

BIOLOGICAL CONTROL

Interação Entre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Bacillus thuringiensis aizawai*, em Laboratório

SÔNIA T.B. DEQUECH¹, ROGÉRIO F.P. DA SILVA² E LIDIA M. FIUZA³

¹Depto. Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Univ. Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS

²Depto. Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, Univ. Federal do Rio Grande do Sul
Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS

³Lab. Microbiologia, Centro de Ciências da Saúde, Univ. Vale do Rio dos Sinos, Av. Unisinos, 950, C. postal 275
93022-000, São Leopoldo, RS

Neotropical Entomology 34(6):937-944 (2005)

Interaction between *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Bacillus thuringiensis aizawai*, in Laboratory

ABSTRACT - Larvae of healthy *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), parasitized by *Campoletis flavicincta* (Ashmead), infected by *Bacillus thuringiensis aizawai*, and both parasitized and infected, were obtained in the laboratory and fed with corn leaves. Parasitized and infected larvae showed less leaf consumption (in average 2.3 cm²) than the others, but did not differ from only parasitized larvae. Mean mortality of larvae both parasitized and infected was higher (96.5%) than the only parasitized (78.4%) and only infected ones (44.3%). The feeding period of the infected larvae (in average 29.6 days) did not differ from that of the healthy ones, in spite of having a longer larval period. Offsprings from pairs of parasitoids that had emerged from infected larvae did not have the biological characteristics modified. Therefore, the combined use of the parasitoid and the bacterium results in higher mortality and less foliar consumption and does not result in damage to the parasitoid.

KEY WORDS: Fall armyworm, biologic control, microbial control, natural enemy

RESUMO - Lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) sadias, parasitadas por *Campoletis flavicincta* (Ashmead), infectadas por *Bacillus thuringiensis aizawai* e parasitadas e infectadas foram obtidas em laboratório e alimentadas com folhas de milho. Lagartas parasitadas e infectadas apresentaram menor consumo foliar (em média, 2,3 cm²) que as demais, apesar de o mesmo não ter diferido do consumo de lagartas apenas parasitadas. A mortalidade média das lagartas parasitadas e infectadas foi superior (96,5%) tanto à das parasitadas (78,4%) quanto à das infectadas (44,3%). Lagartas infectadas tiveram o período de alimentação (em média, 29,6 dias) similar ao das sadias, apesar de terem período larval mais longo. Indivíduos descendentes de casais de parasitóides, que emergiram de lagartas infectadas, não tiveram alteradas suas características biológicas. Portanto, o uso conjunto do parasitóide e da bactéria implica em maior mortalidade e menor consumo foliar de lagartas e não resulta em prejuízo para o parasitóide.

PALAVRAS-CHAVE: Lagarta-do-cartucho-do-milho, controle biológico, controle microbiano, inimigo natural

Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) é considerada uma das mais sérias pragas de gramíneas cultivadas. Em lavouras de milho, as lagartas podem ocorrer durante todos os estádios de crescimento da cultura. No início do desenvolvimento apenas raspam as folhas. Porém, após tornarem-se mais ativas, perfuram as folhas, diminuindo a área fotossinteticamente ativa da planta. A redução no rendimento de milho pode chegar a 34% (Cruz 1995).

A freqüente ocorrência de *S. frugiperda* na cultura de milho vem aumentando os esforços da pesquisa na área da bioecologia do inseto, visando o monitoramento e o desenvolvimento de estratégias de controle. Informações referentes à forma como os parasitóides afetam a dinâmica populacional da praga são essenciais, uma vez que esses agentes de mortalidade natural vêm se tornando componentes significativos em programas de Manejo Integrado de Pragas (Ashley 1979).

Dentre os parasitóides de *S. frugiperda*, destaca-se *Campeletis flavicincta* (Ashmead), que é citada como um dos principais parasitóides de *S. frugiperda* em Ponta Grossa (PR) (Lucchini & Almeida 1980), em diferentes municípios do estado de São Paulo (Patel & Habib 1984), em Sete Lagoas (MG) (Cruz et al. 1997b) e em Cachoeirinha (RS) (Dequech et al. 2004).

C. flavicincta possui cerca de 15 mm de envergadura e realiza a postura no interior de lagartas de instares iniciais de *S. frugiperda*. A larva completa todo seu ciclo alimentando-se do conteúdo interno do hospedeiro. Próximo à fase de pupa, a larva do parasitóide sai do corpo da lagarta para construir o casulo no ambiente externo (Cruz 1995).

