

TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS
PARA *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL.M.A. Tamai¹, S.B. Alves¹, R.B. Lopes¹, M. Faion¹, L.F.L. Padulla¹

¹Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ/USP, CP 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: maatamai@carpa.ciagri.usp.br

RESUMO

Foram avaliados, quanto a toxicidade para *Beauveria bassiana*, noventa e três produtos fitossanitários recomendados para o controle de pragas e doenças de culturas olerícolas e ornamentais no Brasil. Os parâmetros considerados foram crescimento vegetativo e reprodução do patógeno em meio de cultura BDA, inoculado com concentrações comerciais dos produtos. Houve grande variação na toxicidade entre as classes de produtos fitossanitários. Os 3 espalhantes adesivos avaliados foram muito tóxicos ao patógeno. Entre os 36 produtos fungicidas, apenas três foram compatíveis, tendo como ingredientes ativos: propamocarb hidrocloreto, enxofre e kasugamycin. Um número maior de produtos acaricida e/ou inseticida foram compatíveis. Assim, dos 54 produtos testados, 24 foram compatíveis e estão distribuídos entre os seguintes ingredientes ativos: abamectin, acefato, acetamiprid, betacyflutrin, bifentrina, ciromazina, deltametrina, diafentiuron, diflubenzuron, dimetoato, fenpropatrina, fenpyroximate, fenvalerate, imidacloprid, metamidofós, propargite, tebufenoazide etriclorfon. Houve grande variação na toxicidade dos produtos dentro de cada grupo químico e produtos formulados com a mesma molécula química. Não houve correlação entre tamanho das colônias e produção de conídios de *B. bassiana*, com alguns produtos estimulando o crescimento da colônia e outros a produção de conídios. Estudos de toxicidade de produtos fitossanitários a inimigos naturais permitem a utilização prática e imediata dos resultados, e também, criam-se novas linhas de trabalho que virão complementar e viabilizar a utilização destas duas estratégias de controle em um programa de Manejo Integrado de Pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Compatibilidade, manejo integrado, fungo entomopatogênico, controle biológico.

ABSTRACT

TOXICITY OF PESTICIDES AGAINST *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. Ninety-three products used for control of insects and diseases in vegetable and ornamental crops in Brazil were evaluated for their toxic effect against the fungus *Beauveria bassiana*. Vegetative growth and spore yields were measured on PDA medium mixed with commercial concentrations of the products. There was large variability in the toxicity of different classes of the products. Three spreader/stickers were very toxic to the entomopathogen. Among the 36 fungicides tested, only 3 were compatible with *B. bassiana*: propamocarb hydrochloride, sulfur and kasugamycin. A greater proportion of insecticides and miticides were compatible with the fungus. Among 54 insecticides or miticides, 24 were compatible with *B. bassiana* including those with the following active ingredients: abamectin, acefato, acetamiprid, betacyflutrin, bifentrina, ciromazina, deltametrina, diafentiuron, diflubenzuron, dimetoato, fenpropatrina, fenpyroximate, fenvalerate, imidacloprid, metamidof-s, propargite, and tebufenoazide etriclorfon. There was large variability in the toxicity of products within a chemical group and products containing the same active ingredient. There was no correlation between the colony diameter and conidial yield, because some products affected vegetative growth while others affected conidial production. Studies on the toxicity of pest-control products against natural enemies provide practical results that can be used immediately. Also, these studies open new research possibilities that could complement or allow for the use of these two control strategies in a program of integrated pest management.

KEY WORDS: Compatibility, integrated pest management, entomopathogenic fungi, biological control.

INTRODUÇÃO

No Brasil o controle de pragas e doenças em culturas hortícolas cultivadas em campo aberto ou ambiente protegido é feito quase exclusivamente com produtos químicos (OLIVEIRA, 1995). Este fato ocorre devido a tradição do uso desses produtos junto aos produtores, facilidade de aplicação e disponibilidade de equipamentos e serviços no mercado. Contudo, sua integração com outros métodos de controle representa um progresso desejável ao sistema atual de controle fitossanitário. Isso deve permitir a redução dos custos de produção, menor probabilidade de seleção de pragas e doenças resistentes a produtos químicos, menor intoxicação de trabalhadores e redução dos resíduos nos produtos. Esta integração faz parte do manejo integrado, sendo amplamente utilizado em culturas hortícolas produzidas em estufa na América do Norte e Europa.

