

CONTROLE BIOLÓGICO**Efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner e Inseticidas Químicos Sobre a Traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) e Seus Parasitóides**

ROSE G. MONNERAT^{1,4}, DOMINIQUE BORDAT², MARINA CASTELO BRANCO³
E FÉLIX H. FRANÇA³

¹Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Caixa postal 02372,
70849-970, Brasília, DF.

²CIRAD-AMIS, BP 34032, Cedex 1 - Montpellier, França

³Embrapa Hortaliças, Caixa postal 218, 70359-970, Brasília, DF.

⁴Autor correspondente

An. Soc. Entomol. Brasil 29(4): 723-730 (2000)

Effects of *Bacillus thuringiensis* Berliner and Chemical Insecticides on *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) and its Parasitoids

ABSTRACT- Three biopesticides based on *Bacillus thuringiensis* (Dipel, Florbac and Biobit), and two chemical insecticides (deltamethrin and abamectin) were evaluated in field trials against *Plutella xylostella* (L.) and its parasitoids in Brazil. Plots treated with Florbac, Biobit and abamectin produced 100% marketable cabbages. Dipel and deltamethrin also resulted in acceptable control (85% yield). In the control plot, 97.2% of the yield was lost. The rate of parasitism on the plots treated with biopesticides was between 35.7 and 60.5%, in the control was 42.9% and in those treated with chemical insecticides was 9.0 and 25.8%. These results indicate that the biopesticides had no adverse effect on the parasitoids, in contrast to the classic chemical products.

KEY WORDS: Insecta, cabbage, *Brassica oleracea* var. *capitata*, diamondback moth, *Diadegma* sp., *Apanteles* sp., *Cotesia plutellae*, chemical control.

RESUMO: Três inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* (Dipel, Florbac e Biobit) e dois inseticidas químicos (deltametrina e abamectina) foram avaliados em testes de campo contra a traça-das-crucíferas e seus parasitóides no Brasil. As áreas tratadas com Florbac, Biobit e abamectina produziram 100% de cabeças comercializáveis. Dipel e deltametrina possibilitaram uma produção economicamente aceitável, com aproximadamente 85% de cabeças comercializáveis. No controle houve perda de 97,2% da produção. A taxa de parasitismo nas parcelas tratadas com biopesticidas variou entre 35,7 e 60,5%, na testemunha foi de 42,9% e nas tratadas com os produtos químicos foi de 9 e 25,8%. Esses resultados indicam que os biopesticidas não afetaram os parasitóides, ao contrário dos produtos químicos clássicos.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, repolho, *Brassica oleracea* var. *capitata*, traças-das-crucíferas, *Diadegma* sp., *Apanteles* sp., *Cotesia plutellae*, controle químico.

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Yponomeutidae), ataca crucíferas cultivadas e selvagens (Patil & Pokharkar 1971, Rahn 1983), em particular as espécies pertencentes ao gênero *Brassica* como repolho, couve-flor, brócolis e couve chinesa. Esse lepidóptero é originário provavelmente da região Mediterrânea e atualmente encontra-se disseminado por todos os continentes (Monnerat 1995). Os danos causados pela praga nas plantas de interesse comercial ocasionam a redução no valor de mercado dos produtos e eventualmente, quando os ataques são muito severos, causam a morte da planta (Srinivasan & Veeresh 1986).

Diversos inseticidas químicos como organofosforados, carbamatos e piretróides têm sido usados contra a traça-das-crucíferas (Krishnaiah & Mohan 1983, Mohamad & Ismail 1988). Entretanto, o uso contínuo e indiscriminado desses agrotóxicos tem selecionado populações resistentes, obrigando os produtores a utilizarem doses cada vez mais elevadas (Ooi 1986). Além disso, esses inseticidas destroem a fauna auxiliar (Fan & Ho 1971), deixam resíduos na vegetação e, em inúmeros casos, contaminam o meio ambiente.

