

BIOLOGICAL CONTROL

Efeito de Produtos Fitossanitários Químicos Utilizados em Alface e Crisântemo Sobre Fungos Entomopatogênicos

ELISÂNGELA DE S. LOUREIRO¹, ALCIDES MOINO JR.², ANDRÉ ARNOSTI² E GISELLE C. DE SOUZA²

¹Lab. Controle Biológico, Centro Experimental do Instituto Biológico, C. postal 70, 13001-970, Campinas, SP
e-mail: loureiro@fca.unesp.br

²Depto. Entomologia, UFLA, C. postal 37, 37200-000, Lavras, MG, e-mail: alcmoino@ufla.br

Neotropical Entomology 31(2): 263-269 (2002)

Effect of Chemical Products Used in Lettuce and Chrysanthemum on Entomopathogenic Fungi

ABSTRACT - The effect of eight fungicides and twelve insecticides used in lettuce and chrysanthemum crops, was evaluated on the fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) (Holm ex SF Gray) and *Verticillium lecanii* (Zimmerman) through *in vitro* tests. The products were added to petri dishes containing culture medium (PDA), according to the concentrations recommended for application in field. After the inoculation of the fungi, the plates were incubated at 25±1°C, 12h photophase and 70±10% relative humidity. The mean diameter of colonies and the number of conidia produced after a variable period of incubation for each studied fungus were evaluated. The insecticides thiametoxan and imidacloprid were compatible with all the fungi studied. On the other hand, cuprous oxide, iprodione, methyl parathion, tebuconazol, metalaxil, mancozeb, folpet, fenpropathrin and tetraconazol inhibited the growth of the fungi, being classified as toxicant or very toxicant products to the entomopathogens.

KEY WORDS: Insecta, microbial control, integrated control, insecticide, fungicide.

RESUMO – O efeito de oito fungicidas e doze inseticidas, utilizados nas culturas de alface e crisântemo, foi avaliado *in vitro* sobre os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) (Holm ex SF Gray) e *Verticillium lecanii* (Zimmerman). Os produtos foram colocados em placas de Petri contendo meio de cultura (BDA), nas concentrações recomendadas para aplicação em campo. Após a inoculação dos fungos, as placas foram incubadas em sala climatizada a 25±1°C, fotofase de 12h e umidade relativa de 70±10%. Foram avaliados o diâmetro médio das colônias e o número de conídios produzidos após um período de incubação variável para cada fungo estudado. Os inseticidas tiametoxam e imidacloprid foram compatíveis com todos os fungos estudados. Por outro lado, óxido cuproso, iprodione, paratiom metílico, tebuconazole, metalaxil, mancozebe, folpete, fenpropatrina e tetraconazole inibiram o crescimento dos fungos, sendo classificados como produtos tóxicos ou muito tóxicos aos entomopatogênicos.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, controle microbiano, controle integrado, inseticida, fungicida.

Existem atualmente no mercado inúmeras substâncias químicas empregadas no controle de pragas e doenças, sendo os inseticidas e fungicidas um grupo numeroso e destacado. Entretanto, as conseqüências da sua utilização não são unicamente positivas. Muitos desses compostos químicos são tóxicos ao homem e animais e, também do ponto de vista ambiental, acarretam diminuição do potencial de controle efetuado por predadores, parasitoides e patógenos. O controle integrado, com a utilização de produtos fitossanitários seletivos em conjunto com fungos entomopatogênicos ou outros agentes de controle biológico, pode ser uma estratégia mais segura e eficiente. Entretanto,

alguns produtos fitossanitários podem afetar o crescimento vegetativo, a viabilidade e a conidiogênese dos fungos entomopatogênicos, ou até alterar sua composição genética, acarretando modificações na sua virulência (Alves *et al.* 1998).