Na Europa a área de estufa beneficiada com inimigos naturais em sistema de manejo integrado passou de 200 hectares em 1970 para 1.400 hectares no final da década de 90 (VAN LENTEREN *et al.*, 1997). Esta expansão tem sido constantemente incentivada pelos problemas de resistência em populações de pragas e doenças e, recentemente, por políticas governamentais e exigências do mercado consumidor (VAN LENTEREN, 2000). No Brasil estudos de mercado para a cultura do tomate de mesa revelaram uma demanda crescente por produtos de qualidade superior, em cujos esforços de produção encontra-se o menor uso de produtos químicos. Além disso, tem ocorrido uma crescente pressão sobre as grandes redes de varejo para a oferta de produtos que sejam mais seguros aos consumidores (AGRIANUAL, 2001). Esta nova situação representa uma grande oportunidade para o desenvolvimento de um sistema de manejo integrado de pragas e doenças para culturas hortícolas no país.

Atualmente, o fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. está entre os inimigos naturais com maior potencial de uso em culturas hortícolas no Brasil. Além de possuir ação sobre as principais pragas destas culturas como *Bemisia tabaci* (Sternorrhyncha: Aleyrodidae), *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) e *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) (TAMAI, 1998; LOPES, 1999; ALVES *et al.*, 2001), seus sistemas de aplicação e produção em escala industrial são bastante simples (ALVES & PEREIRA, 1989). No entanto, a eficiência desse patógeno pode ser muito influenciada pelos inseticidas, acaricidas e fungicidas químicos, adubos foliares e hormônios vegetais utilizados nas culturas (ALVES *et al.*, 1998a). O conhecimento prévio do efeito tóxico destes produtos é imprescindível para a determinação de estratégias

adequadas de utilização dos entomopatógenos em um sistema de manejo integrado. Desse modo, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a toxicidade de diversas formulações de produtos fitossanitários ao fungo *B. bassiana*, visando sua utilização em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em culturas ornamentais e olerícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram conduzidos *in vitro*, em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar), adicionando-se os produtos fitossanitários em concentrações preestabelecidas ao meio de cultura fundido, ainda não solidificado. Foram avaliados 93 produtos comerciais recomendados no Brasil, pelo menos para uma das seguintes culturas: ornamentais, morango, tomate, jiló, pimentão, berinjela, abóbora, melão, melancia e pepino. As concentrações utilizadas foram aquelas estabelecidas nos rótulos dos produtos. Após a solidificação do meio de cultura efetuou-se a inoculação do microrganismo, utilizando-se uma alça de platina contendo em sua extremidade conídios do fungo *B. bassiana*, isolado PL63. O inóculo consistiu de placas com culturas puras do fungo, incubadas por 7 a 10 dias em meio de cultura MC (meio para produção de esporos) (ALVES *et al.*, 1998b), a $26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas. A inoculação foi feita em três pontos por placa de Petri (8,5 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura), equidistantes entre si, visando-se evitar o contato entre as colônias após o crescimento. Foram preparadas três placas por tratamento, totalizando nove colônias, contudo, na avaliação foram consideradas as 6 colônias (repetições) mais uniformes. As placas foram mantidas em câmara climatizada ($26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas) por 7 dias.

A determinação do efeito tóxico foi realizada avaliando-se os parâmetros crescimento vegetativo e reprodução do patógeno, utilizando-se o modelo de classificação de produtos fitossanitários quanto à toxicidade sobre fungos entomopatogênicos proposto por ALVES *et al.* (1998a). O crescimento vegetativo foi determinado medindo-se os diâmetros das colônias em dois sentidos ortogonais na superfície do meio de cultura, considerando-se o diâmetro médio seu. Para a avaliação da reprodução do patógeno (conidiogênese), essas colônias foram recortadas, juntamente com o meio de cultura, e transferidas individualmente para tubos de vidro contendo 10 mL de água destilada estéril mais espalhante adesivo (Tween 40®) a 0,1%. Em seguida, os conídios foram removidos da superfície do meio com o auxílio de um pincel, e posteriormente homogeneizados em agitador de tubos (2 minutos) e ultrassom (2 minutos), para sua quantificação. Para isso, foram preparadas

diluições sucessivas das suspensões de conídios, até que se permitisse a contagem em câmara de Neubauer, ajustando-se os valores entre 30 e 200 conídios por campo de contagem (1,0 mm²).

O sistema de avaliação baseou-se no cálculo das porcentagens médias de esporulação (conidiogênese) e crescimento micelial (vegetativo) das colônias dos fungos, em relação à testemunha (100%), aplicando-se para classificação o seguinte modelo matemático:

$$T = \frac{20[CV] + 80[ESP]}{100}$$

onde:

T: valor corrigido do crescimento vegetativo e esporulação para classificação do produto;

CV: porcentagem de crescimento vegetativo com relação à testemunha;

ESP: porcentagem de esporulação com relação à testemunha.

