

BIOLOGICAL CONTROL

Interação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e o Parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre Larvas da Traça-das-Crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)

HUGO J.G. DOS SANTOS JR., EDMILSON J. MARQUES, REGINALDO BARROS E MANOEL G.C. GONDIM JR.

DEPA/Fitossanidade/UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos 52171-900, Recife, PE

Neotropical Entomology 35(2):241-245 (2006)

Interaction of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and the Parasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Eulophidae) with Larvae of Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)

ABSTRACT - Chemical insecticides are broadly applied to control diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). Diamondback moth is a major pest of cruciferous worldwide, and resistance of this pest to insecticide has been often reported. Thus, this research investigated the interactions among the fungi *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., and the larval-pupal parasitoid *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) before and after application of the fungi on DBM larvae offered to the parasitoid. The experiment was carried out at $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ RH and 12h photophase using a completely randomized design, with eight treatments with six replications each. The isolates E9 of *M. anisopliae* and ESALQ 447 of *B. bassiana*, were used at the concentration of 10^7 conidia ml^{-1} . The results showed that *M. anisopliae* and *B. bassiana* reduced the parasitism of *P. xylostella* by *O. sokolowskii*. Additive effects were found on the mortality of *P. xylostella* with the different combinations among the fungi and parasitoid, except for the treatment *B. bassiana* inoculated 24h before exposition of the larvae to *O. sokolowskii*. The isolates were more efficacious when applied after exposition of the larvae to the parasitoid. The efficiency of *O. sokolowskii* was negatively influenced by the presence of the fungi, mainly when the fungi were applied 24h before diamondback's larvae were exposed to the parasitoid. The association of the fungi with the parasitoid presents potential to be tested in field. The use of these natural enemies in the integrated management of *P. xylostella* may economically improve the cabbage productive system, especially for organic farming.

KEY WORDS: Entomopathogenic fungus, biological control, parasitoid

RESUMO - Inseticidas químicos são amplamente usados para o controle da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.). Esta é considerada a principal praga das crucíferas em todo o mundo e o surgimento de resistência de *P. xylostella* tem sido freqüentemente relatado. Este trabalho investigou as diferentes interações dos fungos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. com o parasitóide de larva-pupa *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) sobre larvas de *P. xylostella*. O experimento foi conduzido à temperatura de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $75 \pm 5\%$ e fotofase de 12h, empregando-se delineamento inteiramente casualizado, constando de oito tratamentos com seis repetições cada. Foram utilizados os isolados E9 de *M. anisopliae* e ESALQ 447 de *B. bassiana*, na concentração de 10^7 conídios ml^{-1} . Os resultados mostram que *M. anisopliae* e *B. bassiana* reduziram o parasitismo de *P. xylostella* por *O. sokolowskii*. Por outro lado, efeitos aditivos no controle de *P. xylostella* foram evidenciados nas diferentes combinações dos fungos com o parasitóide, exceto para *B. bassiana* quando pulverizado 24h antes da exposição a *O. sokolowskii*. Os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram mais eficientes quando aplicados após a exposição das larvas ao parasitóide, e a eficiência de *O. sokolowskii* foi influenciada negativamente pela presença dos fungos independente da combinação. A associação dos fungos com o parasitóide apresentam potencial para serem testados em campo, objetivando o controle de *P. xylostella* bem como favorecer economicamente o sistema produtivo das brássicas.

PALAVRAS-CHAVE: Fungo entomopatogênico, controle biológico, parasitóide

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) é considerada a principal praga em todas as regiões produtoras de brássicas no mundo, ocasionando elevadas perdas em plantios comerciais dessas culturas (Castelo Branco & Gatehouse 2001).

A utilização de inseticidas é a prática de controle mais adotada pelos produtores de brássicas, porém restrições estão sendo feitas a alguns inseticidas por contribuírem para poluição ambiental e por apresentar alta toxicidade ao homem (Castelo Branco et al. 2003, Pereira et al. 2004). Por outro lado, o agroecossistema das brássicas apresenta um amplo complexo de inimigos naturais, dentre eles fungos entomopatogênicos (Riethmacher et al. 1992, Pell et al. 1993) e, himenópteros parasitóides (Talekar & Hu 1996, Kfir 1997, Mahmood et al. 2004), cuja capacidade de parasitismo torna-se bastante reduzida, devido ao elevado número de aplicações de inseticidas de amplo espectro (Talekar & Shelton 1993).

