resistentes a inseticidas, devido ao uso intensivo de produtos químicos e biológicos (KUMARASWAMIA et al., 2001; KWON et al., 2004; BAEK et al., 2005).

De forma a reverter esse quadro, preconiza-se o desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas, definido como um sistema de decisão para uso de táticas baseadas em análises de custo/benefício que levam em conta os aspectos econômicos, ecológicos e sociais (KOGAN, 1998). Dentre essas práticas de manejo, o enfoque é dado ao controle biológico, seja natural ou aplicado, por meio de liberações de inimigos naturais e agentes entomopatogênicos (VASQUEZ et al., 1997; PEREIRA et al., 2004; HAMILTON et al., 2005).

Parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tem sido utilizados no mundo todo em programas de controle biológico contra um grande número de pragas de importância agrícola. Esses parasitoides, por atacarem ovos, impedem que seus hospedeiros, principalmente lepidópteros, atinjam a fase de larva na qual causam danos às culturas (HAJI et al., 1995). A crescente utilização desses insetos em liberações inundativas se deve principalmente a facilidade de criação massal, ao baixo custo de produção e a comprovada eficiência no controle de lepidópteros-praga (HAJI et al., 2002).

Segundo Fuentes (1994), o sucesso ou fracasso da utilização de insetos do gênero *Trichogramma* no controle de insetos-praga relaciona-se com o conhecimento dos parâmetros biológicos deste parasitoide como: capacidade e viabilidade do parasitismo, duração do ciclo de desenvolvimento, razão sexual e longevidade, sendo esses parâmetros altamente influenciados pela temperatura. Vale ainda ressaltar que ao parasitar ovos da praga, promove o controle da população do herbívoro antes mesmo dele causar danos na cultura (VASQUEZ et al., 1997).

Além da utilização de *Trichogramma* spp., o uso de inseticidas microbianos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 é uma alternativa já empregada há mais de 50 anos, principalmente para controle de lepidópteros-praga, incluindo *P. xylostella* em brassicáceas (CABRERA et al., 2001; MEDEIROS et al., 2006; HECKEL et al., 2007). A grande vantagem do emprego desse microrganismo seria sua ação restrita aos insetos-alvo, não afetando o ser humano e nem o meio ambiente (BATISTA et al., 2005).

Apesar da eficiência do *B. thuringiensis* ser comprovada para diversas pragas de diferentes ordens, a seleção de populações resistentes a esta bactéria tem sido relatada em todo o mundo, com destaque para *P. xylostella* (PEREZ; SHELTON, 1997; WRIGHT et al., 1997).

Além da patogenicidade e virulência contra insetos-praga, são necessárias pesquisas para avaliar outros efeitos subletais sobre os indivíduos sobreviventes. Embora difícil de detectar, tais efeitos certamente ocorrem e representam um importante parâmetro na avaliação da atividade tóxica de *B. thuringiensis* (POLANCZYK; ALVES, 2003). A ação das toxinas de *B. thuringiensis* sobre os inimigos naturais dos insetos-praga foi estudada em laboratório e em campo, indicando pouco ou nenhum efeito sobre estes organismos (WRIGHT et al., 2000).

O objetivo do trabalho foi avaliar aspectos biológicos de *P. xylostella* e de seu parasitoide *T. pretiosum* em ovos de *P. xylostella* sob a influência de *B. thuringiensis*, em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação e manutenção de *P. xylostella* - Os insetos utilizados foram obtidos do Laboratório de Biologia e Criação de Insetos da UNESP (LBCI/

UNESP) – Campus de Jaboticabal, onde foram realizados os experimentos durante o ano de 2009. A criação consiste em transferir os adultos recém-emergidos para gaiolas plásticas circulares transparentes, medindo 12 cm de diâmetro por 15 cm de altura, com abertura lateral coberta com tecido tipo voile, contendo na parte superior um pedaço de espuma embebida com solução de mel e água destilada a 10% para alimentação dos adultos. No interior das gaiolas foram colocados discos de folha de couve (cv. Manteiga), como substrato para a oviposição, sobre papel filtro, previamente umedecidos, dispostos na parte inferior de copos plásticos transparentes. Estes discos de couve foram trocados diariamente e acondicionados em placas plásticas (8 cm de diâmetro) durante três dias até a eclosão das lagartas.