Os estudos sobre o efeito dos agrotóxicos sobre os entomopatogênicos são conduzidos, na maioria, em laboratório. Ignoffo *et al.* (1975) estudaram alguns produtos químicos em meio de cultura e observaram que todos os fungicidas testados e alguns inseticidas e herbicidas inibiram o crescimento e a virulência desses fungos. Mais recentemente, estudos com produtos como tiametoxam e

imidaclopride, neonicotinóides de última geração, detectaram a capacidade estressora desses produtos, que reflete na mudança do comportamento do inseto, possibilitando a ação rápida e fácil dos fungos entomopatogênicos. Esses inseticidas têm-se mostrado seletivos aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) (Holm ex SF Gray) e *Verticillium lecanii* (Zimmerman) (Moino Jr. & Alves 1998, Batista Filho et al. 2001).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos sob a ação de fungicidas e inseticidas utilizados em alface e crisântemo, culturas de destaque no sistema de cultivo protegido no Brasil, visando dar subsídios para a escolha de produtos seletivos, que possam ser utilizados em associação com esses fungos, numa estratégia de Manejo Integrado de Pragas nessas culturas.

Material e Métodos

Foram utilizados os fungos entomopatogênicos *B. bassiana* (CB 66), *M. anisopliae* (CB 121), *P. fumosoroseus*

(CB 141), pertencentes ao Banco de Microrganismos Entomopatogênicos “Oldemar Cardim Abreu” do Laboratório de Controle Biológico do Centro Experimental do Instituto Biológico de São Paulo, Campinas-SP, e *V. lecanii* (JAB 02), proveniente do Banco de Entomopatógenos da UNESP – Jaboticabal-SP.

O efeito de produtos fitossanitários químicos (Tabela 1) sobre os fungos foi estudado avaliando-se o crescimento vegetativo e a conidiogênese dos entomopatógenos na presença ou ausência dos princípios ativos. A adição dos produtos foi feita no meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) ainda líquido ($\pm 40^{\circ}\text{C}$), de modo que a concentração final do produto no meio obedecesse às recomendações de cada fabricante. Em seguida, o meio de cultura foi vertido em placas de Petri (9 cm de diâmetro).

Foram preparadas três placas por tratamento, sendo a inoculação realizada por meio de uma alça de platina, em três pontos equidistantes por placa, totalizando nove colônias, das quais apenas seis foram aleatoriamente consideradas. As placas foram incubadas em sala climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, fotofase de 12h e umidade relativa

Tabela 1. Produtos fitossanitários químicos registrados para as culturas de alface e crisântemo utilizados nos testes de compatibilidade (Agrotis 2000).

| Nome comercial | Nome técnico | Grupo químico | Concentração recomendada | Categoria |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| Actara 250 WG | Tiametoxam | Tianicotinil | 400 g/ha | Inseticida |
| Cercobin 700 PM | Tiofanato metílico | Benzimidazole | 700 g/100 L | Fungicida |
| Cobre Sandoz BR | Óxido cuproso | Cúprico | 200 g/100 L | Fungicida |
| Confidor 700 GR | Imidaclopride | Nitroguanidina | 300 g/100 L | Inseticida |
| Dicarzol 500 PS | Formetanato | Carbamato | 150 g/100 L | Inseticida/acaricida |
| Dithane PM | Mancozebe | Ditiocarbamato | 200 g/100 L | Fungicida |
| Domark 100 CE | Tetraconazole | Triazol | 100 ml/100 L | Inseticida |
| Folicur 200 CE | Tebuconazole | Triazol | 75 ml/100 L | Fungicida |
| Folidol 450 SC | Paratiom metílico | Organofosforado | 70 ml/100 L | Inseticida |
| Folpan Agricur | Folpete | Ftalimida | 210 g/100 L | Fungicida |
| Meothrin 300 | Fenpropatrina | Éster piretróide | 300 ml/100 L | Inseticida/acaricida |
| Orthene 750 BR | Acefato | Organofosforado | 200 g/100 L | Inseticida |
| Pi-Rimor 500 PM | Pirimicarbe | Carbamato | 150 g/100 L | Inseticida |
| Ridomil | Metalaxil | Alaninato | 5 g/m ² | Fungicida |
| Rovral 1 (crisântemo) | Iprodione | Hidrantóina | 100 ml/100 L | Fungicida |
| Rovral 2 (alface) | Iprodione | Hidrantóina | 150 ml/100 L | Fungicida |
| Talstar 100 CE | Bifentrina | Piretróide | 8,3 ml/100 L | Inseticida/acaricida |
| Thiobel 500 | Cartape | Tiocarbamato | 120 g/100 L | Inseticida |
| Trigard 700 PM | Ciromazina | Triazina | 15 g/100 L | Inseticida |
| Vertimec 18 CE | Abamectina | Origem biológica | 50 ml/100 L | Inseticida/acaricida |