Com os valores calculados de "T", procedeu-se a classificação do efeito de produtos químicos sobre fungos entomopatogênicos, com base nos seguintes limites: 0 a 30 (muito tóxico); 31 a 45 (tóxico); 46 a 60 (moderadamente tóxico) e > 60 (compatível).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 93 produtos fitossanitários estão assim distribuídos nos 4 níveis de classificação: a) 22 (23,6%)

compatíveis; b) 5 (5,4%) moderadamente tóxicos; c) 6 (6,5%) tóxicos; d) 60 (64,5%) muito tóxicos. A distribuição dos produtos nos níveis de classificação foram bastante diferentes entre as classes de produtos fitossanitários. Os 3 espalhantes adesivos foram muito tóxicos ao fungo, enquanto que entre os 36 produtos com ação predominantemente fungicida (fungicida, fungicida/acaricida ou fungicida/bactericida), 3 (8,3%) foram compatíveis, 1 (2,8%) tóxico e 32 (88,9%) muito tóxicos. Já os de ação acaricida e/ou inseticida (inseticida, inseticida/acaricida ou inseticida/fungicida) reunidos representaram 54 produtos, assim distribuídos: 19 (35,1%) compatíveis; 5 (9,3%) moderadamente tóxicos; 5 (9,3%) tóxicos e 25 (46,3%) muito tóxicos. Com isso, aproximadamente 92% dos produtos com ação fungicida foram classificados como tóxicos ou muito tóxicos, contra 56% dos inseticidas e/ou acaricidas (Tabela 1).

O modo de ação do ingrediente ativo é possivelmente um dos principais fatores envolvidos no nível de toxicidade dos produtos fitossanitários aos fungos entomopatogênicos. A grande toxicidade de moléculas como mancozeb, maneb, captan, folpet, clorotalonil e oxicloreto de cobre já era esperada, pois, pertencem ao grupo dos fungicidas protetores, que se caracterizam por apresentarem atividades em múltiplos sítios de ação, afetando um grande número de processos vitais de fungos fitopatogênicos (GUINI & KIMATI, 2000). Uma exceção neste grupo de fungicidas foi o enxofre (Kumulus® DF), que se mostrou compatível a *B. bassiana*. A seletividade do enxofre é também conhecida para outras espécies de fungos entomopatogênicos como *M. anisopliae* e *V. lecanii* (ALVES *et al.*, 2000).

Tabela 1 - Toxicidade de formulações de produtos fitossanitários utilizados em culturas hortícolas no Brasil para *Beauveria bassiana*, isolado PL63, em condições de laboratório.

Produto Comercial	Nome Técnico	Classe	Grupo Químico	Valor de T	Classificação do produto
Carbax	dicofol + tetradifon	A	Organoclorado + Clorodifenilsulfona	2,61	Muito tóxico
Hokko Cyhexatin 500	cyhexatin	A	Organoestânico	1,89	Muito tóxico
Kelthane 480	dicofol	A	Organoclorado	4,13	Muito tóxico
Kendo 50 SC	fenpyroximate	A	Derivado do Pyrazol	60,69	Compatível
Omite 720 CE BR	propargite	A	Derivado do Fenoxi ciclohexil	50,15	Moder. tóxico
Ortus 50 SC	fenpyroximate	A	Derivado do Pyrazol	67,04	Compatível
Sanmite	pyridaben	A	Piridazinona	5,23	Muito tóxico
Sipcatin 500 SC	cyhexatin	A	Organoestânico	1,53	Muito tóxico
Tedion 80	tetradifon	A	Clorodifenilsulfona	33,29	Tóxico
Agral	etilenoxi	E	Alquilfenol etoxilado	17,36	Muito tóxico
Break Thru	poliéter polimetil	E	Silicone	8,94	Muito tóxico
Extravon	alquil fenol poliglicol-éter siloxano + poliéter	E	Alquilfenol etoxilato	17,64	Muito tóxico

Cont. Tabela 1 - Toxicidade de formulações de produtos fitossanitários utilizados em culturas hortícolas no Brasil para *Beauveria bassiana*, isolado PL63, em condições de laboratório.