Após a eclosão, os discos com as lagartas foram transferidos para recipientes plásticos, medindo (25x15x12 cm). Três dias após a eclosão das larvas foi feita a primeira substituição dos discos de folhas de couve sendo, posteriormente, realizadas, diariamente, até que se atingisse a fase de pupa. As pupas foram coletadas e acondicionadas em tubos de vidro (8,5x2,4 cm) até a emergência dos adultos (THULER, 2009).

Criação e manutenção de *Trichogramma* spp. - Os insetos utilizados foram do mesmo laboratório, sendo a criação baseada na metodologia descrita por Goulart (2009). Ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) foram coletados e expostos à lâmpada germicida por 45 minutos para inviabilizá-los. Posteriormente os ovos foram colados com goma arábica, diluída em água (30%), em cartelas de coloração azul de 8x2cm. Nas extremidades das cartelas anotou-se a data do parasitismo e o código de identificação, o que possibilitou o controle das espécies/linhagens de *Trichogramma* criadas em laboratório.

Os ovos inviabilizados, aderidos nas cartelas, foram oferecidos às fêmeas de *Trichogramma* em tubos de vidro de 8,5 cm de comprimento x 2,5 cm de diâmetro, contendo adultos recém-emergidos; em seguida foram vedados com filme plástico, tipo PVC, para evitar a fuga dos parasitoides, sendo posteriormente colocados em grades metálicas e mantidos em câmara climatizada (T = 25±1 °C, UR = 70±10% e fotofase de 14 horas) por 24 horas, a fim de não influenciar o superparasitismo. Após 24 horas, as cartelas parasitadas foram retiradas e coloca-

das em outros tubos de vidro, com dimensões idênticas ao citado anteriormente, e mantidos nas mesmas condições climáticas (Goulart, 2009; Goulart et al., 2012).

Bioensaio 1- Influência de isolados de *B. thuringiensis* var. *kurstaki* em lagartas da traça-das-crucíferas - O bioensaio foi realizado com isolados de *B. thuringiensis* e o produto comercial Agree®. As concentrações utilizadas foram determinadas em pré-testes, para obtenção de doses subletais com a finalidade de proporcionar indivíduos adultos com capacidade de postura e os ovos serem utilizados no bioensaio 2. As concentrações utilizadas foram: 3x10⁸ esporos/ml para os isolados 153, 7.7L e 15.7L, sendo para a linhagem padrão HD-1, o produto Agree® e o isolado T08.024 a concentração de 2,3x10⁶ esporos/mL. Também foi utilizada uma testemunha com água destilada, perfazendo um total de sete tratamentos com 60 repetições em delineamento inteiramente casualizado.

Para o preparo da suspensão esporo/cristal os isolados de *B. thuringiensis*, incluindo a linhagem padrão *B. t.* var. *kurstaki* – HD-1 (Lepidoptera-específico) foram cultivados em placas de Petri com meio de cultura Ágar Nutriente “NA” (extrato de carne 3g/L, peptona bacteriológica 5 g.L⁻¹ e Ágar 15 g/L) e incubados a 30 °C, durante 5 dias, permitindo assim completa esporulação e liberação de cristais. Após este período, todo o conteúdo bacteriano foi transferido, com auxílio de alça de platina, para tubo Falcon contendo 10 mL de água Milli-Q autoclavada e 0,05% de Tween 20R (espalhante adesivo). A suspensão obtida foi homogeneizada em aparelho do tipo Vórtex e a partir desta foram feitas duas suspensões seriadas, sendo a primeira 10⁻¹ e a segunda 10⁻². A suspensão seriada 10⁻² foi utilizada para contagem de esporos em câmara de Neubauer (ALVES; MORAES, 1998) para padronização das concentrações a serem utilizadas no bioensaio.

Para cada tratamento foram utilizados 5 discos de couve com 8 cm de diâmetro, pulverizados com volume de 0,5 mL da suspensão por face do disco, e uma pulverização contendo água com Tween 20® como testemunha. 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, em capela de exaustão. Após a secagem, por duas horas, em condição ambiente, os discos foram

colocados, individualmente, em placas de Petri sobre papel filtro levemente umedecidos. Sobre cada disco colocaram-se 12 lagartas de *P. xylostella* de segundo instar para alimentação.