A utilização de *Bacillus thuringiensis* Berliner em programas de controle biológico é uma alternativa eficaz e não contaminante (Dibyantoro & Siswojo 1988). Diversos biopesticidas à base dessa bactéria encontram-se disponíveis no mercado e, dentre eles, o produto comercial Dipel® tem oferecido bons resultados no controle da *P. xylostella* (França et al. 1985).

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos parasitóides da traça-das-crucíferas, avaliar a eficácia de três produtos comerciais à base de *B. thuringiensis* e de dois inseticidas químicos no controle de

P. xylostella e verificar o impacto destes sobre as populações de parasitóides associados.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido a campo na área da Embrapa Hortaliças - Brasília, DF, durante os meses de julho, agosto e setembro de 1993. Utilizou-se a variedade de repolho Globe Master, com a qual foram conduzidos dois experimentos. No primeiro, destinado ao levantamento dos parasitóides, transplantaram-se 500 plantas de uma sementeira, perfazendo um canteiro de 125 m² de área total. Nesta área não foram realizados tratamentos fitossanitários. Semanalmente, a partir de 23/7, 10 plantas de repolho foram escolhidas ao acaso e todos os insetos presentes foram coletados, contados e colocados em uma sala climatizada (25±1°C; 75±5% UR; fotofase de 14 horas) até a emergência dos adultos da praga ou dos parasitóides. Os parasitóides foram mortos e enviados para identificação no departamento de faunística do CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), localizado em Montpellier, França.

No segundo experimento, destinado a avaliar o efeito dos produtos fitossanitários, demarcou-se outra área localizada na Embrapa Hortaliças, distando aproximadamente 500 m da primeira. O delineamento foi de blocos ao acaso, com seis tratamentos e sete repetições. Cada parcela era constituída de quatro filas com 12 plantas cada. Os inseticidas testados e respectivas doses estão listados na Tabela 1. Em todos os tratamentos, foi adicionado o espalhante adesivo Extravon (30 ml/100 litros de água) e a parcela testemunha foi pulverizada com água+espalhante.

Tabela 1. Produtos usados em testes de campo para controlar *P. xylostella* no experimento conduzido em Brasília-DF/1993.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Formulação	Dose/ha
Dipel (Abbot)	<i>B. thuringiensis</i>	Suspensão concentrada	500 ml
Florbac FC (Novo Nordisk)	<i>B. thuringiensis</i>	Suspensão concentrada	1.000 ml
Biobit (Novo Nordisk)	<i>B. thuringiensis</i>	Pó molhável	1.000 ml
Decis (Roussel-Uclaf)	Deltametrina	Concentrado emulsionável	400 ml
Vertimec	Abamectina	Concentrado emulsionável	400 ml
Testemunha	Água		

As aplicações foram semanais durante sete semanas, empregando-se um pulverizador costal marca Jacto, com capacidade de cinco litros. A primeira pulverização foi realizada no começo da formação das cabeças, ou seja, 28 dias após o transplante (Castelo Branco *et al.* 1997). As plantas foram irrigadas por aspersão duas vezes por semana e os métodos de cultivo foram os recomendados para a região.

Ao final do ciclo da cultura, 10 plantas das linhas centrais de cada parcela foram escolhidas ao acaso e avaliadas de acordo com os seguintes critérios (Villas Bôas *et al.* 1990):

a) Porcentagem de cabeças comercializáveis: os repolhos que apresentaram furos inferiores a 2 mm de diâmetro foram considerados comercializáveis.

b) Número de furos: foi avaliado o número de furos presentes nas cabeças de repolho após a colheita.

c) Porcentagem de insetos parasitados: os insetos presentes nas 10 plantas foram coletados, contados e colocados na sala climatizada, nas condições já descritas até a emergência dos adultos ou dos parasitóides. Estes foram mortos e enviados para identificação no departamento de faunística do CIRAD.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e o teste de Tukey ($P < 0,05$) foi utilizado para a separação de médias.