Produto Comercial	Nome Técnico	Classe	Grupo Químico	Valor de T	Classificação do produto
Aliette	fosetyl-al	F	Monoetil fosfite metálico	0,00	Muito tóxico
Amistar 500 WG	azoxystrobin	F	Estrobilurina	9,42	Muito tóxico
Bayfidan CE	triadimenol	F	Triazol	0,00	Muito tóxico
Benlate 500	benomyl	F	Benzimidazol	0,00	Muito tóxico
Captan 500 PM	captan	F	Derivado da Ftalimida	0,00	Muito tóxico
Cercobin 700 PM	tiofanato metílico	F	Benzimidazol	0,00	Muito tóxico
Cerconil PM	clorotalonil + tiofanato metílico	F	Derivado da Ftalonitrila + Benzimidazol	0,00	Muito tóxico
Curzate M+Zinco	cymoxanil + maneb	F	Acetamida + Ditiocarbamato	0,00	Muito tóxico
Daconil 500	clorotalonil	F	Derivado da Ftalonitrila	15,50	Muito tóxico
Dacostar 750	clorotalonil	F	Derivado da Ftalonitrila	15,70	Muito tóxico
Derosal 500 SC	carbendazin	F	Benzimidazol	0,00	Muito tóxico
Dithiobin 780 PM	mancozeb + tiofanato metílico	F	Ditiocarbamato + Benzimidazol	0,00	Muito tóxico
Folicur 200 CE	tebuconazole	F	Triazol	0,00	Muito tóxico
Folpan 500 PM	folpet	F	Ftalimida	5,76	Muito tóxico
Metiltiofan	tiofanato metílico	F	Benzimidazol	0,00	Muito tóxico
Mythos	pyrimethanil	F	Anilino piridina	0,00	Muito tóxico
Orthocide 500	captan	F	Ftalimida	0,00	Muito tóxico
Palisade	fluquinconazole	F	Triazol	0,00	Muito tóxico
Previcur N	propamocarb hidrocloreto	F	Carbamato	101,61	Compatível
Ridomil-Mancozeb BR	metalaxyl + mancozeb	F	Alaninato + Ditiocarbamato	0,00	Muito tóxico
Rovral	iprodione	F	Hidantoína	3,93	Muito tóxico
Rovral SC	iprodione	F	Hidantoína	4,34	Muito tóxico
Rubigan 120 CE	fenarimol	F	Pirimidina	0,00	Muito tóxico
Sportak 450 CE	procloraz	F	Imidazolina	0,00	Muito tóxico
Stroby SC	kresoxim-metil	F	Strobilurina	10,35	Muito tóxico
Sumilex 500 PM	procimidone	F	Dicarboximida	25,58	Muito tóxico
Tattoo C	propamocarb hidrocloreto + clorotalonil	F	Carbamato + Derivado da Ftalonitrila	36,58	Tóxico
Trifmine	triflumizole	F	Imidazol	0,00	Muito tóxico
Frownicide 500 SC	fluazinam	F/A	Piridinamina	6,70	Muito tóxico
Manzate 800	mancozeb	F/A	Ditiocarbamato	0,00	Muito tóxico
Dithane PM	mancozeb	F/A	Ditiocarbamato	0,00	Muito tóxico
Kumulus DF	enxofre	F/A	Enxofre	149,51	Compatível
Cobox	oxicloreto de cobre	F/B	Cúprico	0,00	Muito tóxico
Cuprogarb 500	oxicloreto de cobre	F/B	Cúprico	0,00	Muito tóxico
Hokko Cupra 500	oxicloreto de cobre	F/B	Cúprico	0,00	Muito tóxico
Hokko Kasumin	kasugamycin	F/B	Antibiótico	60,43	Compatível
Bulldock 125 SC	betacyflutrin	I	Piretróide	71,81	Compatível
Confidor 700 GRDA	imidacloprid	I	Nitroguanidina	288,24	Compatível

Cont. Tabela 1 - Toxicidade de formulações de produtos fitossanitários utilizados em culturas hortícolas no Brasil para *Beauveria bassiana*, isolado PL63, em condições de laboratório.