As placas com os tratamentos foram mantidas em sala climatizada, em temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, sendo a primeira avaliação feita com 24 horas após contaminação, e as demais diariamente, a cada 24 horas, até o início da formação da pupa.

As características biológicas avaliadas para *P. xylostella* foram: viabilidade; duração das fases larval e pupal; peso de pupas e razão sexual. Essas características foram submetidas à análise de variância e confrontadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o programa Stat.

Bioensaio 2- Efeito sobre a biologia de *T. pretiosum* em ovos da geração F2 de *P. xylostella* sob a influência de *B. thuringiensis* - Ovos provenientes dos adultos emergidos da geração F2 de *P. xylostella*, oriunda dos diferentes tratamentos à base de *B. thuringiensis*, como descrito no bioensaio 1, foram expostos ao parasitismo de *T. pretiosum*, provenientes de criação do LBCI da UNESP. Para a avaliação dos efeitos sobre o terceiro nível trófico, foram oferecidas cartelas de cartolina azul celeste (0,4x2,0cm), contendo 30 ovos de *P. xylostella* (F2 – exposta à bactéria), colados com auxílio de um pincel umedecido com água.

Trinta cartelas, em cada tratamento, foram colocadas em tubos tipo Eppendorf®, individualmente com uma fêmea de *Trichogramma*. Uma gotícula de mel foi adicionada na parede dos tubos quando as fêmeas foram expostas ao parasitismo. O parasitismo foi permitido por 24 horas, e, posteriormente, as fêmeas foram retiradas dos tubos. Após 10 dias de incubação dos ovos obteve-se a emergência dos parasitoides, iniciando-se os estudos na geração F2 em ovos de *P. xylostella* oriundos do LBCI.

Os parâmetros biológicos avaliados para as gerações foram: número de ovos parasitados e porcentagem de emergência. Essas características foram submetidas à análise de variância (teste F, nas probabilidades indicadas) e confrontadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), empregando-se o delineamento inteiramente casualizado (7 tratamentos, 30 repetições) e o programa Stat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas características biológicas de *P. xylostella* apresentaram alterações mediante os tratamentos com *B. thuringiensis*. As viabilidades das lagartas e das pupas (Tabela 1) e o peso de pupa (Tabela 2) foram os parâmetros biológicos que mais sofreram influência dos tratamentos, com valores reduzidos significativamente em relação à testemunha.

Porém, os períodos de desenvolvimento de lagartas e de pupas (Tabela 1) e a razão sexual (Tabela 2) foram semelhantes em todos os tratamentos. Essa não variação biológica vem demonstrar que pode ter havido uma interrupção no processo de alimentação, prejudicando o desenvolvimento do inseto, apesar do período de lagarta ter sido semelhante ao da testemunha. Ocorreu também redução significativa da massa corpórea das pupas. Ressalta-se que a concentração de 3×10^8 esporos/mL, utilizada para os isolados 153, 15.7 L e 7.7L, foi a mesma empregada nos pré-testes, proporcionando resultados semelhantes entre as pesquisas. Entretanto, para a linhagem HD-1 e para os produtos comerciais Dipel® e Agree®, as concentrações foram estabelecidas com pré-testes para não causar efeitos letais, o que comprometeria os demais objetivos desta pesquisa.

As concentrações da linhagem HD-1 e de Agree® foram abaixo do valor recomendado em pulverizações convencionais, mesmo assim, proporcionaram reduções significativas nas viabilidades das lagartas e das pupas, possivelmente em virtude de efeitos subletais significativos.

De um modo geral, os tratamentos influenciaram alguns fatores biológicos dos insetos, porém, sem inviabilizar a obtenção da geração seguinte, como pode ser visto pelos altos valores de viabilidade pupal (Tabela 2). Estes efeitos também foram observados nos pré-testes, classificando-os com potencial de baixa mortalidade, mas com alterações expressivas no ciclo biológico do inseto proveniente de efeitos subletais. Por outro lado, a mesma autora ao estudar isolados na concentração de 3×10^8 esporos/mL observou altas taxas de mortalidades em curto período de tempo (aproximadamente 16 horas). Nesse contexto, os resultados demonstraram que os isolados 153, 15.7L e 7.7L possivelmente causaram efeitos subletais na biologia dos insetos, o mesmo ocorrendo com HD-1 e Agree®, os quais