Resultados e Discussão

No primeiro experimento foram coletadas

três espécies de parasitóides: *Diadegma* sp. (Hym.: Ichneumonidae), *Apanteles* sp. (Hym.: Braconidae) e *Cotesia plutellae* Kurdjumov (Hym.: Braconidae) (Fig. 1). Destes, o primeiro foi o mais abundante, seguido pelo segundo e o último foi o menos freqüente.

O nível de parasitismo acompanhou o aumento da população do hospedeiro durante as sete semanas do ensaio (Fig. 1), resultado semelhante ao obtido nas Filipinas (Poelking 1992). No entanto são diferentes dos obtido por Carballo *et al.* (1989) na Costa Rica, onde na época seca a população de *Diadegma insulare* Cresson foi incapaz de acompanhar o crescimento populacional da traça-das-crucíferas devido provavelmente ao rápido crescimento populacional da praga e à limitada capacidade de parasitismo do parasitóide.

De acordo com D. Bordat (não publicado), *Apanteles* sp. tem dificuldade de parasitar lagartas de terceiro e quarto instares, sendo que a sua presença indica a ocorrência de lagartas de segundo estágio de *P. xylostella*. *Diadegma* sp. é capaz de parasitar todos os estágios exofíticos da traça-das-crucíferas (Monnerat 1995). *C. plutellae* apresenta capacidade de parasitismo semelhante à de *Diadegma* sp. mas como observado na Malásia (Ooi 1992), este braconídeo não aumentou em número com a mesma rapidez de *Diadegma* sp. É provável que exista competição entre os dois parasitóides (Ooi 1992), podendo as condições locais não favorecerem ao desenvolvimento de *C. plutellae*.

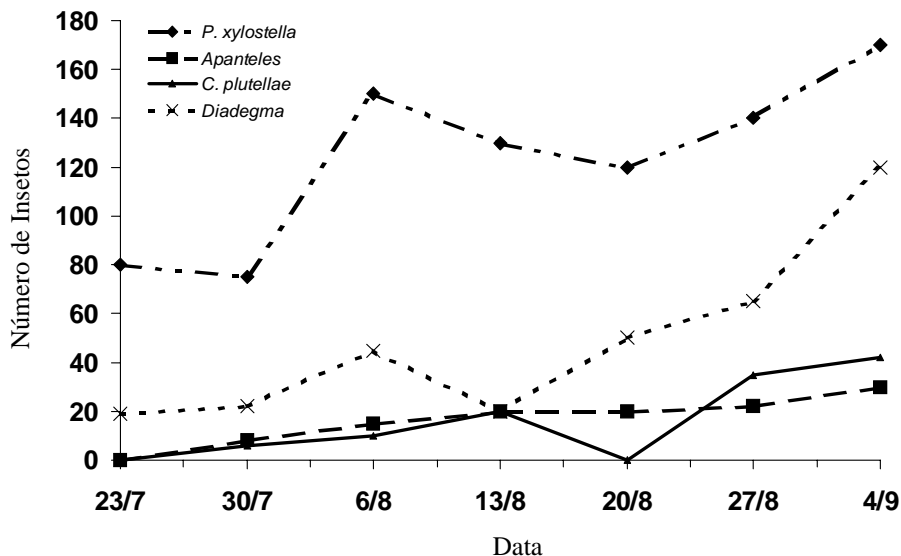


Figura 1. Evolução da população de *P. xylostella* e dos seus parasitoides numa cultura de repolho, Brasília, DF/1993.

Os resultados obtidos no segundo experimento mostraram que os ataques da traça-das-crucíferas foram bastante severos, como pode-se observar baixa porcentagem de repolhos comercializáveis na parcela testemunha (Tabela 2).

Os bioinseticidas Biobit® e Florbac® e o inseticida químico abamectina foram os mais eficazes no controle da traça-das-crucíferas, pois os repolhos avaliados apresentaram os menores números de furos com diâmetro inferior a 2 mm, resultando na produção de 100% de cabeças comercializáveis (Tabela 2). Abamectina embora tenha apresentado grande eficácia para o controle da praga, ainda não está registrado para a cultura do repolho.