de 70±10%, por um período de sete a 12 dias, dependendo do microrganismo.

Após esse período, foi realizada a medição do diâmetro das colônias. Em seguida, com o auxílio de um bisturi, essas colônias foram retiradas das placas e transferidas para tubos de ensaio contendo 10 ml de água destilada esterilizada. A desagregação dos conídios foi feita com a ajuda de um pincel, seguindo-se vigorosa agitação em um agitador de tubos. A contagem do número de conídios produzidos por colônia foi feita através de câmara de Neubauer.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação entre as médias, além do cálculo de um fator de compatibilidade (Valor "T"), proposto por Alves *et al.* (1998), que permitiu a separação dos produtos em classes de seletividade/compatibilidade, de acordo com o efeito observado em relação aos parâmetros avaliados. O cálculo desse índice foi feito através da fórmula:

$$T = 20 [CV] + 80 [ESP] / 100, \text{ onde:}$$

T = valor corrigido para classificação do produto;

CV = porcentagem de crescimento vegetativo em relação à testemunha;

ESP = porcentagem de esporulação (conidiogênese) em relação à testemunha.

Os valores calculados de "T" foram comparados com os seguintes limites estabelecidos: 0 a 30 = muito tóxico; 31 a 45 = tóxico; 46 a 60 = moderadamente tóxico; > 60 = compatível.

Resultados e Discussão

Avaliação do Crescimento Vegetativo e da Conidiogênese dos Fungos Entomopatogênicos. Não houve efeito inibitório significativo dos produtos tiametoxam, imidaclopride e ciromazina sobre *B. bassiana*, sendo as médias dos tratamentos semelhantes às da testemunha (Tabela 2). Esses números reforçam um comportamento que tem sido comum em trabalhos que seguem essa metodologia de avaliação do efeito de produtos fitossanitários sobre os entomopatogênicos *in vitro*, como o de Alves *et al.* (1998) e Batista Filho *et al.* (2001). Moino Jr. & Alves (1998) levantaram a hipótese de que o microrganismo, num mecanismo de resistência fisiológica, pode metabolizar os princípios tóxicos do ingrediente ativo, utilizando as moléculas resultantes desse processo, liberadas no meio de cultura, como nutrientes secundários, promovendo seu crescimento vegetativo e a conidiogênese. Outra possibilidade ainda, é a de que o fungo, numa atividade comparável ao que ocorre com seres vivos em geral, utilize todo o seu esforço reprodutivo quando em presença de um princípio tóxico que altera seu ambiente, e prejudica o seu desenvolvimento, resultando assim, em maior crescimento vegetativo e conidiogênese.

Pirimicarbe, óxido cuproso, iprodione 1 e 2, ciromazina, abamectina, formetanato, bifentrina, fenpropratrina, folpete e acefato causaram redução no diâmetro das colônias de *B. bassiana*, e, com exceção de pirimicarbe, esses produtos causaram também redução na produção de conídios.

