

PERSPECTIVAS PARA UTILIZAÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE PRAGAS NO BRASIL

SÉRGIO BATISTA ALVES¹

RESUMO - Os fungos são os patógenos de insetos mais estudados no Brasil. Já foram constatados mais de 20 gêneros de fungos entomopatogênicos ocorrendo enzoótica e ou epizooticamente sobre insetos de importância agrícola, os quais representam um grande potencial para o controle microbiano. A introdução e incrementação têm sido as estratégias utilizadas com sucesso no controle de algumas pragas no Brasil. São discutidas as perspectivas e as dificuldades para utilização dos fungos entomopatogênicos.

Termos para indexação: Fungos, controle microbiano, controle biológico.

PROSPECTS OF THE USE OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN PEST CONTROL IN BRAZIL

ABSTRACT - The fungi are the best studied pathogens in Brazil. More than 20 genera have been identified in the country. Most of these entomopathogenic fungi has enzootic and epizootic occurrence on important pests with good potential to microbial control. The introductions and augmentation are good strategies used in insect control. This review discusses the prospects of the use of entomopathogenic fungi in pest control in Brazil.

Index terms: Fungi, microbiol control, biological control.

INTRODUÇÃO

Apesar de os fungos terem sido descobertos como patógenos de insetos há cerca de 2000 anos, sua importância na patologia e controle microbiano de insetos só ocorreu a partir de 1834 com a atuação de Agostino Bassi, considerado o Pai da Patologia quando demonstrou a patogenicidade de *Beauveria bassiana* para o bicho-da-seda (Alves 1986a).

No Brasil, os fungos também foram os primeiros patógenos de insetos a serem relatados. Pestana em 1923, citado por Robbs (1962) e Alves (1986a), fez referência ao *Metarhizium anisopliae*, o qual chamou de *Penicillium anisopliae*, para o controle de *Tomaspis sp.* Bittancourt em 1934, citado por Robbs (1962), relatou a ocorrência de alguns fungos entomopatogênicos em pragas de citros. Em 1939, Reininger e Gomes observaram um ataque de

Aschersonia aleyrodis sobre *Aleurothrixus floccosus*. Porém o relato mais significativo de fungos como patógeno de insetos no Brasil foi feito por Viégas (1939a,b). Esse autor publicou dois trabalhos sobre a ocorrência de *Verticillium lecanii* em *Coccus viridis* e *Empusa dysderci* em *Dysdercus*, mencionando aspectos muito interessantes sobre os fungos.

A ocorrência natural e epizootica do *M. anisopliae* na região de Campos começou a despertar, a partir de 1964, a atenção dos pesquisadores. Em 1969, com os problemas decorrentes da introdução das cigarrinhas-das-folhas nos canais do Nordeste, *M. anisopliae* passou a ser estudado por diversos centros de pesquisas.

Nos últimos 60 anos, foram publicados no Brasil cerca de 700 trabalhos na área de patologia e controle microbiano de insetos. Aproximadamente, 56% dos trabalhos publicados relacionam-se aos fungos entomopatogênicos, sendo 60% deste total com o fungo *M. anisopliae*. Os vírus entomopatogênicos

¹ PhD em Entomologia. ESALQ/USP 13400 Piracicaba, SP.

representam 15%, as bactérias 12% e o restante são trabalhos com outros patógenos e sobre aspectos gerais da patologia e controle microbiano.

É muito provável que a maioria dos fungos entomopatogênicos, que abrangem cerca de 750 espécies reunidas em 85 gêneros, ocorram no Brasil. Mais de 20 gêneros já foram constatados atacando insetos de importância agrícola, seja na forma enzoótica e/ou epizootica. A introdução e incrementação têm sido estratégias utilizadas com sucesso no Nordeste para o controle de *Mahanarva posticata* usando o *M. anisopliae*.

Recentemente, o Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) desenvolveu um processo de introdução inoculativa de *B. bassiana* e *M. anisopliae* para o controle de *Sphenophorus levis* (Col.: Curculionidae), praga de cana-de-açúcar, e viabilizou o controle de cupins (*Cornitermes cumulans*) com patótipos destes mesmos fungos. Grande progresso foi obtido na produção massal de alguns deuteromicetos, pela utilização do processo de bandejas, desenvolvido nesse Departamento.