A crescente utilização de entomopatógenos em programas de MIP torna indispensável a avaliação dos prováveis efeitos desses agentes de controle biológico sobre os inimigos naturais dos insetos-praga (Magalhães et al. 1998). Dentre os entomopatógenos, o mais largamente utilizado é *Bacillus thuringiensis* Berliner (Feitelson et al. 1992).

Vários aspectos podem ser analisados a partir do estudo das interações resultantes entre parasitóides e patógenos. Dentre eles podem ser citados: suscetibilidade a bactérias por lagartas parasitadas (Nealis & Van Frankenhuyzen 1990), possibilidade de transmissão do patógeno no momento da postura de ovos (Bell et al. 1974), influência do patógeno na biologia do parasitóide (Ahmad et al. 1978, Salama et al. 1982), influência do patógeno na biologia do hospedeiro (Weseloh et al. 1983) e habilidade do parasitóide em distinguir entre lagartas do hospedeiro infectadas ou não (López & Ferro 1995, Ulpah & Kok 1996).

Neste trabalho, procurou-se avaliar aspectos da interação parasitóide-patógeno-hospedeiro (*C. flavicincta*, *B. thuringiensis aizawai* e *S. frugiperda*), incluindo características biológicas do parasitóide, consumo alimentar de lagartas parasitadas por *C. flavicincta* e/ou infectadas por *B. thuringiensis aizawai*, índices de mortalidade de lagartas expostas ao parasitismo, à infecção pelo patógeno e a ambos os fatores conjuntamente e, ainda, duração do ciclo da fase larval de *S. frugiperda* infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*.

Material e Métodos

Consumo Foliar de Lagartas de *S. frugiperda* Parasitadas por *C. flavicincta* e/ou Infectadas por *B. thuringiensis aizawai*. O ensaio constou de lagartas de *S. frugiperda* expostas aos seguintes tratamentos: (1) sem parasitismo e sem infecção (controle); (2) infecção com *B. thuringiensis aizawai*; (3) parasitismo por *C. flavicincta* e (4) parasitismo e infecção. Para cada tratamento foram utilizadas 30 lagartas, com quatro repetições.

O produto comercial Xen Tari (Abbott Laboratórios do Brasil Ltda), à base de *B. thuringiensis aizawai*, foi utilizado como fonte do entomopatógeno. Essa subespécie foi selecionada por ser considerada particularmente ativa contra lagartas de *Spodoptera* spp. (Beegle & Yamamoto 1992), ao contrário de produtos à base de *B. thuringiensis kurstaki* (Navon 1993).

Através da análise de probit, pelo programa Polo-PC (LeOra Software 1987), foi determinada a Concentração Letal Média (CL₅₀), aos sete dias, de 0,5 mg.ml⁻¹.

Na obtenção dos insetos para os tratamentos (3) e (4), lagartas com três dias de idade foram expostas aos parasitóides em gaiolas de acrílico de 30 x 30 x 30 cm, onde permaneciam por 24h. Após esse período, foram infectados com *B. thuringiensis aizawai* tanto um lote destas lagartas (utilizadas para o tratamento 4), quanto um lote de lagartas com quatro dias de vida, não exposto ao parasitismo (para o tratamento 2).

A exposição das lagartas ao *B. thuringiensis aizawai* (tratamentos 2 e 4) foi feita em placas de acrílico (35 mm de diâmetro), com fundo coberto por papel de filtro umedecido, sobre o qual colocou-se um disco de folha nova de milho (0,74 cm²) e, em cima deste, 20 ml de uma suspensão de *B. thuringiensis aizawai*, acrescida de Tween 20 a 0,1%. O mesmo procedimento foi adotado nos tratamentos (1) e (3), que não incluíram lagartas infectadas, porém substituindo a suspensão bacteriana por água destilada.

As lagartas de todos os tratamentos permaneceram durante três dias expostas ao bacilo ou à água destilada. Após esse período, foi fornecido um novo disco de folha de milho, sendo a umidade do papel filtro regularmente monitorada. A troca das folhas foi realizada diariamente e o número de lagartas mortas, vivas e, estas, quando em pré-pupa ou parasitadas, foi registrado.

As placas de acrílico com as lagartas foram mantidas em câmara incubadora tipo B.O.D., regulada para 25°C e 12h de fotofase; a umidade relativa foi mantida em aproximadamente 65%.

O consumo alimentar das lagartas nos quatro tratamentos foi avaliado ao final do ensaio, quando a área foliar do restante dos discos foi medida em medidor LI-COR modelo LI-3100 (Inc. Lincoln, Nebraska, EUA).