Produto Comercial	Nome Técnico	Classe	Grupo Químico	Valor de T	Classificação do produto
Cordial 100	pyriproxyfen	I	Piridil éter	12,47	Muito tóxico
Decis 25 CE	deltametrina	I	Piretróide	78,35	Compatível
Dimilin	diflubenzuron	I	Derivado da uréia	84,50	Compatível
Dipterex 500	triclorfon	I	Organofosforado	261,95	Compatível
Elsan	fentoato	I	Organofosforado	3,77	Muito tóxico
Karate 50 CE	lambdacyhalothrin	I	Piretróide	25,52	Muito tóxico
Lannate BR	metomil	I	Carbamato	42,66	Tóxico
Mesurool 500 SC	metiocarb	I	Carbamato	9,34	Muito tóxico
Mimic 240 SC	tebufenozide	I	Diacylhydrazina	61,46	Compatível
Mospilan	acetamiprid	I	Cloronicotil	55,96	Moder. tóxico
Provado	imidacloprid	I	Cloronicotil	77,61	Compatível
Sumicidin 200	fenvalerate	I	Piretróide	54,82	Moder. tóxico
Talcord 250 CE	permetrina	I	Piretróide	31,47	Tóxico
Tiger 100 CE	pyriproxyfen	I	Piridil éter	4,50	Muito tóxico
Trebon 100 SC	etofenprox	I	Arilpropilbenzil eter	7,39	Muito tóxico
Trigard 750 PM	ciromazina	I	Triazina	55,79	Moder. tóxico
Turbo	betacyflutrin	I	Piretróide	35,87	Tóxico
Vertimec 18 CE	abamectin	I/A	Avermectina	79,07	Compatível
Applaud 250	buprofezin	I/A	Tiadiazina	25,53	Muito tóxico
Folidol 600	paration metil	I/A	Organofosforado	0,00	Muito tóxico
Lebaycid 500	fention	I/A	Organofosforado	5,11	Muito tóxico
Match CE	lufenuron	I/A	Aciluréia	21,15	Muito tóxico
Sevin 480 SC	carbaril	I/A	Carbamato	4,44	Muito tóxico
Sumithion 500 CE	fenitrothion	I/A	Organofosforado	0,00	Muito tóxico
Cefanol	acefato	I/A	Organofosforado	198,48	Compatível
Danimen 300 CE	fenpropratrina	I/A	Piretróide	39,57	Tóxico
Dicarzol 500 PS	formetanato hidrocloro	I/A	Carbamato	0,00	Muito tóxico
Dimetoato CE Milenia	dimetoato	I/A	Organofosforado	29,76	Muito tóxico
Dimexion	dimetoato	I/A	Organofosforado	75,81	Compatível
Ethion 500 RPA	etion	I/A	Organofosforado	14,75	Muito tóxico
Hamidop 600	metamidofós	I/A	Organofosforado	119,87	Compatível
Meothrin 300	fenpropratrina	I/A	Piretróide	66,35	Compatível
Ofunack 400 CE	piridafention	I/A	Organofosforado	0,00	Muito tóxico
Orthene 750 BR	acefato	I/A	Organofosforado	73,14	Compatível
Polo 500 PM	diafentiuron	I/A	Tiouréia	112,89	Compatível
Polytrin 400/40 CE	cipermetrina + profenofós	I/A	Piretróide + Organofosforado	3,34	Muito tóxico
Stron	metamidofós	I/A	Organofosforado	85,73	Compatível
Talstar 100 CE	bifentrina	I/A	Piretróide	49,33	Moder. tóxico
Tamaron BR	metamidofós	I/A	Organofosforado	105,89	Compatível
Tiommet 400 CE	dimetoato	I/A	Organofosforado	117,85	Compatível
Cartap BR 500	cartap hidrocloro	I/F	Tiocarbamato	0,00	Muito tóxico
Thiobel 500	cartap hidrocloro	I/F	Tiocarbamato	0,00	Muito tóxico

Moléculas compatíveis como propamocarb hidrocloreto e kasugamycin pertencem ao grupo dos fungicidas sistêmicos que agem de forma específica, inibindo preferencialmente um ou poucos processos vitais, sendo mais seletivos a um número limitado de grupos taxonômicos de fungos. No caso do propamocarb hidrocloreto, seu mecanismo de ação é seletivo para fungos oomicetos (GUINI & KIMATI, 2000), cujo sítio de ação talvez não seja compartilhado por este isolado de *B. bassiana*. Porém, outros estudos são necessários para comprovar esta hipótese. O produto comercial Tattoo® C (propamocarb hidrocloreto + clorotalonil) é classificado como tóxico ao fungo, possivelmente sua toxicidade esta relacionada ao efeito prejudicial do clorotalonil (fungicida protetor) na formulação, pelo fato deste composto ter se mostrado muito tóxico nos produtos Daconil 500 e 750. Os demais fungicidas sistêmicos testados foram muito tóxicos para *B. bassiana*, como benomyl, tiofanato metílico, tebuconazole e iprodione.

Apesar dos inseticidas e/ou acaricidas agirem, de forma geral, em pontos específicos da fisiologia de insetos e ácaros (OMOTO, 2000), o modo de ação não determina que produtos pertencentes a estes grupos sejam seletivos a *B. bassiana*. Outros fatores podem estar envolvidos, como os sítios secundários de ação, quantidade e componentes da formulação e sua capacidade de alterar o pH (potencial hidrogeniônico) do meio de cultura. Um exemplo que ilustra estas possibilidades foi a grande variação observada na toxicidade entre os reguladores de crescimento de insetos, piretróides e organofosforados (neurotóxicos) que tiveram muitos produtos avaliados.