Entre os inimigos naturais de *P. xylostella* o parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov) vem sendo constatado em várias regiões produtoras de brássicas (Ferronato 1984, Castelo Branco & Medeiros 2001, Mahmood et al. 2004). Destacam-se também os fungos entomopatogênicos cuja ação natural e/ou através de aplicações inundativas ou inoculativas representam importante alternativa para a redução populacional de *P. xylostella* (Riethmacher et al. 1992, Masuda 2000, Silva et al. 2003).

Interações entre agentes de controle microbiano e organismos não-alvo podem acontecer através da infecção direta, porém esses efeitos podem ser evitados ou minimizados através da seleção cuidadosa de patógenos específicos (Goettel & Hajek 2001). Neste contexto, diversas pesquisas comprovam a ocorrência de interações sinérgicas que demonstram a possibilidade de coexistência desses agentes dentro de um mesmo ambiente (Folegatti et al. 1990, Fuentes-Contreras & Niemeyer 2000, Stolz et al. 2002), contudo interações antagônicas entre entomopatógenos e parasitóides também podem ocorrer. Desta forma, estudos desenvolvidos por Furlong & Pell (2000) com o fungo *Zoophthora radicans* (Brefeld) sobre o parasitóide de *P. xylostella*, *Diadegma semiclausum* (Hellén), constataram que os adultos do parasitóide são susceptíveis ao fungo. Igualmente Lord (2001), verificou que a exposição de *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) parasitóide de *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus), ao fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. após aplicações de 100 mg e 500 mg de conídios/kg de trigo resultaram em 52,7% e 68,6% de mortalidade respectivamente.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar em laboratório a interação de isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *B. bassiana* e o parasitóide *O. sokolowskii* sobre *P. xylostella* com intuito de associar os fungos e o parasitóide no controle da traça-das-crucíferas.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Patologia e Biologia de Insetos da Área de Fitossanidade, Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural

de Pernambuco (UFRPE), em Recife, PE.

Obtenção e criação de *P. xylostella*. Os insetos foram obtidos da criação estoque do Laboratório de Biologia de Insetos, da UFRPE, originários de plantios de brássicas do município de Gravatá, PE, criados em folhas de *Brassica oleracea* var. *achephala* DC. cv. Manteiga, de acordo com os procedimentos recomendados por Barros & Vendramim (1999).

Obtenção e criação de *O. sokolowskii*. Os parasitóides foram provenientes de larvas e pupas de *P. xylostella*, coletadas em plantios de brássicas no município de Chã Grande, PE, e criados em larvas da traça-das-crucíferas provenientes da criação estoque, a $26 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase. A multiplicação de *O. sokolowskii* em laboratório baseou-se no confinamento de larvas de *P. xylostella* de 3º instar em pedaços de folhas de couve Manteiga, previamente lavadas em água corrente e dispostas verticalmente em gaiolas plásticas circulares (12,5 x 13 x 14 cm) através de alfinetes situado na tampa. As gaiolas continham aberturas vedadas com tecido tipo *voil* para permitir a troca de ar. Posteriormente, fêmeas de *O. sokolowskii*, com um dia de idade e previamente acasaladas por 24h foram introduzidas nas gaiolas e alimentadas com gotículas de mel puro. Diariamente, verificou-se a necessidade da reposição dos substratos alimentares para os insetos e quando as larvas atingiam a fase de pupa eram transferidas individualmente para ‘células’ de placas de Elisa, cobertas com filme plástico de PVC transparente. Após a emergência, os adultos da praga ou do parasitóide eram coletados e removidos para sua respectiva gaiola de criação.