Biologia de Descendentes de *C. flavicincta* Emergidos de Lagartas de *S. frugiperda* Infectadas e Não Infectadas com *B. thuringiensis aizawai*. Um lote de lagartas parasitadas foi infectado com *B. thuringiensis aizawai* conforme método descrito no ensaio anterior. Outro lote de lagartas parasitadas foi mantido sem infecção pelo entomopatógeno. Os lotes foram de aproximadamente 200 lagartas, para garantir a emergência do número necessário de parasitóides. A partir dos lotes foram obtidos parasitóides oriundos de lagartas infectadas e não infectadas, sendo formados oito casais de parasitóides (com dois dias de idade) provenientes de cada situação.

Cada casal permaneceu durante 24h em potes de vidro de 11 cm de altura por 7 cm de diâmetro. Após esse período, foram oferecidas 20 lagartas de segundo instar, para cada casal de parasitóides, durante 24h. A alimentação constou de folha de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) para as lagartas e solução de mel, embebida em algodão, para os parasitóides. Esse procedimento foi repetido quatro vezes.

Em seguida, as lagartas foram individualizadas da mesma forma que no ensaio anterior. A alimentação

continuou sendo com folhas de capim-elefante, trocadas a cada dois dias. Cada lagarta foi observada diariamente. As observações constaram de: (a) data de formação do casulo do parasitóide e (b) data de emergência, (c) sexo e (d) longevidade do parasitóide adulto.

Resultados e Discussão

Consumo Foliar de Lagartas de *S. frugiperda* Parasitadas por *C. flavicineta* e/ou Infectadas por *B. thuringiensis aizawai*. O percentual de lagartas mortas em cada tratamento, considerando a média das repetições, está representado na Fig. 1. O controle (tratamento 1) apresentou mortalidade média de 10,5%. No tratamento de lagartas infectadas (2) esse valor foi de 44,3%. Para os tratamentos de lagartas parasitadas (3) e parasitadas e infectadas (4) a mortalidade foi de 78,4% e 96,5%, respectivamente. Todas as médias diferiram entre si pelo Teste de Duncan a 5% de significância. Portanto, o tratamento de lagartas parasitadas e infectadas resultou em maior mortalidade que os tratamentos com parasitóide ou *B. thuringiensis aizawai* isolados. Resultado semelhante foi obtido por Ahmad *et al.* (1978) que citam que a mortalidade causada em lagartas de *Lymantria dispar* (L.) pela utilização de *B. thuringiensis* e do parasitóide *Apanteles melanoscelus* (Ratzeburg) foi maior do que aquela causada por *B. thuringiensis* ou *A. melanoscelus*, isoladamente.

Por outro lado, durante os três primeiros dias ocorreu alta mortalidade nos tratamentos 2 e 4 (Fig. 2), indicando ação efetiva de *B. thuringiensis aizawai*, visto ser entre 18h e 72h o período de maior ocorrência de mortalidade causada pelo entomopatógeno (Habib & Andrade 1998).

A quantidade de alimento consumido é resultante da diferença entre a quantidade de alimento que se oferece ao inseto, no início do experimento, e a sobra de alimento ao final do período de estudo (Parra 1991). O consumo alimentar médio, representado em área de folha de milho/lagarta do lote inicial, obtido a partir de cada repetição e o valor médio total por tratamento, estão apresentados na Tabela 1. Nos tratamentos de lagartas parasitadas e de lagartas tanto parasitadas quanto infectadas, foi feita uma correção no sentido de compensar o consumo alimentar realizado pelas lagartas que não foram parasitadas, correspondendo, na primeira situação, a três lagartas na

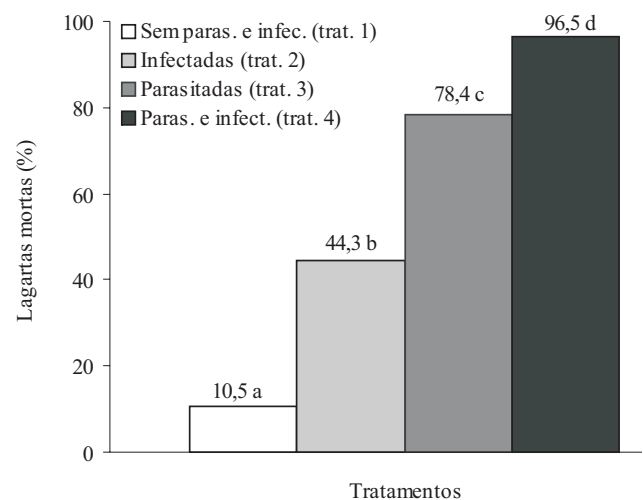


Figura 1. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes condições de parasitismo por *C. flavicineta* e de infecção por *B. thuringiensis aizawai*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Duncan a 5%. Coeficiente de variação: 11,46%.