ANDERSON & ROBERTS (1983) observaram que formulações de inseticidas do tipo concentrado emulsionável (CE) estão, freqüentemente, associadas com a inibição da germinação dos conídios de *B. bassiana*, ao contrário das formulações como pós molháveis (PM) e "flowables" que, geralmente, não causam inibição e, muitas vezes, favorecem o crescimento deste patógeno. Nesta pesquisa com o isolado PL63, houve casos em que o tipo de formulação interferiu na toxicidade a *B. bassiana*, como por exemplo, os produtos comerciais Bulldock 125 SC (suspensão concentrada) e Turbo (concentrado emulsionável), que apesar de possuírem a mesma molécula inseticida o betacyflutrin, foram classificados como compatível e tóxico, respectivamente. A única diferença entre estes produtos foi o tipo da formulação apesar de serem produzidos pelo mesmo fabricante (Bayer) e apresentarem a mesma recomendação (1,25 g ingrediente ativo por litro de água).

Produtos comerciais formulados com a mesma molécula química, mas pertencentes a fabricantes diferentes, apresentaram comportamento distintos. No caso do metamidofós produzido pela Hokko

(Hamidop 600), Agripec (Stron) e Bayer (Tamaron BR), todos os produtos foram compatíveis com *B. bassiana*, contudo, a toxicidade foi diferente no caso do dimetoato produzido pela Milenia (Dimetoato CE Milenia), AgrEvo (Dimexion) e Sipcam (Tiomet 400 CE), onde o primeiro foi muito tóxico e os demais compatíveis. Apesar de serem formulados como concentrado emulsionável (CE), a causa da toxicidade pode estar relacionada com os constituintes de cada formulação que não o ingrediente ativo. Neste caso, não há evidências de que a quantidade de ingrediente ativo (dimetoato) no meio de cultura tenha interferido na toxicidade ao entomopatógeno, já que o produto Tiomet 400 CE, que foi compatível, foi avaliado na concentração de 80 g de ingrediente ativo por 100 litros de água, valor 60% maior do que o utilizado no teste com o produto Dimetoato CE Milenia, que foi incompatível.

A variabilidade genética natural entre isolados de uma mesma espécie de fungo entomopatogênico é bastante conhecida e amplamente relatada na literatura para diversos parâmetros biológicos, inclusive para a sensibilidade a produtos químicos sintéticos (OLMERT & KENNETH, 1974; PACCOLA-MEIRELES & AZEVEDO, 1990; LIU *et al.*, 1993). Essa característica tem sido utilizada por TODOROVA *et al.* (1998) para explicar, em parte, as diferentes respostas de *B. bassiana* presença de um mesmo produto químico, que se encontram publicados.

No que se refere ao efeito do pH, é pouco provável que as reduzidas quantidades dos produtos químicos adicionados ao meio de cultura possam ter modificado substancialmente seu valor ao ponto de prejudicar o crescimento e produção de conídios do isolado PL63. As recomendações da maioria dos produtos testados compreende valores quase sempre inferiores a 200 mL/g por 100 litros de água, fazendo com que sua participação na calda resultante seja inferior a 0,2%.

Pela análise dos valores de "T", observa-se que alguns produtos tiveram valores muito superiores a 100, como é o caso do Kumulus DF (149,51), Cefanol (198,48), Dipterex 500 (261,95) e Confidor (288,24). Pela fórmula, produtos com valores próximos a 100 apresentaram comportamento muito semelhante à testemunha para os parâmetros avaliados. No caso destes quatro produtos, sua presença no meio de cultura representou um estímulo a produção de conídios, mas nem sempre ao crescimento da colônia do entomopatógeno. Para os produtos Kumulus DF, Cefanol, Dipterex 500 e Confidor o acréscimo na produção de conídios, quando comparados com a testemunha, foram de aproximadamente 72, 127, 210 e 221%, respectivamente. Quanto ao diâmetro de colônia, não houve diferença entre Confidor e testemunha, contudo, para o Kumulus DF, Cefanol e Dipterex 500 o diâmetro médio de suas colônias foram

47, 15 e 40% menor do que a testemunha, respectivamente. Neste caso, os valores elevados de "T" foram determinados pelo bom desempenho na produção de conídios, isto porque, sua fórmula atribui 80% de participação deste parâmetro na composição final do valor. A maior produção de conídios de *B. bassiana* na presença destes produtos no meio de cultura, pode ter ocorrido pela utilização como nutriente de algum (s) componente (s) mineral (ais) solúvel (eis) presente (s) nas formulações químicas, e/ou provenientes da degradação de moléculas complexas, como o ingrediente ativo, promovidas pelo entomopatógeno. Estas hipóteses são suportadas pelas pesquisas que demonstraram a capacidade de degradação do herbicida diuron (derivado da uréia) por *B. bassiana* (TIXIER *et al.*, 2000) e os efeitos estimulantes e/ou inibitórios de diferentes fonte de carbono e nitrogênio sobre a germinação, tamanho de colônia e produção de conídios de dois isolados de *M. anisopliae* (LI & HOLDOM, 1995).