Tiofanato metílico, cartape, paratiom metílico,

tebuconazole, tetraconazole, metalaxil e mancozebe inibiram completamente o crescimento das colônias fúngicas, discordando dos estudos de Clark *et al.* (1982), Hassan *et al.* (1991), Majchrowcz & Poprawski (1993), Todorova *et al.* (1998) e Jaros-Su (1999). Segundo Griffith *et al.* (1992), mancozebe é um ditiocarbamato com largo espectro e não é específico no modo de ação contra os fungos fitopatogênicos, afetando assim, o crescimento dos Hyphomycetes de maneira geral. Em contraste com esses resultados, Loria *et al.* (1983) observaram que os fungicidas mancozebe e metalaxil não foram prejudiciais ao crescimento de *B. bassiana*. Segundo esses autores, metalaxil, princípio ativo do produto químico metalaxil é um fungicida sistêmico e é ativo contra os fungos Oomycetes, não causando prejuízo aos Hyphomycetes.

Observou-se que o crescimento vegetativo de *M. anisopliae* não foi afetado por tiametoxam, imidaclopride, bifentrina e acefato, mas esses produtos reduziram significativamente os valores de produção de conídios quando comparados aos da testemunha (Tabela 2). Imidaclopride e acefato têm sido descritos na literatura como sendo produtos compatíveis com várias espécies de microrganismos entomopatogênicos (Morris 1977, Alves *et al.* 1998, Batista Filho *et al.* 2001).

As colônias de *M. anisopliae* que cresceram na presença de pirimicarbe, óxido cuproso, iprodione 1, ciromazina, abamectina, formetanato, iprodione 2, fenpropratrina e folpete apresentaram modificações morfológicas sensíveis quando comparadas com as colônias da testemunha, tais como a presença de bordas irregulares, crescimento vertical, mudança na cor dos conídios e também regiões circulares com micélio cotonoso. Além disso, essas colônias apresentaram redução na produção de conídios.

Os produtos tiofanato metílico, cartape, paratiom metílico, tebuconazole, tetraconazole, metalaxil e mancozebe impediram tanto a produção de conídios quanto o crescimento das colônias.

Com relação ao fungo *P. fumosoroseus*, os produtos tiametoxam, ciromazina e bifentrina não afetaram o seu crescimento vegetativo, pois os valores foram semelhantes aos da testemunha. No entanto, esses produtos reduziram o número de conídios produzidos. Tiofanato metílico, paratiom metílico, tebuconazole, tetraconazole e mancozebe inibiram o crescimento de *P. fumosoroseus*. Óxido cuproso e iprodione 1, apesar de permitirem um pequeno crescimento das colônias, inibiram a produção de conídios (Tabela 2). Segundo Nene & Thapliyal (1993), tiofanato metílico é um fungicida sistêmico que interfere na síntese de DNA dos fitopatogênicos de plantas de batata.

Loria *et al.* (1983), estudando o efeito de metalaxil sobre diferentes fungos, observaram que esse produto proporcionou o crescimento da colônia e a produção de conídios em *P. fumosoroseus*, não havendo crescimento dos demais fungos estudados.

Para *V. lecanii* na presença de tiametoxam, imidaclopride, ciromazina e bifentrina, observou-se crescimento de colônias similar ao da testemunha. Tiametoxam, imidaclopride, pirimicarbe e iprodione 1 causaram pequena diferença na quantidade de conídios

Tabela 2. Diâmetro médio das colônias (mm) e número médio de conídios ($X \pm EP$) produzidos por colônia de *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* e *V. lecanii* (n = 6) na presença de produtos fitossanitários (T=25±1°C, UR = 70±10%, fotofase 12h).