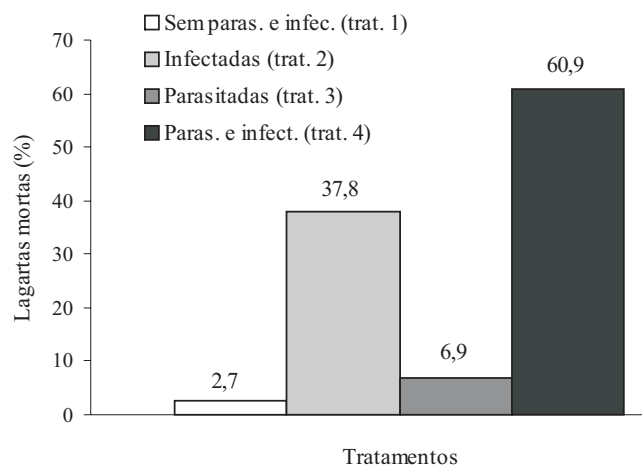


Figura 2. Mortalidade de lagartas de *S. frugiperda*, nos três primeiros dias após serem submetidas a diferentes condições de parasitismo por *C. flavicineta* e de infecção por *B. thuringiensis aizawai*.

Tabela 1. Consumo médio de folha de milho (cm²) por lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes condições de parasitismo por *C. flavicineta* e de infecção por *B. thuringiensis aizawai*.

Tratamentos	Média ± erro padrão
Sem parasitismo e infecção (controle)	118,1 ± 10,13 a
Infectadas	76,8 ± 5,12 b
Parasitadas	7,2 ± 0,90 c
Parasitadas e infectadas	2,3 ± 0,21 c

Coeficiente de variação: 29,03%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Duncan a 5%.

Tabela 2. Tempo médio (dias) de alimentação de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a diferentes condições de parasitismo por *C. flavicincta* e de infecção por *B. thuringiensis aizawai*.

Tratamentos	Nº de lagartas avaliadas	Média ± erro padrão
Sem parasitismo e infecção (controle)	102	28,5 ± 0,27 a
Infectadas	59	29,6 ± 0,29 a
Parasitadas	91	15,8 ± 0,31 b
Parasitadas e infectadas	33	15,5 ± 0,36 b

Coefficiente de variação: 9,82%

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Duncan a 5%.

primeira repetição e duas na terceira repetição; no tratamento de lagartas parasitadas e infectadas, quatro lagartas na quarta repetição. Os dados foram analisados através de teste fatorial.

As lagartas parasitadas e infectadas consumiram menor área foliar, embora os valores não tenham diferido significativamente do consumido pelas lagartas apenas parasitadas. As lagartas infectadas tiveram consumo foliar 35% menor que o controle, enquanto que nas parasitadas e nas parasitadas e infectadas o consumo foi 94% e 98% menor, respectivamente. Consumo foliar médio de *S. frugiperda* equivalente a 209,3 cm² foi obtido por Cruz *et al.* (1997a), sendo que lagartas parasitadas por *C. flavicincta* consumiram 14,5 cm², correspondendo a 6,9% do consumo de uma lagarta sadia. No presente trabalho, esse valor representou 6,1% do consumo do controle. Rezende *et al.* (1994) verificaram que lagartas de *S. frugiperda* parasitadas por *C. insularis* consumiram 12,2 cm² (6,8%) de folhas de milho, em comparação com 179,7 cm² das lagartas não parasitadas.

Lagartas de *S. frugiperda* consumiram quantidade de folhas significativamente inferior quando parasitadas por

Camponotus sonorensis (Cameron) e *Rogas laphygmae* (Viereck), em relação a lagartas não parasitadas (Isenhour 1988). Esta mesma conclusão foi evidenciada quando diferentes genótipos de milho foram testados por Isenhour & Wiseman (1987) em relação a lagartas parasitadas por *C. sonorensis*. Da mesma forma, Lopes *et al.* (1997) verificaram que lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer), parasitadas pelo díptero taquinídeo *Cyrtophloebe* sp., apresentaram menor consumo total de folhas de couve do que lagartas não parasitadas.