Tabela 1. Duração e viabilidade (média±EP) de lagartas e pupas de *Plutella xylostella*, alimentadas com folhas de couve, cv. Manteiga, tratadas e não tratadas com *Bacillus thuringiensis*.

| Tratamentos | Duração (dias) | | Viabilidade (%) | |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Lagarta | Pupa | Lagarta | Pupa |
| Testemunha | 8,26 ± 0,00a | 3,00 ± 0,00a | 98,33 ± 2,23a | 99,64 ± 1,73a |
| Linhagem HD-1 | 8,68 ± 1,40a | 3,13 ± 1,40a | 51,98 ± 5,56b | 55,64 ± 1,40b |
| Agree® | 8,88 ± 0,07a | 3,00 ± 0,00a | 35,00 ± 1,40b | 48,33 ± 5,06c |
| Isolado T08.024 | 8,72 ± 0,04a | 3,04 ± 0,01a | 73,32 ± 1,86b | 67,86 ± 2,76b |
| Isolado 7.7L | 8,70 ± 0,01a | 3,10 ± 0,02a | 56,64 ± 2,74b | 73,39 ± 2,28b |
| Isolado 153 | 8,78 ± 0,04a | 3,05 ± 0,00a | 54,99 ± 2,01b | 75,27 ± 2,34b |
| Isolado 15.7L | 8,54 ± 0,02a | 3,08 ± 0,01a | 63,32 ± 0,58b | 59,99 ± 2,26b |
| CV(%) | 3,70 | 4,13 | 23,38 | 34,63 |
| F | 11,49 ^{ns} | 0,75 ^{ns} | 6,29 ^{**} | 1,19 ^{**} |

** Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Tabela 2. Peso de pupa e razão sexual (média±EP) de *Plutella xylostella* provenientes de lagartas alimentadas com folhas de couve cv. Manteiga, tratadas e não tratadas com *Bacillus thuringiensis*.

| Tratamentos | Peso de pupa (mg) | Razão sexual |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| Testemunha | 5,86 ± 2,66a | 0,35 ± 0,03a |
| Linhagem HD-1 | 4,30 ± 1,40b | 0,60 ± 0,04a |
| Agree® | 4,34 ± 0,00b | 0,37 ± 0,05a |
| Isolado T08.024 | 5,14 ± 3,93b | 0,54 ± 0,02a |
| Isolado 7.7L | 4,68 ± 2,94b | 0,32 ± 0,02a |
| Isolado 153 | 4,16 ± 2,25b | 0,50 ± 0,03a |
| Isolado 15.7L | 4,00 ± 2,45b | 0,65 ± 0,03a |
| CV(%) | 7,05 | 25,34 |
| F | 5,90 ^{**} | 1,21 ^{ns} |

** Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05)

ns - não significativo pelo teste F.

foram aplicados em doses visando tais efeitos. Comparativamente o estudo desenvolvido por Ramos et al. (2004) apresentou resultados com efeitos subletais em lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), influenciando principalmente as etapas da metamorfose do inseto.

Os tratamentos com a linhagem HD-1, Agree® e o isolado T08.024 foram semelhantes entre si no parasitismo nas gerações F1 e F2, e emergência da geração F1, demonstrando que os efeitos da bactéria sobre os ovos da traça não afetaram o compor-

tamento e biologia do parasitoide para estes tratamentos (Tabela 3 e 4).

Os ovos da traça sob efeito dos isolados 153, 15.7L e 7.7L foram os mais afetados em relação aos parâmetros biológicos de *T. pretiosum*, com as menores taxas de parasitismo e emergência em comparação aos demais tratamentos e em relação à testemunha (Tabela 3 e 4). Entretanto, apesar de reduzidos, os valores percentuais entre os tratamentos foram semelhantes em ambas as gerações analisadas, destacando-se para a geração F2, com respostas su-

Tabela 3. Porcentagem de parasitismo e de emergência (média±EP) da geração F1 de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella*, sob influência de *Bacillus thuringiensis*.