Obtenção e produção dos fungos. Foram utilizados os isolados E9 de *M. anisopliae* e ESALQ 447 de *B. bassiana* obtidos da coleção do Laboratório de Patologia de Insetos da Área de Fitossanidade da UFRPE. A seleção dos fungos foi baseada em Silva et al. (2003) que verificaram em laboratório maior patogenicidade dos mesmos a *P. xylostella*. Estes foram revigorados em lagartas de 3º instar de *Diatraea saccharalis* (Fabricius). Por ocasião dos bioensaios, os fungos foram repicados em BDA + A (batata-dextrose-ágar + sulfato de estreptomicina) e, após sete dias, o isolado de *M. anisopliae* foi novamente repicado em BDA + A, e o isolado de *B. bassiana* em meio completo (MC) e incubados em câmara climatizada tipo B.O.D. a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h, onde permaneceram por dez dias.

Viabilidade dos fungos. A viabilidade dos conídios de *B. bassiana* e *M. anisopliae* utilizados nos experimentos foram superiores a 95%.

Interação entre os fungos, traça-das-crucíferas e o parasitóide. As suspensões fúngicas foram obtidas mediante adição de 15 ml de água destilada esterilizada mais espalhante adesivo Tween® 80 a 0,01% (ADE + E), em placas contendo meio de cultura e o fungo e, aferidas mediante quantificação em câmara de Neubauer com o auxílio de um microscópio óptico, sendo posteriormente ajustadas para 10^7 conídios ml^{-1} .

O experimento foi efetuado em delineamento inteiramente casualizado, constando de oito tratamentos com seis repetições, a saber: Exposição das larvas de *P. xylostella* ao parasitóide e 24h depois pulverização com os fungos [*O. sokolowskii* + *M. anisopliae* (*O.s.* + *M.a.*) e *O. sokolowskii* + *B. bassiana* (*O.s.* + *B.b.*)]; pulverização com os fungos e 24h depois exposição das larvas de *P. xylostella* ao parasitóide [*M. anisopliae* + *O. sokolowskii* (*M.a.* + *O.s.*) e *B. bassiana* + *O. sokolowskii* (*B.b.* + *O.s.*)]; pulverização com fungos [*M. anisopliae* (*M.a.*) e *B. bassiana* (*B.b.*)]; pulverização das larvas de *P. xylostella* com ADE + E e exposição ao parasitóide (*O. sokolowskii*); e a testemunha.

Larvas de *P. xylostella* no 3º instar foram pulverizadas com 2 ml da suspensão fúngica na concentração de 10^7 conídios ml^{-1} em cada tratamento, com auxílio de um microatomizador marca Paasche "VL". Posteriormente, foram transferidas com auxílio de um pincel de cerdas finas para pedaços retangulares (6 x 5 cm) de folhas de couve Manteiga, previamente lavadas em água corrente e fixadas verticalmente em potes plásticos circulares (6,5 cm de diâmetro x 7,5 cm de altura) através de alfinete fixado na tampa. A troca de ar era realizada através de duas aberturas laterais (2,5 cm de diâmetro), as quais eram vedadas com tecido tipo voil.

Quatro fêmeas de *O. sokolowskii*/parcela, com um dia de idade e previamente acasaladas por 24h foram introduzidas nos tratamentos com parasitóide, sendo alimentadas com gotículas de mel. Cada parcela foi composta por 10 larvas de *P. xylostella* no 3º instar, totalizando 480 larvas no experimento. A testemunha foi tratada com ADE + E. Em seguida, os potes plásticos foram acondicionados em câmara climatizada tipo B.O.D. a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 12h de fotofase e UR $75 \pm 5\%$.

A ação dos agentes de controle foi aferida diariamente por um período de 15 dias, observando-se a mortalidade das larvas e pupas da traça-das-crucíferas, assim como a emergência de adultos de *O. sokolowskii* das pupas. Tanto as larvas quanto as pupas mortas foram individualmente

transferidas para câmaras úmidas e mantidas à temperatura de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ de UR e fotofase de 12h para confirmação do agente causal.