Assim, pode-se concluir que o uso conjunto de parasitismo por *C. flavicincta* e infecção por *B. thuringiensis aizawai* implica em maior mortalidade e menor consumo foliar de lagartas.

Tanto as lagartas infectadas quanto aquelas pertencentes ao controle não diferiram significativamente quanto ao período de alimentação das lagartas em folhas de milho, até atingirem o período de pré-pupa (tratamentos 1 e 2) ou formarem casulo do parasitóide (tratamentos 3 e 4) (Tabela 2). Da mesma forma, não diferiram os tratamentos de lagartas parasitadas e de lagartas parasitadas e infectadas. Porém, houve diferença entre estes dois tratamentos e os

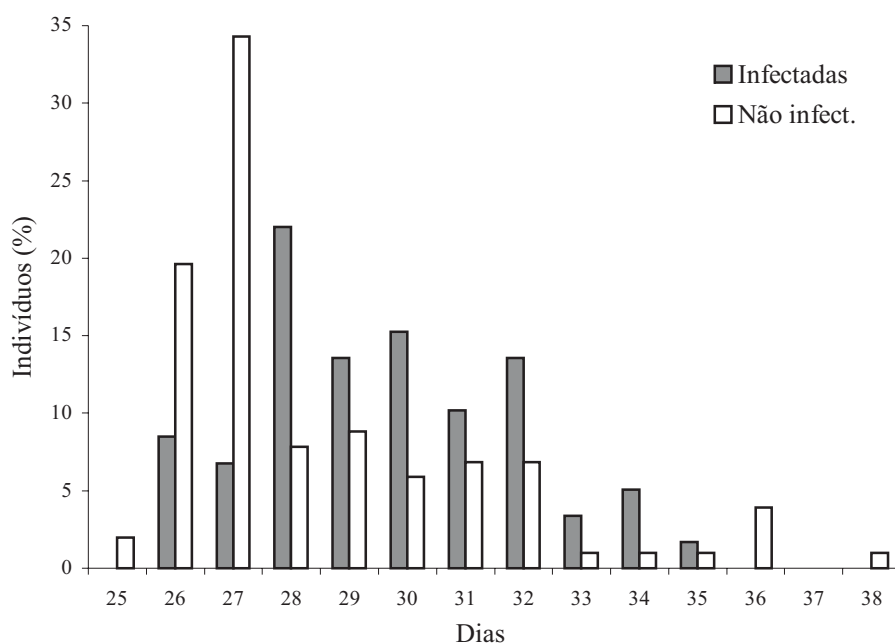


Figura 3. Duração do ciclo da fase larval de *S. frugiperda* infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*.

demaís. O fator parasitismo foi o responsável pela diminuição do período que as lagartas permaneceram alimentando-se de folhas de milho, correspondendo a cerca de 13 dias ao serem comparadas as lagartas do controle com as parasitadas.

O período médio em que lagartas sadias de *S. frugiperda* alimentaram-se de folha de milho correspondeu a 25 dias, enquanto que naquelas parasitadas por *C. flavicincta* o período foi de 17,5 dias (Cruz *et al.* 1997a). No presente trabalho esses valores corresponderam a 28,5 e 15,8 dias, respectivamente. Para Rezende *et al.* (1994), as lagartas não parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson) cessaram sua alimentação no 18º dia de observação, enquanto que as parasitadas alimentaram-se até o 14º dia.

A distribuição percentual da duração de lagartas infectadas com *B. thuringiensis aizawai* comparada com a de lagartas não infectadas está representada na Fig. 3. Ambas as situações diferiram significativamente através do teste qui-quadrado. O percentual de 55,9% das 102 lagartas não infectadas avaliadas teve duração larval de 25 a 27 dias, comparativamente a 15,3% das 59 lagartas infectadas distribuídas nos mesmos períodos. Portanto, lagartas de *S. frugiperda* infectadas apresentaram duração maior do que as sadias.

Porém, o período em que tanto as lagartas infectadas quanto as sadias permaneceram alimentando-se de folhas de milho não diferiu (Tabela 2), apesar de as lagartas infectadas terem se alimentado de quantidade significativamente menor do que o controle (Tabela 1).

Outra questão a ser considerada é que a lagarta infectada, ao permanecer por mais tempo nessa fase de desenvolvimento, torna-se mais vulnerável ao parasitismo por *C. flavicincta*. Este aspecto foi evidenciado por Weseloh *et al.* (1983), ao sugerirem que lagartas de *L. dispar* desenvolveram-se mais rapidamente em áreas não tratadas por *B. thuringiensis kurstaki* do que em áreas tratadas. Portanto, *B. thuringiensis* não apenas causa mortalidade direta às lagartas, como indiretamente aumenta a mortalidade causada por *A. melanoscelus* por tornar mais lento o desenvolvimento das lagartas, permitindo, desta forma, maior pressão de parasitismo.