Os resultados do produto Dipel® foram inferiores aos dos outros bioinseticidas testados, tendo produzido 84,2% de cabeças comercializáveis (Tabela 2). Os produtos Dipel® e Biobit® possuem como princípio ativo o mesmo sorotipo de *B. thuringiensis*, o *kurstaki*. Apresentam, portanto, a mesma

composição de toxinas, sendo que a diferença de resultados observada provavelmente se deva à formulação (Tabela 1). O bioinseticida Florbac® é produzido a partir do sorotipo aizawai e a similaridade de resultados apresentada por este produto e Biobit® deve-se provavelmente à toxina Cry1Ab, presente nos dois produtos. Esta toxina é a mais eficaz contra *P. xylostella* (Monnerat et al. 1999).

Deltametrina diferiu significativamente do Biobit® e não diferiu do Dipel® e do Florbac® quanto ao número de furos no repolho. Foi observada diferença significativa na produção de repolhos comercializáveis entre deltametrina, Florbac® e Biobit® (Tabela 2). A boa produção comercial obtida com o uso desse piretróide é em princípio surpreendente, visto que o uso contínuo e prolongado desse princípio ativo na região tem provocado a presença de populações resistentes da traça-das-crucíferas. Fatores como densidade populacional e frequência dos genes que conferem resistência devem influenciar na

Tabela 2. Resultados médios do número de furos por cabeça de repolho e porcentagem de repolhos comercializáveis obtidos na cultura de repolho tratada com diferentes produtos, Brasília-DF/1993.

Produto	Número de furos/repolho (Média ± EPM)	Repolhos comercializáveis (%) (Média ± EPM)
Testemunha	48,2 ± 6,4 a	2,8 ± 0,9 a
Dipel	20,4 ± 5,4 b	84,2 ± 5,2 b
Florbac	10,5 ± 2,5 bc	100 ± 0 c
Biobit	4,9 ± 1,2 cd	100 ± 0 c
Decis	14,7 ± 2,3 b	87,1 ± 0 b
Vertimec	4,9 ± 1,1 cd	100 ± 0 c
Anova F	16,5	116,5
P	< 0,001	< 0,001

Para efeito de análise estatística os dados relativos aos números de furos foram transformados em \sqrt{x} . Os dados relativos a porcentagem de repolhos comercializáveis foram transformados em arco seno x. Os valores obtidos em cada coluna, seguidos pela mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Tukey.

eficiência da deltametrina (Castelo Branco & Gatehouse 1996).

Semelhante ao primeiro experimento, os parasitóides encontrados foram *Diadegma* sp., *Apanteles* sp. e *Cotesia plutellae* (L.). Dentre esses, o primeiro foi responsável por mais de 50% do parasitismo em todos os tratamentos.

A maior densidade populacional de larvas de *P. xylostella*, e a maior porcentagem de parasitismo total foram constatadas na testemunha, diferindo estatisticamente do obtido nos demais tratamentos (Tabela 3). Os bioinseticidas Florbac® e Dipel® e deltametrina apresentaram o número total de larvas muito próximos, representando cerca de um terço do que foi constatado na testemunha. As menores populações da praga foram observadas nos tratamentos Biobit® e abamectina, sendo quase 10 vezes inferiores à da testemunha.