| Tratamentos | <i>B. bassiana</i> | | <i>M. anisopliae</i> | | <i>P. fumosoroseus</i> | | <i>V. lecanii</i> | |
|---------------|--------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
| | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^4$) |
| Testemunha | 33,2 ± 1,17 a | 2,1 ± 0,13a | 26,8 ± 0,48a | 2,0 ± 0,15 a | 38,0 ± 0,34 a | 1,1 ± 0,26a | 15,3 ± 0,54a | 1,3 ± 0,19 a |
| Triaxato xan | 31,1 ± 0,75 a | 1,2 ± 0,28a | 25,8 ± 1,55a | 0,1 ± 0,01 c | 37,6 ± 1,04 a | 0,1 ± 0,02b | 15,0 ± 0,52a | 2,1 ± 1,08 ab |
| Imidaclopride | 34,1 ± 0,27 a | 1,6 ± 0,34a | 25,3 ± 1,11a | 0,9 ± 0,15 b | 31,7 ± 0,96b | 0,1 ± 0,01b | 14,2 ± 0,25ab | 0,7 ± 0,09 ab |
| Pirimicarbete | 21,7 ± 0,53 b | 1,8 ± 0,44a | 17,7 ± 0,40b | 0,0 ± 0,00 c | 18,2 ± 0,37 c | 0,1 ± 0,01b | 12,3 ± 0,40b | 0,7 ± 0,06 ab |
| Óxido cuproso | 3,8 ± 2,02 c | 0,1 ± 0,05b | 16,5 ± 0,46b | 0,9 ± 0,12 b | 11,8 ± 0,71d | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 b |
| Iprodione 1 | 2,0 ± 2,00 c | 0,2 ± 0,16b | 8,7 ± 1,39c | 0,1 ± 0,01 c | 14,5 ± 1,63cd | 0,0 ± 0,00b | 6,2 ± 0,79c | 0,8 ± 0,16 ab |
| Tratamentos | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^4$) |
| Testemunha | 25,1 ± 0,37 a | 2,1 ± 0,13a | 24,6 ± 1,22a | 1,3 ± 0,28 a | 34,0 ± 0,36a | 1,7 ± 0,09 a | 24,2 ± 0,39a | 1,4 ± 0,14 a |
| Ciromaxina | 23,2 ± 0,42 ab | 1,2 ± 0,28ab | 15,2 ± 0,63c | 0,1 ± 0,02 b | 31,2 ± 3,23ab | 0,9 ± 0,07 b | 16,7 ± 1,25ab | 0,4 ± 0,06 b |
| Abamectina | 17,2 ± 0,73 b | 1,3 ± 0,19b | 8,0 ± 0,69bc | 0,1 ± 0,03 b | 27,7 ± 0,21bc | 0,7 ± 0,08 bc | 14,7 ± 1,38b | 0,8 ± 0,15 b |
| Formetanato | 3,8 ± 3,83 c | 0,3 ± 0,26c | 20,1 ± 0,66b | 0,3 ± 0,06 b | 23,2 ± 0,61c | 0,9 ± 0,07 b | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00 c |
| Tiofanato | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00c | 0,00 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 b | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 d | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00 c |
| Cartape | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00c | 0,00 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 b | 22,8 ± 0,44d | 0,5 ± 0,10 c | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00 c |
| Tratamentos | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^4$) |
| Testemunha | 24,7 ± 0,95a | 1,5 ± 0,17a | 26,3 ± 0,17a | 1,7 ± 0,17 a | 28,7 ± 0,56 a | 7,8 ± 0,60 a | 12,2 ± 1,60a | 1,8 ± 0,22 a |
| Bifenrina | 6,5 ± 2,91b | 0,7 ± 0,31b | 23,7 ± 1,31a | 0,7 ± 0,14 b | 28,6 ± 1,35 a | 2,7 ± 0,34 b | 9,2 ± 0,90a | 0,5 ± 0,11 b |
| Iprodione 2 | 1,2 ± 1,25bc | 0,0 ± 0,00c | 2,1 ± 0,94b | 0,2 ± 0,12 c | 5,0 ± 0,52b | 0,4 ± 0,12 c | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00 b |
| Paration | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00 c |
| Tebuconazol | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,01b | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00 c |
| Tetraconazol | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00b | 0,0 ± 0,00 c |
| Tratamentos | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^4$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^5$) | Diâmetro (mm) | Conídios ($\times 10^4$) |
| Testemunha | 28,2 ± 0,70a | 2,9 ± 0,37a | 24,2 ± 0,38a | 1,9 ± 0,18a | 32,2 ± 0,40a | 1,2 ± 0,10 a | 17,0 ± 0,82 | 8,0 ± 0,56 a |
| Fenpropatrina | 6,4 ± 0,61d | 0,1 ± 0,01c | 8,6 ± 0,99c | 0,7 ± 0,09b | 9,1 ± 0,58c | 0,6 ± 0,06 b | 10,0 ± 0,45b | 3,7 ± 0,28 b |
| Folpete | 9,3 ± 0,57c | 0,1 ± 0,03c | 11,7 ± 0,77b | 0,3 ± 0,02bc | 5,3 ± 2,43cd | 0,4 ± 0,18 bc | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 c |
| Acefato | 24,4 ± 1,07b | 1,0 ± 0,18b | 21,9 ± 0,61a | 0,6 ± 0,08b | 25,4 ± 1,23b | 0,4 ± 0,08 bc | 6,5 ± 1,48c | 2,3 ± 0,62 b |
| Metala xil | 0,0 ± 0,00e | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00c | 1,8 ± 1,17de | 0,2 ± 0,12 bc | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 c |
| Mancozebe | 0,0 ± 0,00e | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00c | 0,0 ± 0,00e | 0,0 ± 0,00 c | 0,0 ± 0,00d | 0,0 ± 0,00 c |

Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

produzidos em relação à testemunha (Tabela 2), concordando com os dados obtidos por Batista Filho *et al.* (2001). Pirimicarbe, iprodione 1, abamectina, fenpropatrina e acefato diferiram da testemunha quanto ao crescimento de colônias e ciromazina, abamectina, bifentrina, fenpropatrina e acefato causaram redução significativa no número de conídios produzidos. Óxido cuproso, formetanato, tiofanato metílico, cartape, iprodione 2, paratiom metílico, tebuconazole, tetraconazole, folpete, metalaxil e mancozebe foram mais prejudiciais ao fungo *V. lecanii*, não ocorrendo crescimento de colônias (Tabela 2).

Entre os produtos que afetaram os fungos, acefato foi o que menos interferiu no crescimento e na produção de conídios de *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *P. fumosoroseus*, dados esses discordantes dos obtidos por Batista Filho *et al.* (2001).

De modo geral, os produtos mancozebe e metalaxil causaram, no presente estudo, os efeitos mais negativos para todos os fungos testados (Tabela 2). Entretanto, a inibição do crescimento micelial não é necessariamente um indicador da redução na esporulação ou da viabilidade conidial e vice-versa (Zimmermann 1975). No entanto, no presente estudo, pareceu haver correspondência entre esses dois parâmetros. Com exceção do tratamento de *B. bassiana* com pirimicarbe, todos os produtos que inibiram o crescimento vegetativo

inibiram também a produção de conídios. E, com exceção dos tratamentos de *M. anisopliae* com tiametoxam, imidaclopride e acefato, todos os produtos que inibiram a produção de conídios inibiram também o crescimento vegetativo. No entanto, a produção de conídios foi mais afetada pelos produtos do que o crescimento vegetativo.

Classificação dos Produtos Fitossanitários utilizados em Relação à Compatibilidade com Fungos Entomopatogênicos. Os produtos fitossanitários testados foram classificados quanto à sua toxicidade aos fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* e *V. lecanii*, de acordo com o proposto por Alves *et al.* (1998). Pode-se considerar que tiametoxam, imidaclopride, ciromazina e abamectina são produtos compatíveis com os fungos entomopatogênicos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* e *V. lecanii*, quando utilizados nas concentrações médias recomendadas (Tabela 3); esses dados estão de acordo com os obtidos por Alves *et al.* (1998), Batista Filho *et al.* (2001) e Neves *et al.* (2001). Bifentrina é compatível com *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* e *V. lecanii*, mas muito tóxico para *B. bassiana*. Acefato é compatível com os fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus*, mas tóxico a *V. lecanii*, como também constatado por Batista Filho *et al.* (2001). Os produtos

Tabela 3. Classificação dos produtos fitossanitários com relação à compatibilidade com *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* e *V. lecanii* (valor "T", segundo Alves *et al.* 1998).