Biologia de Descendentes de *C. flavicincta* Emergidos de Lagartas de *S. frugiperda* Infectadas e Não Infectadas com

B. thuringiensis aizawai. Aspectos referentes à biologia de *C. flavicincta* foram avaliados com base na análise de parasitóides descendentes de casais que emergiram de lagartas infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*. A razão sexual de parasitóides que emergiram de casais provenientes de lagartas infectadas e não infectadas (461 e 438 parasitóides, respectivamente) foi de 0,18 em ambas as situações, não apresentando diferença estatisticamente significativa.

Avaliou-se, também, a duração das fases de ovo-larva, pupa e ovo-pupa, a longevidade do inseto adulto e a duração do ciclo total de desenvolvimento (ovo-adulto) (Fig. 4). Para todas as situações, os descendentes de casais oriundos de lagartas infectadas não diferiram significativamente, pelo teste qui-quadrado, dos descendentes de casais oriundos de lagartas não infectadas. Através do mesmo teste foi feita análise preliminar que demonstrou não haver diferença significativa entre machos e fêmeas para cada situação, que foram, então, considerados conjuntamente.

O período médio de duração de cada fase de desenvolvimento de *C. flavicincta*, além do ciclo total das fases jovens (ovo a pupa) e de ovo a adulto, encontra-se na Tabela 3, tendo sido apresentados os parasitóides oriundos de casais emergidos a partir de lagartas infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*, além do número total de indivíduos analisados.

Portanto, parasitóides que se desenvolveram em lagartas sob a ação de *B. thuringiensis aizawai* não tiveram alteradas características biológicas de sua prole. Esse fato foi observado por alguns autores como Kaya & Dunbar (1972), Ulpah & Kok (1996), Blumberg *et al.* (1997) e Monnerat & Bordat (1998).

O presente trabalho, para as condições nas quais foi realizado, permitiu que fossem obtidas informações importantes relativas à interação parasitóide - patógeno - hospedeiro, de forma que o uso conjunto de *C. flavicincta* e *B. thuringiensis aizawai* implicou em maior mortalidade e menor consumo foliar de lagartas de *S. frugiperda* e não influenciou em características biológicas do parasitóide. Após serem confirmadas em trabalhos realizados no campo, essas informações permitirão a utilização simultânea do parasitóide e do patógeno no controle daquele inseto-praga, sem resultar em prejuízo para ambos os inimigos naturais.

Tabela 3. Duração média das fases de desenvolvimento (em dias) de *C. flavicincta* oriundos de casais provenientes de lagartas de *S. frugiperda* infectadas e não infectadas por *B. thuringiensis aizawai*.

Fase de desenvolvimento	Infectadas		Não infectadas	
	Média ± erro padrão	Nº de indivíduos	Média ± erro padrão	Nº de indivíduos
Ovo-larva	11,9 ± 0,19	102	12,1 ± 0,17	114
Pupa	7,1 ± 0,07	102	6,9 ± 0,06	114
Ovo-pupa	18,9 ± 0,19	102	19,0 ± 0,18	114
Adulto	12,8 ± 0,41	100	12,8 ± 0,39	111
Ovo-adulto	31,8 ± 0,45	100	31,8 ± 0,44	111