Este trabalho procurou discutir alguns aspectos da potencialidade da utilização de fungos entomopatogênicos no Brasil e os problemas que limitam a manipulação desses agentes no controle biológico de insetos.

ESTRATÉGIAS PARA UTILIZAÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

Estas estratégias, de modo geral, podem ser empregadas para todos os patógenos. Com relação aos fungos entomopatogênicos, devem ser escolhidas em função das características do fungo, da praga e das condições das culturas (Fuxa & Tanada 1987).

Introdução inoculativa

Com este procedimento visa-se uma supressão lenta e contínua da praga em locais

onde o fungo ainda não está presente. A introdução de *Aschersonia aleyrodis*, utilizando galhos de citros com aleirodódeos atacados por este patógeno, e a utilização de iscas com *B. bassiana* (447) e *M. anisopliae* (259) para o controle de *S. levis* em cana-de-açúcar podem ser exemplos desta estratégia (Badilla & Alves 1989).

Introdução inundativa

Este procedimento visa a supressão rápida da praga pela liberação de uma grande quantidade de patógeno. Assim, a aplicação do *M. anisopliae* visando o controle de cigarrinhas-das-pastagens e cupins de montículo podem ser enquadrados neste procedimento. Nos locais onde as condições são favoráveis ao fungo e esse se encontra provocando enzootias, o método passa a ser a incrementação.

Incrementação ou incremento

Neste caso, o fungo já se adaptou ao local e, normalmente, encontra-se presente; porém o seu aparecimento é tardio e o fungo não consegue evitar a ocorrência de danos nas plantas. O patógeno necessita de um incremento para poder atingir um potencial de inóculo capaz de antecipar as epizootias. Assim, oferecem condições de serem utilizados dentro desta estratégia o *M. anisopliae* para o controle de cigarrinhas-da-cana-de-açúcar; *B. amorpha* e *B. bassiana* para o controle do moleque-dabananeira, *Nomuraea rileyi* para o controle da lagarta-da-soja; *Hirsutella thompsonii* para o controle do ácaro da ferrugem. Todos esses patógenos encontram-se adaptados em seus agroecossistemas, podendo ocorrer de forma enzoótica ou epizootica.

Conservação

Trata-se de uma estratégia das mais importantes e quando bem conduzida poderá atingir resultados significativos na preservação do inóculo natural, contribuindo para a formação

de focos primários da doença e desencadeamento de epizootias.

A conservação do inóculo dos patógenos pode ser realizada de duas maneiras:

a) Manipulação do ambiente

Escolha de variedade - Certas variedades de plantas podem oferecer um hábitat ideal para alguns patógenos no tocante à luminosidade e umidade, podendo também afetar a sensibilidade das pragas a esses mesmos patógenos. Assim, algumas variedades de soja, por apresentarem maior densidade foliar, proporcionam ambiente favorável à ocorrência do fungo *Normuraea rileyi*, contribuindo para menores danos de *Anticarsia gemmatilis*.

Espaçamento - A adoção de espaçamentos previamente determinados em função das necessidades epizootiológicas dos fungos pode contribuir para a sua conservação e posterior ocorrência.

Tratos culturais - Os tratos culturais, como poda, carpas, adubação, irrigação, também devem ser considerados dentro de um esquema de preservação do fungo.

Cultivo mínimo - Esta técnica pode contribuir para a preservação dos propágulos que ficam no solo e que são de grande importância para a formação de focos primários das doenças.

b) Utilização de defensivos químicos seletivos

Trata-se de técnica das mais importantes dentro do esquema de preservação dos patógenos. Por esta estratégia visa-se a utilização de defensivos químicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas) seletivos para os fungos. Os defensivos não seletivos devem ser abolidos dos programas de controle da praga e os defensivos compatíveis devem ser os escolhidos podendo, às vezes, serem misturados com o patógeno. Já existem no Brasil diversas pesquisas sobre a compatibilidade dos defensivos químicos com fungos. As culturas que devem merecer atenção sob este aspecto são: citros, café,

soja, cana-de-açúcar, pêssego, maçã, trigo. Todas possuem pragas-chave importantes que podem ser atacadas por fungos e outros patógenos.

PERSPECTIVAS PARA UTILIZAÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS NO BRASIL

Já foram determinados no Brasil mais de 20 gêneros importantes de fungos entomopatogênicos (Tabela 1). As seguintes pragas e fungos apresentam características favoráveis para serem manipuladas nos esquemas de manejo integrado de pragas.