| Fungos | <i>B. bassiana</i> | | <i>M. anisopliae</i> | | <i>P. fumosoroseus</i> | | <i>V. lecanii</i> | |
|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------|------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | "T" | Classificação ¹ | "T" | Classificação | "T" | Classificação | "T" | Classificação |
| Tiametoxam | 91,83 | c | 77,71 | c | 80,63 | c | 110,80 | c |
| Tiofanato metílico | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M |
| Óxido cuproso | 10,30 | M | 58,75 | m | 25,58 | M | 0,00 | M |
| Imidaclopride | 97,36 | c | 84,58 | c | 68,37 | c | 85,24 | c |
| Formetanato | 17,72 | M | 69,86 | c | 65,00 | c | 0,00 | M |
| Mancozebe | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M |
| Tetraconazole | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M |
| Tebuconazole | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M |
| Paratiom metílico | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M | 0,00 | M |
| Folpete | 27,32 | M | 42,51 | t | 19,65 | M | 0,00 | M |
| Fenpropatrina | 19,18 | M | 35,34 | t | 31,76 | t | 56,40 | M |
| Acefato | 76,67 | c | 79,18 | c | 70,42 | c | 36,24 | t |
| Pirimicarbe | 70,14 | c | 52,69 | m | 39,98 | t | 64,54 | c |
| Metalaxil | 0,00 | M | 0,00 | M | 7,50 | M | 0,00 | M |
| Iprodione 1 | 6,36 | M | 26,34 | M | 30,68 | t | 43,96 | t |
| Iprodione 2 | 4,20 | M | 8,85 | M | 14,88 | M | 0,00 | M |
| Bifentrina | 30,03 | M | 80,20 | c | 86,83 | c | 6,49 | c |
| Cartape | 0,00 | M | 0,00 | M | 60,15 | c | 0,00 | M |
| Ciromazina | 85,51 | c | 49,98 | M | 83,88 | c | 61,39 | c |
| Abamectina | 67,91 | c | 59,64 | c | 73,27 | c | 48,90 | M |

¹ c = compatível; M = muito tóxico; m = moderadamente tóxico; t = tóxico.

tiofanato metílico, mancozebe, tetraconazole, tebuconazole, paratiom metílico, metalaxil e iprodione 2 foram considerados muito tóxicos para todos os fungos estudados. Todorova *et al.* (1998) também consideraram o produto tiofanato metílico como não compatível com *B. bassiana*.

Segundo Hall & Dunn (1959), o fungicida mancozebe, utilizado em cultivos de crisântemo, é tóxico para fungos Hyphomycetes. Esses autores testaram mancozebe para cinco espécies de fungos da ordem Entomophthorales, onde apenas em uma espécie não houve inibição do crescimento pelo fungicida.

Observa-se que a maioria dos produtos testados foram prejudiciais aos fungos entomopatogênicos *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* e *V. lecanii*. Todos os fungicidas foram classificados como tóxicos ou muito tóxicos. Numa estratégia de introdução conjunta desses fungos (controle associado), deve-se dar prioridade ao uso dos produtos que se mostraram menos prejudiciais, portanto, mais seletivos.

Os estudos *in vitro* têm a vantagem de expor ao máximo o microrganismo à ação do produto químico, fato que não ocorre em condições de campo, onde vários fatores servem de obstáculo a essa exposição. Assim, constatada a inocuidade de um produto em laboratório, espera-se que o mesmo seja seletivo no campo. Por outro lado, a alta toxicidade de um produto *in vitro* nem sempre indica a sua elevada toxicidade em campo, mas sim a possibilidade da ocorrência de danos dessa natureza (Moino Jr. & Alves 1998).

Os resultados obtidos mostram que a ação dos produtos fitossanitários sobre o crescimento vegetativo e a produção de conídios variou em função da natureza química dos produtos e da espécie do entomopatógeno. De acordo com Morris (1977), a presença de emulsificantes e outros aditivos contribui com a incompatibilidade de inseticidas e fungicidas aos entomopatógenos, representando um fator importante a ser controlado na elaboração de novas formulações comerciais de produtos.