| Tratamentos | Parasitismo (%) | Emergência (%) |
|-----------------|-----------------|----------------|
| Testemunha | 94,20 ± 1,07a | 95,60 ± 2,37a |
| Linhagem HD-1 | 56,26 ± 2,89bc | 43,00 ± 3,96b |
| Agree® | 59,75 ± 2,77b | 51,98 ± 3,42b |
| Isolado T08.024 | 45,00 ± 2,66bcd | 45,00 ± 3,57b |
| Isolado 7.7L | 29,58 ± 1,91d | 36,79 ± 5,36b |
| Isolado 153 | 28,30 ± 2,25d | 29,53 ± 3,16b |
| Isolado 15.7L | 41,33 ± 2,83cd | 44,50 ± 3,51b |
| CV(%) | 25,85 | 24,38 |
| F | 29,89** | 31,53** |

** Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Tabela 4. Porcentagem de parasitismo e de emergência (média±EP) da geração F2 de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Plutella xylostella*, sob influência de *Bacillus thuringiensis*.

| Tratamentos | Parasitismo (%) | Emergência (%) |
|-----------------|-----------------|----------------|
| Testemunha | 98,60 ± 0,41a | 98,50 ± 1,61a |
| Linhagem HD-1 | 68,64 ± 3,30b | 59,27 ± 3,18c |
| Agree® | 62,50 ± 1,22b | 52,50 ± 2,58c |
| Isolado T08.024 | 68,06 ± 2,42b | 67,08 ± 3,54b |
| Isolado 7.7L | 51,33 ± 3,86c | 52,49 ± 2,36c |
| Isolado 153 | 50,99 ± 1,29c | 58,27 ± 2,99c |
| Isolado 15.7L | 58,86 ± 1,84c | 55,81 ± 3,18c |
| CV(%) | 18,66 | 17,91 |
| F | 24,24** | 23,70** |

** Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

periores a 50%, fato semelhante ao relatado por Pratisoli & Oliveira (1999).

A maioria dos trabalhos evidencia o efeito direto de *B. thuringiensis* na alimentação da fase adulta dos inimigos naturais de pragas agrícolas, e não sobre a qualidade de seus hospedeiros quando tratados com produtos a base desta bactéria. Nesse sentido, Pratisoli et al. (2006) forneceram suspensões de *B. thuringiensis*, via alimento, para adultos de *T. pratissolii*, e relataram que a bactéria não afeta o parasitismo, entretanto, em alguns tratamentos, foi verificado o efeito indireto sobre a emergência da progênie.

Santos Jr. (2009) obteve percentuais de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *Helicoverpa zea*

(Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) superiores a 50%, quando o parasitoide foi alimentando com mel contaminado com produtos comerciais a base de *B. thuringiensis*, sem diferir da testemunha. Em outro relato, Wang et al. (2007) citam que o parasitismo de ovos de *Ostrinia furnacalis* (Guenee, 1854) (Lepidoptera: Crambidae) não foi prejudicado pela interação de *B. thuringiensis* com o parasitoóide *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen, 1974 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

No presente trabalho, ao contrário do que foi observado por autores mencionados anteriormente, ocorreram efeitos subletais na biologia de *P. xylostella* influenciando o parasitoide, comprometendo sua capacidade natural de parasitar, bem como a

porcentagem de emergência da progênie.

Com base no supracitado, isolados desta bactéria que apresentem este comportamento, podem proporcionar maior exposição das lagartas a outros inimigos naturais, bem como a produção de adultos menos viáveis, tornando-os com potencial para uso em programas de controle de pragas, potencializando o manejo integrado por meio da interação de métodos de controle. Porém, salienta-se que a interação de métodos de controle pode causar efeitos favoráveis ou não (ALVES, 1998), principalmente se o hospedeiro apresentar alterações biológicas que possam prejudicar o potencial de um dos inimigos naturais utilizados entre os métodos. Por isso, é de fundamental importância estudos da influência do efeito subletal na biologia do hospedeiro natural, *P. xylostella*, e seu reflexo sobre o parasitoide de ovos *T. pretiosum*, uma vez que os resultados obtidos constatarem quedas nas porcentagens de parasitismo e emergência (Tabelas 3 e 4) nas duas gerações (F1 e F2) em todos os tratamentos, quando comparado com a testemunha.

CONCLUSÕES

Os produtos testados influenciam negativamente os parâmetros biológicos (viabilidade larval, viabilidade pupal e peso de pupas), além de reduzir as porcentagens de parasitismo e emergência de *T. pretiosum*, não impossibilitando, no entanto, a obtenção da próxima geração.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163 p.

ALVES, S. B.; MORAES, S. B. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 765-778.