Controle de aleirodídeos e coccídeos de citros

Aschersonia aleyrodinis é um patógeno que ocorre naturalmente sobre aleirodídeos e coccídeos em pomares de citros e em algumas culturas anuais. As epizootias aparecem em épocas de maior umidade e podem ser afetadas pela utilização incorreta de defensivos químicos. O fungo poderá ser empregado por introdução inoculativa, por incrementação onde já ocorre, e, principalmente, através da manipulação do ambiente utilizando defensivos seletivos. Na ESALQ, os testes com o patógeno encontram-se em estágio inicial na fase de bioensaios e produção de laboratório.

Controle do gorgulho da cana-de-açúcar

As espécies *B. bassiana* (isolado 447) e *M. anisopliae* (isolado 259) vêm sendo estudadas para o controle de *S. levis*, importante praga da cana-de-açúcar. Em experimentos desenvolvidos pelo Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, em colaboração com a COPERSUCAR (Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo), obtiveram-se excelentes resultados de controle através da utilização de iscas tratadas com estes patógenos. Estes fungos podem substituir, imediatamente, os insetici-

TABELA 1. Espécies de fungos entomopatogênicos já constatadas no Brasil

Espécies	Hospedeiros	Ocorrência	Estágio desenvolvimento
<i>Aschersonia aleyrodis</i>	Aleirodídeos	En., Ep.	2
<i>Aschersonia cubensis</i>	Coccídeos	En.	1
<i>Aspergillus parasiticus</i>	Lepidoptera, Hymenoptera	En.	1
<i>Atractium flammelum</i>	Coccídeos	Ep.	1
<i>Akanthomyces</i> (= Insecticola)	Lepidoptera	En.	1
<i>Beauveria amorphia</i>	<i>Solenopsis</i> sp.	En.	1
	<i>Cosmopolites sordidus</i>	En.	3
<i>Beauveria bassiana</i>	Lep.Col.Hym.Hom.etc.	En., Ep.	4
<i>Beauveria brongniartii</i>	<i>Castnia licus</i>	En.	3
	<i>Brassolis</i> spp.	Ep.	3
	<i>Diatraea saccharalis</i>	En.	3
<i>Cordyceps</i> spp.	Lep.Col.Hym.Hom.Hem.	En.	1
<i>Entomophaga</i> (= Eryniopsis)	Lepidoptera	En.	1
	<i>Thyrinteina</i>	Ep.	1
<i>Entomophthora</i> spp. (= Empusa)	<i>Musca domestica</i>	Ep.	2
	<i>Mahanarva fimbriolata</i>	Ep.	1
	<i>Deois</i> spp.	Ep.	1
	Pulgões	Ep.	1
<i>Fusarium</i> spp.	Hymenoptera	En.	1
	Coleoptera	En.	1
	Coccídeos	Ep.	1
<i>Gibellula</i> sp.	Aracnídeos	En.	1
<i>Hirsutella</i> spp.	Ácaros	Ep.	2
	<i>Solenopsis saevissima</i>	En.	1
<i>Lagenidium</i> sp.	Dípteros	En.	1
<i>Massospora</i> spp.	Homoptera	En.	1
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Homoptera	Ep.	5
	Col.Hym.Hem.Dip.	En.	3
<i>Podonectria</i> (= Sphaerostilbe)	Coccídeos	En., Ep.	1
<i>Neozygites</i>	Pulgões/Ácaros	Ep.	1
<i>Nomuraea rileyi</i>	Lepidoptera	Ep.	3
	Orthoptera	En.	1
<i>Paecilomyces</i> spp.	Lep.,Hem.,Col.,etc.	En., Ep.	3
<i>Sorospora</i> sp.	Lepidoptera, Orthoptera	En.	1
<i>Sporothrix insetorum</i>	Hemiptera	En., Ep.	3
<i>Verticillium lecanii</i>	Homoptera	En., Ep.	3
<i>Zoophthora</i> spp. (= Erynia)	Homoptera	En., Ep.	3

Ep = Epizoótica

En = Enzoótica

1 - Taxonomia e caracterização

2 - Cultivo de laboratório e pequenos experimentos

3 - Pequena produção com experimentos de campo

4 - Experimentos de campo com possibilidade de produção elevada

5 - Produção comercial.