Os parâmetros avaliados foram: mortalidade total, correspondente à mortalidade ocasionada pelos fungos, parasitóide e morte natural; mortalidade confirmada, correspondente à mortalidade ocasionada pela colonização dos fungos; porcentagem de parasitismo, referente às pupas que foram parasitadas por *O. sokolowskii*; e a redução do parasitismo de *P. xylostella* pelo parasitóide resultante da aplicação dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* 24h antes ou depois da exposição das larvas a *O. sokolowskii* em comparação com a ação isolada do parasitóide. Os dados foram submetidos a análise de variância empregando-se o programa Sanest versão 3.0, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

Resultados e Discussão

Interação entre os fungos, traça-das-crucíferas e o parasitóide. A mortalidade total de larvas no 3º instar de *P. xylostella* atingiu 96,7% e 93,3%, quando os isolados de *M. anisopliae* e *B. bassiana* respectivamente foram pulverizados 24h após a exposição das larvas ao parasitóide, e não diferiram entre si ($F = 19,91$; $P = 0,0001$). A mortalidade total da traça-das-crucíferas decorrente da aplicação isolada de *M. anisopliae*, *B. bassiana* e exposição a *O. sokolowskii* ou em associação, com aplicação dos fungos antes do confinamento das larvas com o parasitóide variou de 41,7% a 70% (Tabela 1).

Efeitos aditivos foram evidenciados quando isolados e parasitóide foram associados, independente do momento de pulverização ou exposição das larvas ao parasitóide, exceto para *B. bassiana* quando pulverizado 24h antes da exposição das larvas ao parasitóide, resultando em apenas 55% na mortalidade de *P. xylostella* não diferindo ($F = 19,91$; $P = 0,0001$) quando *B. bassiana* foi pulverizada isoladamente (Tabela 1). Quando os fungos foram

Tabela 1. Mortalidade (média \pm EP) de larvas de *P. xylostella* pulverizadas com *M. anisopliae* e *B. bassiana* na concentração de 10^7 conídios ml^{-1} em associação com *O. sokolowskii* em diversas interações dos fungos com o parasitóide. Temp.: $26 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $75 \pm 5\%$ e fotofase: 12h.

Tratamentos	Mortalidade		
	Fungos	Parasitóide	Total
<i>O. sokolowskii</i> + <i>M. anisopliae</i>	71,7 \pm 4,77 a	18,3 \pm 3,07 bc	96,7 \pm 2,10 a
<i>O. sokolowskii</i> + <i>B. bassiana</i>	65,0 \pm 3,41 ab	21,7 \pm 6,00 b	93,3 \pm 4,34 a
<i>M. anisopliae</i> + <i>O. sokolowskii</i>	66,7 \pm 4,34 a	3,3 \pm 2,10 bc	70,0 \pm 5,16 b
<i>B. bassiana</i> + <i>O. sokolowskii</i>	46,7 \pm 5,57 bc	6,7 \pm 3,33 bc	55,0 \pm 4,28 bc
<i>M. anisopliae</i>	41,7 \pm 4,01 c	—	41,7 \pm 4,01 c
<i>B. bassiana</i>	55,0 \pm 7,63 abc	—	56,7 \pm 7,14 bc
<i>O. sokolowskii</i>	—	45,0 \pm 5,62 a	58,3 \pm 7,43 bc
Testemunha	—	—	13,3 \pm 4,34 d

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P = 0,05$).

pulverizados 24h depois da exposição das larvas ao parasitóide resultaram nos maiores índices de mortalidade da praga, demonstrando que a exposição inicial das larvas ao parasitóide foi mais eficiente (Tabela 1).

A mortalidade confirmada pelo fungo em *P. xylostella* foi de 71,7% quando *M. anisopliae* foi pulverizado após o confinamento das larvas com o parasitóide, e 66,7% antes do confinamento, diferindo significativamente ($F = 19,91$; $P = 0,0001$) e 41,7% quando *M. anisopliae* foi pulverizado isoladamente. Em relação a *B. bassiana* a mortalidade confirmada da traça-das-crucíferas quando pulverizada isoladamente ou em associação com *O. sokolowskii* variou de 46,7% a 65% (Tabela 1).