A taxa de parasitismo observada na parcela testemunha foi de 42,9%, nas áreas tratadas com os bioinseticidas variaram de 35,7 a 68,5 %. Os menores valores foram obtidos nos tratamentos com deltametrina e

com abamectina, que apresentaram taxas de parasitismo de 25,8 e 9,0% respectivamente (Tabela 3). Estes resultados indicam que os produtos biológicos, mesmo reduzindo sensivelmente a disponibilidade hospedeiros, não devem causar, ou causam menor dano sobre os parasitóides do que os inseticidas químicos. Kao & Tzeng (1992) mostraram que Decis® causou elevada mortalidade de adultos e decresceu o percentual de parasitismo de *P. xylostella* por *C. plutellae*, já Dipel® não ocasionou mortalidade de adultos do parasitóide, mas uma pequena redução no percentual de parasitismo. Os efeitos da abamectina sobre os parasitóides ainda não estão bem esclarecidos mas é possível que este produto aja sobre os adultos dos parasitóides, dada a baixa porcentagem de parasitismo constatada para este tratamento no ensaio (Tabela 3).

Considerando-se que todos os produtos utilizados reduziram o número de larvas e consequentemente o número de parasitóides, as seguintes hipóteses podem explicar o efeito dos diferentes inseticidas sobre os parasitóides da traça-das-crucíferas:

Tabela 3. Número médio total de larvas de *P. xylostella* coletadas em cada tratamento, número de adultos de *P. xylostella* não parasitados, e de cada um dos parasitóides emergidos, número total de parasitóides e porcentagem de parasitismo de larvas de *P. xylostella* coletadas em área tratadas e não tratadas com inseticidas, Brasília-DF/1993.

Tratamento	Número total de larvas de <i>P. xylostella</i>	% Parasitismo total
	(Média ± EPM)	
Testemunha	194,5 ± 21,0 a	42,9 ± 5,4 b
Dipel	64,2 ± 21,0 b	35,7 ± 2,6 b
Decis	63,5 ± 13,2 b	25,8 ± 3,2 c
Florbac	49,1 ± 12,9 b	36,4 ± 7,1 b
Biobit	20,1 ± 12,03 c	60,5 ± 7,2 a
Vertimec	20,1 ± 7,3 c	9,0 ± 3,3 d
ANOVA	F	7,28
	P	<0,001

Para efeito de análise estatística os dados de número total de larvas de *P. xylostella* foram transformados em \sqrt{x} . Os dados relativos a porcentagem de parasitismo foram transformados em arco seno x. Os valores obtidos em cada coluna, seguidos pela mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste Tukey.

1- os produtos à base de *B. thuringiensis* não afetam os adultos dos parasitóides, como demonstrado em laboratório com *C. plutellae* (Kao & Tzeng 1992) e *Diadegma* sp. (Monnerat & Bordat 1998). Assim, os adultos que pousam sobre as plantas tratadas podem localizar hospedeiros nas partes da planta onde os bioinseticidas não se encontram depositados, parasitando lagartas que não foram intoxicadas e complementando a ação de controle. Esta propriedade de *B. thuringiensis* o faz indicado para o uso em programas de manejo integrado da traça-das-crucíferas;

2- o inseticida Vertimec® é uma lactona macrocíclica que possui ação translaminar (Dybas 1989). Isso possibilita que as larvas da traça-das-crucíferas localizadas no interior das cabeças de repolho e na face inferior das folhas externas da planta possam ser atingidas, ocasionando a morte da lagarta e conseqüentemente dos parasitóides.

3- o inseticida Decis®, não possui ação

translaminar e com isso não atinge larvas localizadas nas cabeças ou folhas externas da planta. Essas lagartas podem constituir um reservatório de hospedeiros passíveis de serem utilizados pelos parasitóides que escaparam à ação do inseticida, o que poderia explicar o maior parasitismo observado em comparação ao Vertimec®.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro e aos Srs. Hozanan Pires Chaves e Henrique Borges Brito pelo apoio técnico.