Fonte: Ampliado de Alves 1986b e Roberts 1989

das químicos empregados nas iscas tóxicas. A introdução inoculativa, como a manipulação do ambiente pela escolha dos herbicidas seletivos, servirão para aumentar e preservar o inóculo produzido pelos insetos mortos.

Controle da broca gigante da cana-de-açúcar

Segundo Villas Boas & Alves (1987) o emprego de *Beauveria* spp. associado ou não com inseticida químico pode resultar em controle acima de 40% da *Castnia licus* (Lep. Castniidae). Estudos continuam sendo feitos no Nordeste para a viabilização do emprego deste patógeno no manejo integrado da praga.

Controle da broca-do-café

A broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Col.: Scolytidae) também mostra-se sensível a isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae*. O fungo *B. bassiana* ocorre enzooticamente em diversas regiões do Brasil. Já foram realizados experimentos de laboratório e campo visando o controle da praga. Estes patógenos têm condições de serem explorados usando estratégia de introdução inoculativa em áreas favoráveis durante o trânsito do adultos, dentro de esquemas de manejo integrado das pragas do café (Alves 1986b).

Controle do moleque-da-bananeira

O fungo *B. bassiana* também vem sendo estudado para o controle do moleque-da-bananeira *Cosmopolites sordidus* (Col.: Curculionidae). Este fungo ocorre enzooticamente nas culturas de banana e a sua aplicação tem sido feita por introdução inoculativa usando iscas de pseudocaule. A espécie *B. amorpha* ocorre em condições de campo e também poderá ser utilizada dentro de um esquema de incrementação. O Instituto Biológico de São Paulo vem estudando a ocorrência natural desta espécie.

Controle das cigarrinhas-das-pastagens e da cana-de-açúcar

O *M. anisopliae* vem sendo utilizado para o controle das cigarrinhas-das-pastagens *Deois* spp. e *Zulia enterriana* (Hom.: Cercopidae). Os resultados são inconstantes em função de uma série de fatores como raça do fungo, dosagem, tipo de produto, condições de aplicação.

A utilização deste patógeno para o controle das cigarrinhas-de-cana-de-açúcar *M. posticata* (Hom.: Cercopidae) vem sendo feita no Nordeste do Brasil, desde 1969, quando se optou pela introdução inoculativa do fungo nos canaviais de Pernambuco (Tabela 2). Atualmente, o patógeno já se encontra estabelecido em quase toda região canavieira do Nordeste onde anualmente, os usineiros efetuam o processo de incrementação com isolados selecionados do fungo pela aplicação de 100-200g de confídios por hectare. Apesar dos níveis de infecção atingirem 70 a 80% das ninfas e adultos, ainda não se conseguiu antecipar as epizootias e diminuir sensivelmente os danos nas plantas, em virtude da falta de conhecimentos epizootiológicos (Guagliumi et al. 1974, Alves 1986a).

Já foram desenvolvidos e comercializados oito produtos a base de *M. anisopliae* para o controle de cigarrinhas (Tabela 3).

Controle de cupins

Em experimentos desenvolvidos em 1989, no Departamento de Entomologia da ESALQ-USP, através da introdução inundativa, foi possível obter resultados de campo, altamente promissores para o controle de cupins de montículo *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae), com isolados de *B. bassiana* (868) e *M. anisopliae* (P-865). Os ninhos tratados, apresentaram 100% de mortalidade depois de 10-30 dias da aplicação dos patógenos. Em condições de laboratório, observou-se também, grande suscetibilidade de outras espécies de cupins aos patógenos e a rápida ação do *M. anisopliae* ($LT_{100} = 48$ horas).

TABELA 2. Área de cana-de-açúcar tratada com *Metarhizium anisopliae* nos últimos cinco anos.

Ano	Área tratada com fungo Pernambuco (Planalsucar + Codecap) (HA) + AFCP	Área tratada com fungo Alagoas* (Planalsucar + Asplana) (HA)	Área tratada com inseticida (±) (HA)**
1985	23.483	17.200 + 21.740	12.000
1986	39.418	20.000 + 25.130	12.000
1987	32.804	65.000 + 68.600	12.000
1988	13.830	500	-----
1989	15.127	4.600	-----

(*) Inclui área tratada com fungo produzido pelas Usinas de Alagoas.

(**) A partir de 1988, a utilização de inseticida foi reduzida substancialmente, porém não dispomos dos dados exatos.