A expressiva toxicidade dos fungicidas é um dos fatores que mais limitam a utilização deste grupo de agente de controle biológico. Assim, é importante a utilização dos fungicidas compatíveis selecionados: Previcur N (propamocarb hidrocloreto), Kumulus DF (enxofre) e Hokko Kasumin (kasugamycin). Porém, sua utilização precisa ser considerada sobre dois aspectos: a eficiência de controle das doenças e a possibilidade do desenvolvimento de resistência pelos fitopatógenos. A eficiência de controle é dependente da espécie e linhagem do fitopatógeno a ser controlada, tendo em vista que estes produtos podem não ser eficientes para impedir a disseminação da doença na cultura. Quanto a resistência, a reduzida disponibilidade de produtos para rotação dificulta sua prevenção, especialmente para culturas produzidas intensivamente durante todo o ano e na mesma área, como é o caso de muitas ornamentais. Existe também o caso em que o problema da resistência é agravado quando o produtor faz, sem intenção, a rotação de culturas com espécies de plantas da mesma família, que compartilham geralmente as mesmas doenças e pragas.

Outros fatores importantes para a utilização dos fungicidas compatíveis envolvem a necessidade de registro para as culturas, o custo/hectare, a disponibilidade do produto compatível no mercado e a hipótese de vir a ser retirado do mercado pela empresa produtora.

Algumas formas de reduzir o efeito restritivo dos fungicidas à utilização de fungos entomopatogênicos é a adoção conjunta de diversas medidas de controle que minimizem a presença de fitopatógenos na cultura e, conseqüentemente, a necessidade de aplicações de fungicidas para seu controle, como por exemplo: utilização de mudas sadias, uso de variedades resis-

tentes, manejo da irrigação, remoção de mudas e plantas doentes (ZAMBOLIM *et al.*, 1999). Outra possibilidade, é a aplicação do fungicida apenas onde a doença encontra-se, ou seja, nos focos, e também pulverizando-se o fungicida com intervalo de tempo suficiente para não coincidir com as fases mais suscetíveis da interação entomopatógeno-hospedeiro. Para o controle de *T. urticae* com *B. bassiana* este período compreende as primeiras 48 horas após a pulverização do fungo, tempo necessário para a germinação do conídiase invasão do hospedeiro pelo entomopatógeno. Estes procedimentos são conhecidos por seletividade ecológica do produto químico através do espaço e tempo, respectivamente (YAMAMOTO *et al.*, 1992). A empresa Mycotech-USA, que comercializa o produto Botanigard® contendo *B. bassiana*, fornece aos seus clientes informações por via impressa ou eletrônica (www.mycotech.com), sobre a possibilidade de mistura deste entomopatógeno e produtos químicos (inseticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, espalhantes, etc) no tanque do pulverizador, e o tempo entre as aplicações destes agentes de controle quando forem incompatíveis entre si.

Para os produtos acaricida e/ou inseticida as possibilidades para sua utilização com *B. bassiana* são melhores. Com 24 (44%) produtos compatíveis ou moderadamente tóxicos, pertencentes a diferentes grupos químicos (derivado do pyrazol, derivado do fenoxi ciclohexil, piretróide, nitroguanidina, derivado da uréia, diacylhydrazina, cloronicotinil, triazina, tiouréia e organofosforado) permite-se manejar a resistência a produtos químicos das principais pragas das culturas hortícolas, usando-se a rotação de produtos com diferentes modos de ação. Estes produtos podem ser aplicados conjuntamente com o isolado PL63, na mesma calda inseticida, para o controle da mesma praga ou pragas diferentes. Em tratando-se da mesma praga, pode-se utilizá-los em concentração máxima recomendada, na estratégia conhecida como manejo por ataque múltiplo, ou em subconcentrações. Neste último caso, o produto químico poderia atuar como um sinergista do entomopatógeno, auxiliando a infecção fúngica. Nessa estratégia, o controle proporcionado pelo produto químico e entomopatógeno em mistura deve ser superior a soma dos resultados de controle observados para cada uma destas táticas separadamente. O uso de concentrações subletais (subconcentrações) é uma estratégia que permite reduzir a quantidade e o custo com o inimigo natural, a quantidade de resíduos químicos sobre os alimentos e a possibilidade de intoxicação dos trabalhadores rurais durante os processos de preparo da calda inseticida e sua aplicação.