O parasitismo promovido por *O. sokolowskii* em larvas de *P. xylostella* foi de 45%, portanto sendo maior sem associação com os fungos. A associação do parasitóide com *M. anisopliae* e *B. bassiana* promoveu parasitismo maior quando a pulverização dos fungos foi realizada após o confinamento do parasitóide com as larvas de *P. xylostella*, variando de 18,3% a 21,7%, porém quando a pulverização foi feita antes da exposição de *P. xylostella* ao parasitóide promoveu 3,3% de parasitismo quando associado com *M. anisopliae* e 6,7% com *B. bassiana* (Tabela 1).

Nakamura & Noda (2001) e Torres (2004) encontraram valores similares de parasitismo de *P. xylostella* por *O. sokolowskii*, 44,4% e 42,5% respectivamente. Contudo Talekar & Hu (1996) verificaram índice de parasitismo de 70,2%, valor superior ao encontrado nesta pesquisa, porém esses autores utilizaram uma proporção de parasitóide hospedeiro (3:1), diferindo da utilizada neste trabalho (4:10).

A associação de *O. sokolowskii* com os fungos promoveu a redução do parasitismo de *P. xylostella* em comparação com a ação isolada do parasitóide (Tabela 1). Quando os fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* foram aplicados 24h após o confinamento das larvas com *O. sokolowskii* observou-se redução de 59% e 51,7% respectivamente. Em relação à aplicação dos fungos antes houve redução de 92,7% e 85,1%, *M. anisopliae* e *B. bassiana*, respectivamente. Furlong (2004) verificou que a pulverização de larvas de *P. xylostella* com *B. bassiana* na concentração de 1×10^6 conídios ml^{-1} 72h depois de parasitadas por *D. semiclausum* impossibilitou a emergência do parasitóide. Folegatti & Alves (1987) constataram que o parasitismo de *D. saccharalis* por *Cotesia flavipes* (Cameron) foi de 25% e 41,6% respectivamente quando as larvas da praga foram pulverizadas com o isolado PL 43 de *M. anisopliae* 24 e 72h após serem expostas ao parasitóide. A pulverização 24h após a exposição das larvas a *C. flavipes* promoveu redução de 16,7% na porcentagem de parasitismo de *D. saccharalis*.

Os resultados obtidos demonstram que os fungos testados foram mais eficientes quando aplicados após a exposição das larvas ao parasitóide, e que a eficiência de *O. sokolowskii* foi influenciada negativamente pela presença dos fungos, entretanto evidenciou-se a ocorrência de efeitos aditivos na associação entre os inimigos naturais, sugerindo que a utilização conjunta apresenta potencial para ser testada em campo.

A confirmação desses resultados em campo pode favorecer economicamente o sistema produtivo das brássicas

possibilitando a implementação desses inimigos naturais no manejo integrado de *P. xylostella*.

Agradecimentos

A CAPES, pela bolsa concedida ao primeiro autor, ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade/Entomologia da UFRPE.

Referências

- Barros, R. & J.D. Vendramim. 1999. Efeito de cultivares de repolho, utilizadas para criação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), no desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 28: 469-476.
- Castelo Branco, M. & A.G. Gatehouse. 2001. A survey of insecticide susceptibility in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. Neotrop. Entomol. 30: 327-332.
- Castelo Branco, M., F.H. França, L.A. Pontes & P.S.T. Amaral. 2003. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações da traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. Hortic. Bras. 21: 549-552.
- Castelo Branco, M. & M.A. Medeiros. 2001. Impacto de inseticidas sobre parasitóides da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. Pesq. Agropec. Bras. 36: 7-13.
- Ferronato, E.M.O. 1984. Abundância de larvas e pupas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em *Brassica oleracea* L. var. acephala D. C., mortalidade causada por parasitóides e biologia de *Tetrastichus sokolowskii* Kurdjumov, 1912 (Hymenoptera: Eulophidae). Dissertação de mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 215p.
- Folegatti, M.E.G. & S.B. Alves. 1987. Interação entre o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., e os principais parasitóides da broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). An. Soc. Entomol. Brasil. 16: 351-362.
- Folegatti, M.E.G., S.B. Alves & P.S.M. Botelho. 1990. Patogenicidade do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. para pupas e adultos de *Apanteles flavipes* (Cam.). Pesq. Agropec. Bras. 25: 247-251.
- Fuentes-Contreras, E. & H.M. Niemeyer. 2000. Effect of wheat resistance, the parasitoid *Aphidius rhopalosiphii*, and the entomopathogenic fungus *Pandora neoaphidis*, on population dynamics of the cereal aphid *Sitobion avenae*. Entomol. Exp. Appl. 97: 109-114.
- Furlong, M.J. 2004. Infection of the immature stages of *Diadegma semiclausum*, an endolarval parasitoid of the diamondback moth, by *Beauveria bassiana*. J. Invertebr. Pathol. 86: 52-55.
- Furlong, M.J. & J.K. Pell. 2000. Conflicts between a fungal entomopathogen, *Zoophthora radicans*, and two larval parasitoids of the diamondback moth. J. Invertebr. Pathol. 76: 85-94.
- Goettel, M.S. & A.E. Hajek. 2001. Evaluation of non-target effects of pathogens used for management of arthropods, p.81-97. In