Fonte: ampliado de Alves 1986a

TABELA 3. Indústrias e entidades oficiais que produzem e comercializam *Metarhizium anisopliae* no Brasil.

Indústria/ Organização	Localização	Produto/Formulação	Atividade
Agrocerec	São Paulo-SP	Biocontrol-PM	desativado
Asplana	Maceió-AL	Arroz + Fungo	normal
Biotec	Maceió-AL	Arroz + Fungo	normal
BTA-Prod.Biológicos	Rib. Preto-SP	Arroz + Fungo	normal
Conbio	São Paulo-SP	Conbio-PM	desativado
CODECAP	Recife-PE	Metaquino	desativado
IPA	Recife-PE	Arroz + Fungo	normal
Labormax	Indaiatuba-SP	Biomax-PM	desativado
Planalsucar	Maceió-AL Carpina-PE	Arroz + Fungo Arroz + Fungo	desativado desativado
Tecnicontrol	Piracicaba-SP	Metabiol	normal

Controle de coccídeos de rosáceas

O controle de coccídeos, piolho-de-são-josé, *Quadraspidiotus perniciosus* (Hom.: Diaspididae) em rosáceas (pêssego, macieira, pereira) pode ser feito com *Podonectria flammeum* (= *Sphaerostilbe*) e *Atractium flammeum* utilizando-se a estratégia de proteção ambiental aplicando apenas os defensivos seletivos. Esses fungos ocorrem com populações elevadas em pomares de pêssego onde não se utilizam tratamentos químicos. Também podem ser feitas introduções de inóculo usando galhos infestados com cochonilhas doentes ou aplicações de conídios dos fungos.

Controle de coleobrocas de citros e de outras plantas

O Instituto Biológico de São Paulo vem desenvolvendo trabalhos de laboratório e campo visando ao controle das coleobrocas, *Diproschema rotundicolle* (Col.: Cerambycidae) com isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Os resultados de laboratório e campo são promissores. A estratégia usada tem sido a introdução inundativa dos patógenos usando larvas de *Galleria mellonella* tratadas com o patógeno e liberadas nos orifícios.

Controle da lagarta-da-soja

A lagarta-da-soja, *A. gemmatilis* (Lep.: Noctuidae), vem sendo atacada por *N. rileyi* em condições de campo. As epizootias, normalmente ocorrem, quando as lagartas já provocaram danos na cultura. Assim, a estratégia que deve ser adotada é a incrementação do patógeno. Como a formação dos focos primários da doença ocorre lentamente devido à pequena quantidade de estruturas do patógeno que restaram no solo, deve-se procurar, no início da formação desses focos, aumentá-los pela aplicação de micélio seco, conídios ou através da distribuição de cadáveres produzidos em laboratório. Com este procedimento, sob condições de temperatura e umidade ideais, visa-se antecipar a curva epizootica e minimizar os danos que serão provocados pela praga. Quando as condições

são ideais ao fungo (Temp. 26°C e umidade relativa acima de 60%) pode-se esperar ocorrências precoces da doença devendo se evitar as aplicações de inseticidas microbianos (vírus) ou químicos.

Controle de pulgões, cochonilhas e cigarrinhas

Os fungos *Verticillium lecanii*, *Entomophthora spp.* e *Zoophthora spp.* (= *Erynia*), *Neozygites sp.* ocorrem naturalmente em um grande número de espécies de homópteros do Brasil. Assim, os pulgões dos gêneros *Macrosiphoniella*, *Brachicaudus*, *Mysus*, *Aphis*, *Schizaphis*, *Rhopalosiphum*, *Metopolophium*, *Sitobium*, as cochonilhas dos gêneros *Coccus*, *Ceroplastes* e cigarrinhas do gênero *Empoasca* são sensíveis e pelo menos um dos gêneros citados. O Boyce Thompson Institute em colaboração com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) vem desenvolvendo estudos epizootiológicos com *Zoophthora radicans* em *Empoasca* no Brasil central e em São Paulo. (Roberts 1989)

Como todos esses fungos ocorrem com grande intensidade em algumas regiões e épocas do ano, há necessidade de se estudar a epizootiologia dessas doenças visando adotar estratégias mais adequadas para cada patógeno. As técnicas de incrementação e conservação devem ser preferidas nesses casos.