BAEK, J. H.; et al. Identification and characterization of ace1-type acetylcholinesterase likely associated with organophosphate resistance in *Plutella xylostella*. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 81, n.3, p. 164-175, 2005.

BATISTA, A. et al. **Prospecção de estirpes de *Bacillus thuringiensis* tóxicas a *Spodoptera frugiperda* (Screening of *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera frugiperda*)**. Brasília:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 19. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81).

CABRERA, J. G. et al. Variation in susceptibility to *Bacillus thuringiensis* toxins among unselected strains of *Plutella xylostella*. **Applied Environmental Microbiology**, v. 67, n. 10, p. 4610-4613, 2001.

FUENTES, S. F. **Producción y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas**. Lima: RAAA, 1994. 192 p.

GODIN, C.; BOIVIN, G. Lepidopterous pests of Brassica crops and their parasitoids in southwestern Quebec. **Environmental Entomology**, v. 27, n. 5, p. 1157-1165, 1998.

GOULART, R. M. Criação de *Trichogramma* spp. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação de insetos: da base a biofábrica**. Jaboticabal: FCAV, 2009. parte 2, p. 127-134.

GOULART, R.M. et al. Insecticide selectivity to two species of *Trichogramma* in three different hosts, as determined by IOBC/WPRS methodology. **Pest Management Science**, v. 68, n. 2, p. 240-244, 2012.

HAJI, F. N. P. et al. Manejo integrado de *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) no Submédio São Francisco. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n.3, p. 587-591, 1995.

HAJI, F. N. P. et al. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial, In: PARRA, J. R. P. et al. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002, cap. 28, p.477-494.

HAMILTON, A. J. et al. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. **Australian Journal of Entomology**, v. 44, n. 3, p. 284-287, 2005.

HECKEL, D. G. et al. The diversity of Bt resistance genes in species of Lepidoptera. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 95, n. 3, p. 192-197, 2007.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243-270, 1998.

KUMARASWAMI, N. S. et al. Lipids of brush border membrane vesicles BBMVs from *Plutella xylostella* resistant and susceptible to Cry1Ac-endotoxin

- of *Bacillus thuringiensis*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 129, n. 1, p. 173-183, 2001.
- KWON, D. H. et al. Knockdown resistance allele frequency in field populations of *Plutella xylostella* in Korea. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 80, n. 1, p. 21-30, 2004.
- MEDEIROS, P. T. et al. Avaliação de produtos a base de *Bacillus thuringiensis* no controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 245-248, 2006.
- PEREIRA, F. F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes densidades de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1669-1674, 2004.
- PEREZ, C. J.; SHELTON, A. M. Resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America. **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 1, p. 87-93, 1997.
- POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. **Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2003.
- PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H. N. Influência da idade dos ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) no parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 891-896, 1999.
- PRATISSOLI, D. et al. 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.
- RAMOS, F. M. et al. Evaluacion de aislamientos de *Bacillus thuringiensis* toxicos a *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Bioagro**, v. 16, n. 3, 183-188, 2004.
- SANTOS JR., H. J. G. Seleção de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bacillaceae) e populações de *Trichogramma* spp. (Westwood) (Hym.: Trichogrammatidae) para o controle de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae). 2009. 77 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- THULER, R. T. Criação de *Plutella xylostella*. In: DE BORTOLI, S. A. (Ed.). **Criação de insetos**: da base a biofábrica. Jaboticabal: FCAV, 2009. parte 2, p. 58-68.
- VASQUEZ, L. A. et al. Laboratory evaluation of commercial Trichogrammatide products for potential use against *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Biological Control**, v. 9, n. 2, p. 143-148, 1997.
- WANG, Z. Y. et al. Effects of transgenic *B.t* maize pollen on longevity and fecundity of *Trichogramma ostrinia* in laboratory conditions. **Bulletin of Insectology**, v. 60, n. 1, p. 49-55, 2007.
- WRAIGHT, C. L. et al. Absence of toxicity of *Bacillus thuringiensis* pollen to black swallowtails under field conditions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 97, n. 14, p. 7700-7703, 2000.
- WRIGHT, D. J. et al. A change in a single midgut receptor in the diamondback moth (*Plutella xylostella*) is only part responsible for field resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, n. 5, p. 1814-1819, 1997.