Literatura Citada

Carballo, M.V., M. Hernández & J.R. Quezada. 1989. Efecto de los insecticidas y de las malezas sobre *Plutella xylostella* (L.) y su parasitoide *Diadegma insulare* (Cresson) en el

- cultivo de repollo. Man. Integr. Plagas 11: 1-20.
- Castelo Branco, M. 1997.** Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil: effects of local and long-range movements of moths. Bangor: University of Wales. 196 p. (Tese Doutorado)
- Castelo Branco, M. & A.G. Gatehouse. 1996.** Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. An. Soc. Entomol. Brasil 25: 489-494.
- Dibyantoro, A.L.H. & S. Siswojo. 1988.** Approach to integrated control of some vegetable insect-pests by using microbial insecticide *Bacillus thuringiensis* Berl. Bull. Penelit. Hortic. 16: 67-72.
- Dybas, R.A. 1989.** Abamectin use in crop protection, p.287-310. In W.C.Campbell (ed.), Abamectin use in crop protection. New York, Springer-Verlag, 425 p.
- Fan, S.H. & K.K. Ho. 1971.** A preliminary study on the life history, rearing method of *Apanteles plutellae* Kurd. and the effects of different insecticides to it. Plant Prot. Bull. 13: 156-161.
- França, F.H., C.M.T. Cordeiro, L.D.B. Giordano, & A.M. Resende. 1985.** Controle da traça-das-crucíferas em repollo. Hortic. Bras. 3: 47-53.
- Kao, S.S. & C.V.C. Tzeng. 1992.** Toxicity of insecticides to *Cotesia plutellae*, a parasitoid of Diamondback Moth, p. 287-296. In N.S. Talekar (ed.), Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop. AVRDC. Taiwan, 453 p.
- Krishnaiah, K. & N.J. Mohan. 1983.** Control of cabbage pests by new insecticides. Indian J. Entomol. 45: 222-228.
- Mohamad, R.B. & M.Y. Ismail. 1988.** Persistence of insecticides against larvae of *Plutella xylostella* (L.). Insect Sci. Appl. 9: 109-112.
- Monnerat, R.G. 1995.** Interrelation entre la teigne des cruciferes *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Yponomeutidae), son parasitoide *Diadegma* sp. et la bacterie entomopathogene *Bacillus thuringiensis* Berliner. Montpellier: École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 160 p. (Tese Doutorado)
- Monnerat, R.G. & D. Bordat. 1998.** Influence of HD-1 (*Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*) on the developmental stages of *Diadegma* sp. (Hym. Ichneumonidae) parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep.: Yponomeutidae). J. Appl. Entomol. 122: 49-51.
- Monnerat, R.G.; L. Masson, R. Brousseau, M. Pusztaï-Carey, D. Bordat & R. Frutos. 1999.** Differential activity and activation of *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins in Diamondback moth, *Plutella xylostella*. Cur. Microbiol. 39: 159-162.
- Ooi, P.A.C. 1986.** Diamondback Moth in Malaysia, p. 25-34. In Talekar, N. S. & T.D. Griggs (ed.), Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop. Taiwan, 495 p.
- Ooi, P.A.C. 1992.** Diamondback moth in Malaysia, p. 255-262. In N.S. Talekar (ed.), Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop. AVRDC. Taiwan, 453 p.
- Patil, S.P. & R.N. Pokharkar. 1971.** Diamond-back moth. A serious pest of crucifers. Res. J. Mahatma Phule Agric.

Univ. 26: 134-139.

Poelking, A. 1992. Diamondback Moth in the Philippines and its control with *Diadegma semiclausum*, p. 271-278. In N.S. Talekar (ed.), Diamondback Moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop. Taiwan, 453 p.

Rahn, R. 1983. Les Lépidoptères déprédateurs des cultures de choux dans l'Ouest de la France. Institut Nationale de Recherche Agronomique. Rennes, 13 p.

Srinivasan, K. & G.H. Veeresh. 1986. The

development and comparison of visual damage thresholds for the chemical control of *Plutella xylostella* and *Crociodomia binotalis* on cabbage in India. Insect Sci. Appl. 7: 547-557.

Villas Boas, G.L., M. Castelo Branco & A.L. Guimarães. 1990. Controle químico da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. Hortic. Bras. 8: 10-11.

Aceito em 23/11/2000.