- E. Wajnberg, J.K. Scott & P.C. Quimby (eds.), Evaluating indirect ecological effects of biological control. CAB, 261p.
- Kfir, R. 1997. Parasitoids of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) in South Africa: An annotated list. *Entomophaga* 42: 517-523.
- Lord, J.C. 2001. Response of the wasp *Cephalonomia tarsalis* (Hymenoptera: Bethyridae) to *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) as free conidia or infection in its host, the sawtoothed grain beetle *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). *Biol. Control*. 21: 300-304.
- Mahmood, A.R., S.S. Liu, Z.H. Shi, X.H. Song & M.P. Zalucki. 2004. Lack of intraspecific biological variation between two geographical populations of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), a gregarious larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Bull. Entomol. Res.* 94: 169-177.
- Masuda, T. 2000. Microbial control of diamondback moth, *Plutella xylostella*, by an entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*. II. Effects of temperature on mycoses and conidial invasion time. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 177-182.
- Nakamura, A. & T. Noda. 2001. Host-age effects on oviposition behavior and development of *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), a larval-pupal parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Appl. Entomol. Zool.* 36: 367-372.
- Pell, J.K., N. Wilding, A.L. Player & S.J. Clark. 1993. Selection of an isolate of *Zoophthora radicans* (Zygomycetes: Entomophthorales) for biocontrol of the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *J. Invertebr. Pathol.* 61: 75-80.
- Pereira, F.F., R. Barros, D. Pratissoli & J.R.P. Parra. 2004. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotrop. Entomol.* 33: 231-236.
- Riethmacher, G.W., M.C. Rombach & J. Kranz. 1992. Epizootics of *Pandora blunckii* and *Zoophthora radicans* (Entomophthoraceae: Zygomycotina) in diamondback moth populations in the Philippines, p.193-199. In N.S. Talekar (ed.), Diamondback moth management: Proceedings of the second international workshop. Taiwan, AVRDC, 603p.
- Silva, V.C.A., R. Barros, E.J. Marques & J.B. Torres. 2003. Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. *Neotrop. Entomol.* 32: 653-658.
- Stolz, I., P. Nagel, C. Lomer & R. Peveling. 2002. Susceptibility of the hymenopteran parasitoids *Apoanagyrus* (= *Epidinocarsis*) *lopezi* (Encyrtidae) and *Phanerotoma* sp. (Braconidae) to the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* var. *acidum* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Biocontr. Sci. Technol.* 12: 349-360.
- Talekar, N.S. & A.M. Shelton. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Ann. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
- Talekar, N.S. & W.J. Hu. 1996. Characteristics of parasitism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) by *Oomyzus sokolowskii* (Hym., Eulophidae). *Entomophaga*. 41: 45-52.
- Torres, A.T. 2004. Efeitos de cultivares de repolho e extratos vegetais na biologia de *Plutella xylostella* (L.) e no parasitóide *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov). Tese de doutorado, UNESP, Jaboticabal, 109p.

Received 10/V/05. Accepted 04/XI/05.