Estudos da toxicidade de produtos fitossanitários a inimigos naturais como este,

permitem a utilização prática e imediata dos resultados, e também criam novas linhas de trabalho que virão a complementar e viabilizar a utilização destas duas estratégias de controle em um programa de manejo de pragas. Estes resultados suprimem algumas lacunas que limitam o desenvolvimento deste tipo de programa no país, como forma de tornar o sistema de produção de culturas hortícolas mais eficiente e saudável, e assim, trazer benefícios aos seus produtores e consumidores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq-PRONEX pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; TAMAI, M.A.; MOINO JÚNIOR, A.; ALVES, L.F.A. Compatibilidade de produtos fitossanitários com entomopatógenos em citros. *Laranja*, v.21, n.2, p.295-306, 2000.
- ALVES, S.B.; MOINO JÚNIOR, A.; ALMEIDA, J.E.M. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In: ALVES, S.B. (Ed.) *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: Fealq, 1998a. p.217-238.
- ALVES, S.B.; MOINO JÚNIOR, A.; ALMEIDA, J.E.M. Técnicas de laboratório. In: ALVES, S.B. (Ed.) *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: Fealq, 1998b, p.637-711.
- ALVES, S.B. & PEREIRA, R.M. Produção massal de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em bandejas. *Ecosistema*, v.14, p.188-192, 1989.
- ALVES, S.B.; SILVEIRA, C.A.; LOPES, R.B.; TAMAI, M.A.; RAMOS, E.Q.; SALVO, S. Eficácia de *Beauveria bassiana*, imidacloprid e thiacloprid no controle de *Bemisia tabaci* e na incidência do BGMV. *Manejo Integrado de Plagas*, n.61, p.32-37, 2001.
- ANDERSON, T.E. & ROBERTS, D.W. Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) control. *J. Econ. Entomol.*, v.76, p.1437-1441, 1983.
- AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira: 2001. São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2001. 545p.
- GHINI, R. & KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p.
- LI, D.P. & HOLDOM, D.G. Effects of nutrients on colony formation, growth, and sporulation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *J. Invertebr. Pathol.*, v.65, p.253-260, 1995.
- LIU, Z.Y.; MILNER, R.J.; MCRAE, C.F.; LUTTON, G.G. The use of dodine in selective media for the isolation of *Metarhizium* spp. from soil. *J. Invertebr. Pathol.*, v.62, p.248-251, 1993.
- LOPES, R.B. Seleção de fungos entomopatogênicos e controle de *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Piracicaba: 1999. 76p. [Dissertação (Mestrado) – ESALQ/USP].
- OLIVEIRA, M.R.V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.30, n.8, p.1049-1060, 1995.
- OLMERT, I. & KENNETH, R.G. Sensitivity of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, and *Verticillium* sp. to fungicides and insecticides. *Environ. Entomol.*, v.3, p.33-39, 1974.
- OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Org.) *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: Pallotti, 2000. p.31-49.
- PACCOLA-MEIRELLES, L.D. & AZEVEDO, J.L. Variabilidade natural no fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. *Arq. Biol. Tecnol.*, v.33, n.3, p.657-672, 1990.
- TAMAI, M.A. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch. Piracicaba: 1998. 86p. [Dissertação (Mestrado) – ESALQ/USP].
- TIXIER, C.; BOGAERTS, P.; SANCELME, M.; BONNEMOY, F.; TWAGILIMANA, L.; CUER, A.; BOHATIER, J.; VESCHAMBRE, H. Fungal biodegradation of a phenylurea herbicide, diuron: structure and toxicity of metabolites. *Pest Management Sci.*, v.56, p.455-462, 2000.
- TODOROVA, S.I.; CODERRE, D.; DUCHESNE, R.M.; CÔTÉ, J.C. Compatibility of *Beauveria bassiana* with selected fungicides and herbicides. *Environ. Entomol.*, v.27, n.2, p.427-433, 1998.
- VAN LENTEREN, J.C. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? *Crop Prot.*, v.19, p.375-384, 2000.
- VAN LENTEREN, J.C.; ROSKAM, M.M.; TIMMER, R. Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. *Biol. Contr.*, v.10, p.143-149, 1997.
- ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; LOPES, C.A.; VALE, F.X.R. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. *Inf. Agropecu.*, v.20, n.200/201, p.114-125, 1999.

Recebido em 5/2/02

Aceito em 27/3/02