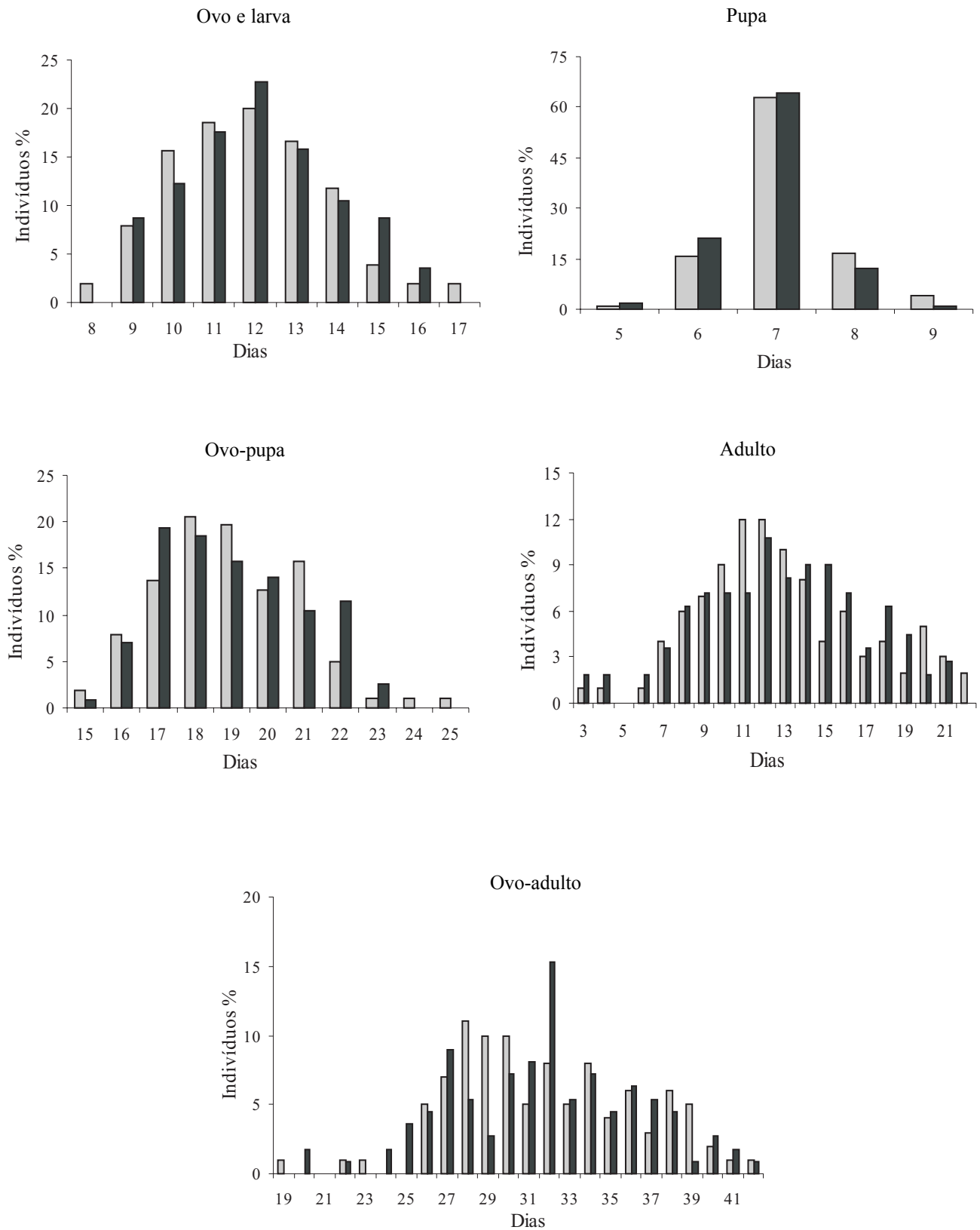


Figura 4. Distribuição percentual de indivíduos de *C. flavicincta*, entre os diferentes períodos de duração das diferentes fases, descendentes de casais oriundos de lagartas de *S. frugiperda* infectadas (■) e não infectadas (□) por *B. thuringiensis aizawai*.