Deve-se ressaltar também, que a tentativa de padronização dos testes de compatibilidade de fungos entomopatogênicos com produtos fitossanitários (Alves *et al.* 1998) é recente e passível de aprimoramento. Fatores como a viabilidade dos conídios produzidos e a sua patogenicidade em presença dos produtos fitossanitários devem ser também levados em conta na escolha de produtos mais seletivos.

Literatura Citada

- Agrotis. 2000.** Sistema para orientação ao controle fitossanitário, impressão de receitas agrônômicas e orientação de uso de defensivos agrícolas: receituário 4.0. Curitiba.
- Alves, S.B., A. Moino Jr. & J.E.M. Almeida. 1998.** Produtos fitossanitários e entomopatógenos, p. 217-238. In S.B. Alves (ed.), Controle microbiano de insetos. Piracicaba, FEALQ, 1163p.
- Batista Filho, A, J.E.M. Almeida & C. Lamas. 2001.** Effect of thiamethoxam on entomopathogenic microorganisms. Neotropical Entomol. 30: 437-447.
- Clark, R.A., R.A. Casagrande & D.B. Wallace. 1982.** Influence of pesticides on *Beauveria bassiana*, a pathogen of the Colorado potato beetle. Environ. Entomol. 11: 67-70.
- Griffith, J.M., A.J. Davis & B.R. Grant. 1992.** Target sites of fungicides to control Oomycetes, p.69-99. In W. Koeller (ed.), Target sites of fungicide action. CRC, Boca Raton, FL., 328p.
- Hall, H.M. & P.H. Dunn. 1959.** The effect of certain insecticides and fungicides on pathogenic fungi to the spotted alfalfa aphid. J. Econ. Entomol. 52: 28-29.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, J. Brun, J.M.M. Calis, P. Chiverton, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, A. Stäubli, G. Sterk, K. Tavares, J.J. Tuset & G. Viggiani. 1991.** Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRC – Working Group: pesticides and beneficial organisms. Entomophaga 36: 55-67.
- Ignoffo, C.M., D.L. Hostetter, C. Garcia & R.R. Pinnell. 1975.** Sensitivity of the entomopathogenic fungus *Nomurae rileyi* to chemical pesticides used on soybeans. Environ. Entomol. 4: 765-768.
- Jaros-Su, J., E. Groden & J. Zhang. 1999.** Effects of selected fungicides and the timing of fungicide application on *Beauveria bassiana*-induced mortality of the colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Biol. Control 15: 259-269.
- Loria, R., S. Galaini & D.W. Roberts. 1983.** Survival of inoculum of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as influenced by fungicides. Environ. Entomol. 12: 1724-1726.
- Majchrowicz, L. & T.J. Poprawski. 1993.** Effects *in vitro* of nine fungicides on growth of entomopatogenic fungi. Biocont. Sci. Technol. 3: 321-336.
- Moino Jr., A. & S.B. Alves. 1998.** Efeito de imidacloprid e fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 611-620.
- Morris, O.N. 1977.** Compatibility of 27 chemical insecticides with *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*. Can. Entomol. 109: 855-864.
- Nene Y.L. & P.N. Thapliyal. 1993.** Systemic fungicides, p. 209-455. In Y.L. Nene & P.N. Thapliyal (eds.),

Fungicides in plant disease control. New York, International Science, 455p.

Neves, P.M.O.J., E. Hirose, P.T. Tchujo & A. Moino Jr. 2001. Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoids insecticides. *Neotrop. Entomol.* 30: 263-268.

Todorova, S.I., D. Coderre, R.M. Duchesne & J.C. Coté. 1998. Compatibility of *Beauveria bassiana* with

selected fungicides and herbicides. *Environ. Entomol.* 27: 427-433.

Zimmermann, G. 1975. Über die wirkung systemischer fungizide auf verschiedene insektenpathogene fungi imperfecti *in vitro*. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst* 27: 113-117.

Received 17/04/01. Accepted 26/04/02.