Outras pragas

A utilização da *M. anisopliae* e *B. bassiana* para o controle de pernalongos, baratas e percevejos hematófagos (barbeiros) formigas do gênero *Solenopsis*, coleópteros do gênero *Chalcodermus* tem sido pesquisada. Com relação ao controle de pernalongo tem-se obtido sucesso em tanques de decantação de usinas de açúcar. O controle das larvas de pernalongos foi obtido depois de 72 horas em condições de campo, utilizando-se uma dosagem de 2,5 kg de produto/ha (25 g de esporos).

Quanto ao controle de *Solenopsis spp.* já foram selecionados isolados virulentos de *B.*

bassiana e atualmente vem sendo pesquisados os métodos de aplicação em campo.

DIFICULDADES PARA O EMPREGO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS

Taxonomia e caracterização de fungos entomopatogênicos

Um dos grandes problemas que vêm afetando a evolução do emprego de patógenos é a inexistência do pessoal qualificado para a classificação, determinação e caracterização desses agentes. Com exceção de alguns centros especializados em determinados gêneros (*Beauveria* e *Metarhizium*) tais como ESALQ, IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária) e CENARGEN (Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia), é ainda difícil classificar e caracterizar fungos entomopatogênicos no Brasil. Assim, os pesquisadores necessitam remeter o material para o exterior. Com dificuldades econômicas e burocráticas, esses materiais genéticos nem sempre são classificados e, na maioria das vezes, se perdem nos refrigeradores dos próprios laboratórios.

A caracterização deve ser feita até ao nível de raça topográfica para que se possa avaliar com precisão os efeitos dos patógenos. As raças topográficas constituem-se de fungos que pertencem a mesma raça geográfica mas diferem em algumas características como por exemplo resistência a luz ultravioleta. Assim, tem-se raças topográficas de *M. anisopliae* var. *anisopliae* que atacam saúvas e cigarrinhas das raízes (insetos que vivem abrigados da luz) e apresentam alta sensibilidade a ultravioleta quando comparadas à mesma raça que ataca insetos que ocorrem nas folhas das plantas.

Um problema muito comum é a perda de identidade do fungo. O pesquisador aplica no campo o fungo que foi determinado por especialistas e depois coleta os insetos doentes. Esses insetos podem estar atacados por outro isolado, que passa a ser considerado como

sendo o patógeno que foi aplicado. Isso tem provocado confusões e prejuízos no desenvolvimento desses agentes entomopatogênicos.

Epizootiologia

No Brasil, os estudos da epizootiologia aplicada ao controle microbiano são escassos em função do grande número de doenças, da complexidade do ciclo das relações patógeno-hospedeiro e do número reduzido de pesquisadores. Esta limitação torna muito difícil a evolução do controle microbiano e os erros já cometidos nas tentativas de utilização de patógenos, se devem, quase que exclusivamente ao desconhecimento de detalhes sobre a epizootiologia das doenças.

Atualmente alguns trabalhos, vem sendo desenvolvidos sobre epizootiologia com os fungos do gênero *Erynia*, *Beauveria* e *Metarhizium*. Todavia, se não forem feitos estudos profundos nesta área, o controle microbiano jamais poderá assumir o seu importante papel dentro dos esquemas de manejo integrado de pragas.

Produção, formulação e aplicação

Alguns fungos entomopatogênicos como o *M. anisopliae* e *B. bassiana* são facilmente produzidos em laboratórios. Outros, como os Entomophthorales, necessitam de meios e processo especiais para a produção. Esta fase de desenvolvimento de um inseticida microbiano pode ser limitante para alguns fungos já que são necessárias grandes quantidades de confídios, esporos ou micélio. Há necessidade de se estabelecer, através de estudos epizootiológicos, quais as fases mais adequadas dos fungos a serem produzidas, para que possam atuar convenientemente no agroecossistema. Para a produção de Deuteromicetos como *M. anisopliae* e *B. bassiana* desenvolveu-se o processo semi-sólido em bandejas quando se chegou a produzir em 8 meses cerca de 2.650 kg de esporos com 1×10^{10} esporos/g (Alves & Pereira 1989). Atualmente existe uma preferência para a produção de micélio seco desses fungos.

Apesar de já existirem alguns estudos sobre formulação de fungos, pouco tem sido realizado nesta área e os produtos existentes no comércio nunca chegam a ser preservados por mais de 8 semanas. Nessas pesquisas é importante avaliar a viabilidade dos propágulos (micélio, conídios, esporos) e também a virulência final das formulações depois do período de armazenamento.