Literatura Citada

- Ahmad, S., J.R. O'Neill & D.L. Mague. 1978.** Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to gypsy moth larvae parasitized by *Apanteles melanoscelus*. Environ. Entomol. 7: 73-76.
- Ashley, T.R. 1979.** Classification and distribution of fall armyworm parasites. Fla. Entomol. 62: 114-123.
- Beegle, C.C. & T. Yamamoto. 1992.** Invitation paper (c.p. Alexander Fund): History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. Can. Entomol. 124: 587-616.
- Bell, J.V., E.G. King & R.J. Hamalle. 1974.** Interactions between bollworms, a braconid parasite, and the bacterium *Serratia marcescens*. Ann. Entomol. Soc. Am. 67: 712-714.
- Blumberg, D., A. Navon, S. Keren, S. Goldenberg & S.M. Ferkovich. 1997.** Interactions among *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), its larval endoparasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae), and *Bacillus thuringiensis*. J. Econ. Entomol. 90: 1181-1186.
- Cruz, I. 1995.** A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas, EMBRAPA - CNPMS, Circ. Téc. 21, 45p.
- Cruz, I., M.L.C. Figueiredo, E.P. Gonçalves, D.A.N. Lima & E.E. Diniz. 1997a.** Efeito da idade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no desempenho do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e consumo foliar por lagartas parasitadas e não parasitadas. An. Soc. Entomol. Brasil 26: 229-234.
- Cruz, I., M.L.C. Figueiredo, F.H. Valicente & A.C. Oliveira. 1997b.** Application rate trials with a nuclear polyhedrosis virus to control *Spodoptera frugiperda* (Smith) on maize. An. Soc. Entomol. Brasil 26: 145-152.
- Dequech, S.T.B., L.M. Fiuza & R.F.P. da Silva. 2004.** Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep., Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. Ciênc. Rural 34: 1235-1237.
- Feitelson, J.S., J. Payne & L. Kim. 1992.** *Bacillus thuringiensis*: Insects and beyond. Bio/Technol. 10: 271-275.
- Habib, M.E.M. & C.F.S. Andrade. 1998.** Bactérias entomopatogênicas, p. 383-446. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Isenhour, D.J. 1988.** Interactions between two hymenopterous parasitoids of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. 17: 616-620.
- Isenhour, D.J. & B.R. Wiseman. 1987.** Foliage consumption and development of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) as affected by the interactions of a parasitoid, *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), and resistant corn genotypes. Environ. Entomol. 16: 1181-1184.
- Kaya, H.K. & D.M. Dunbar. 1972.** Effect of *Bacillus thuringiensis* and carbaryl on an elm spanworm egg parasite *Telenomus alsophilae*. J. Econ. Entomol. 65: 1132-1134.
- Lopes, C., T.M.C. Della Lucia & M.C. Picanço. 1997.** Consumo foliar de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) parasitadas por *Cyrtophloebe* esp.n. (Diptera: Tachinidae). Rev. Bras. Biol. 57: 15-19.
- López, R. & D.N. Ferro. 1995.** Larviposition response of *Myiopharus doryphorae* (Diptera: Tachinidae) to colorado potato beetle (Coleoptera, Chrysomelidae) larvae treated with lethal and sublethal doses of *B. thuringiensis* Berliner subsp. *tenebrionis*. J. Econ. Entomol. 88: 870-874.
- Lucchini, F. & A.A. Almeida. 1980.** Parasitas da *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbot, 1797) (Lep., Noctuidae), lagarta do cartucho do milho, encontrado em Ponta Grossa, PR. An. Soc. Entomol. Bras. 9: 115-121.
- Magalhães, B.P., R. Monnerat & S.B. Alves. 1998.** Interações entre entomopatógenos, parasitóides e predadores, p.195-216. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1136p.
- Monnerat, R.G. & D. Bordat. 1998.** Influence of HD1 (*Bacillus thuringiensis* spp. *kurstaki*) on the developmental stages of *Diadegma* sp. (Hym., Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae). J. Appl. Entomol. 122: 49-51.
- Navon, A. 1993.** Control of lepidopteran pests with *Bacillus thuringiensis*, p.125-146. In P.F. Entwistle, J.S. Cory, M.J. Bailey & S. Higgs (eds.), *Bacillus thuringiensis*, an environmental biopesticide: Theory and practice. Chichester, John Wiley & Sons, 311p.
- Nealis, V. & K. Van Frankenhuyzen. 1990.** Interactions between *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Apanteles fumiferanae* Vier. (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Entomol. 122: 585-594.
- Parra, J.R.P. 1991.** Consumo e utilização de alimentos por insetos, p.9-65. In A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds.), Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no

manejo de pragas. São Paulo, Manole, 359p.

Patel, P.N. & M.E.M. Habib. 1984. Levantamento e eficiência de insetos parasitos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Agric. 59: 229-237.

Rezende, M.A.A., I. Cruz & T.M.C. Della Lucia. 1994. Consumo foliar de milho e desenvolvimento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 473-478.

Salama, H.S., F.N. Zaki & A.F. Sharaby. 1982. Effect of *Bacillus thuringiensis* Berl. on parasites and predators

of the cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). J. Appl. Entomol. 94: 498-504.

Ulpah, S. & L.T. Kok. 1996. Interrelationship of *Bacillus thuringiensis* Berliner to the diamondback moth (Lepidoptera, Noctuidae) and its primary parasitoid, *Diadegma insulare*. J. Entomol. Sci. 31: 371-377.

Weseloh, R.M., T.G. Andreadis, R.E.B. Moore & J.F. Anderson. 1983. Field confirmation of a mechanism causing synergism between *Bacillus thuringiensis* and the gypsy moth parasitoid, *Apanteles melanoscelus*. J. Invertebr. Pathol. 41: 99-103.

Received 09/VI/04. Accepted 12/VII/05.