No tocante as aplicações de fungos entomopatogênicos, há necessidade de se desenvolver aparelhos e métodos específicos que consigam levar aos insetos a quantidade de inóculo necessária para o desencadeamento das epizootias.

Comercialização

As formulações à base de fungo (*M. anisopliae*) existentes no mercado (Tabela 3), normalmente, não permanecem viáveis por períodos superiores a 8 semanas. Além disso, quando não são mantidas à baixa temperatura oferecem condições para proliferação de um grande número de contaminantes. Este fato conduz a resultados insatisfatórios no campo.

Até que se desenvolvam formulações adequadas para fungos o ideal é que as firmas trabalhem em regime de encomenda, com prazos para entrega e aplicação. Isso, certamente, evitará as reclamações e deverá aumentar a eficácia desses agentes.

Legislação e registro

Não existe no Brasil legislação específica sobre inseticidas microbianos. É nossa opinião que há necessidade urgente de se legislar objetivamente sob 4 aspectos:

- a. Introdução de patógenos exóticos e execução de testes de campo.
- b. Testes de laboratório e de campo com patógenos obtidos pela Engenharia Genética.
- c. Registro de inseticidas microbianos naturais e de produtos obtidos pela Engenharia Genética.
- d. Produção e comercialização de inseticidas microbianos.

Até que as leis não sejam elaboradas e aplicadas, os entomopatógenos continuarão a ser introduzidos, produzidos e comercializados com todos os problemas reais e potenciais.

CONCLUSÃO

Apesar dos avanços já obtidos na área de controle microbiano através de fungos, há necessidade de se investir em estudos de taxonomia, biologia epizootologia, produção, formulação e de um maior entrosamento entre Universidades, Centros de pesquisas, empresas e governo. Sem esses estudos e sem uma cooperação mútua desses órgãos, poderemos esperar a repetição dos erros já cometidos no Brasil nos últimos 20 anos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S.B. (ed.) **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Editora Manole, 1986a. 407p.
- ALVES, S.B. Fungos no controle biológico de pragas. In: ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS, 1., 1986, Passo Fundo, 1986. p.179-189.
- ALVES, S.B.; PEREIRA, R.M. Produção do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill em Bandejas. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.14, p.189-191, 1989.
- BADILLA, F.F.; ALVES, S.B. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* isolado 447 ao gorgulho da cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Col.: Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. **Resumo**. Porto Alegre: Sociedade Entomológica do Brasil. 1989. p.257.
- FUXA, J.R.; TANADA, Y. (ed.) **Epizootiology of insect diseases**. New York: Wiley-interscience, 1987. 555p.
- GLAGLIUMI, P.; MARQUES, E.J.; VILAS BOAS, A.M. Contribuição ao estudo da cultura e aplicação de *Metarhizium anisopliae* (Metsch). Sorok. no **Controle**

- da cigarrinha-da-folha (*Mahanarva posticata*, Stal) no Nordeste do Brasil. Pernambuco: CODECAP, 1974. 54p. (Boletim Técnico, 3).
- ROBERTS, D.W. World picture of biological control of insects by fungi. **Memória do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.84, n.3, p.89-100, 1989. Suplemento.
- ROBBS, C.F. Combate biológico por intermédio de microorganismos. Primeiro Simpósio Brasileiro sobre Controle Biológico. **Boletim do Instituto de Ecologia e Agricultura**, Rio de Janeiro, v.21, p.41-46, 1962.
- VIÉGAS, A.P. Um amigo do fazendeiro *Verticillium lecanii* (Zimm.) Comb., o causador do halo branco de *Coccus viridis* (Green.). Campinas: IAC, 18p. 1939a. (Boletim Técnico, 69).
- VIÉGAS, A.P. *Empusa dysderci* n.sp., um novo parasita de *Dysdercus*. **Jornal de Agronomia**, Piracicaba, v.2, p.229-258, 1939b.
- VILLAS BOAS, A.M.; ALVES, S.B. Patogenicidade de *Beauveria spp.*, e o seu efeito associado ao inseticida monocrotophos sobre *Castnia licus* (Drury). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., 1987, Campinas, **Resumo**. Porto Alegre: Sociedade Entomológica do Brasil, 1987. p.198.