



O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil

Situação atual e perspectivas

Os primeiros testes com fungos que infectam insetos, também chamados de fungos entomopatogênicos, foram realizados pelo russo Metschnikoff no final do século XIX, quando avaliou o potencial de *Metarhizium anisopliae* para o controle de uma espécie de besouro. Somente um século depois os primeiros resultados práticos começaram a surgir, havendo atualmente vários inseticidas biológicos à base de fungos (micoinseticidas) em comercialização em diferentes países. No Brasil, a produção massal de fungos entomopatogênicos é tradicionalmente realizada com o

o ingrediente ativo dos micoinseticidas (Figura 2).

No último ano agrícola, as quatro maiores empresas brasileiras do setor processaram algo em torno de 155 toneladas de arroz. Na tabela 1, tem-se uma estimativa da área tratada para o controle de diferentes insetos-praga. Além disso, universidades, institutos de pesquisa e algumas usinas de cana-de-açúcar e fazendas produtoras de látex - neste caso para consumo próprio - também produzem os fungos *M. anisopliae* e *Sporothrix insectorum*, sendo o volume de arroz processado ao ano estimado em 23 toneladas (Alves & Pereira 1998). É provável que o

Tabela 1. Área tratada com fungos entomopatogênicos produzidos pelas quatro maiores empresas brasileiras do setor

| Cultura | Praga | Fungo | Área (1000 ha) |
|----------------|--------------------|-------------------------------|----------------|
| Pastagens | Cigarrinhas | <i>Metarhizium anisopliae</i> | 86,5 |
| Cana-de-açúcar | Cigarrinhas | <i>Metarhizium anisopliae</i> | 12,9 |
| Mamão | Ácaros | <i>Beauveria bassiana</i> | 4,9 |
| Café | Broca-do-café | <i>Beauveria bassiana</i> | 1,1 |
| Citrus | Cochonilha ortézia | <i>Beauveria bassiana</i> | 0,6 |
| Horticultura | Diversas | <i>Beauveria bassiana</i> | 0,3 |
| Seringueira | Percevejo-de-renda | <i>Sporothrix insectorum</i> | 1,6 |
| TOTAL | | | 107,9 |

Marcos Rodrigues de Faria
Pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Parque Estação Biológica - Brasília-DF
faria@cenargen.embrapa.br

Bonifácio Peixoto Magalhães
Pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Parque Estação Biológica - Brasília-DF

emprego de arroz cozido como substrato. Após a colonização do arroz pelo microrganismo, a mistura “arroz + fungo” é triturada e comercializada na forma de pó-molhável. Alternativamente, a mistura “arroz + fungo” é vendida sem trituração, ficando a cargo dos produtores rurais a tarefa de lavar o substrato com água para remoção dos esporos (Figura 1). Os esporos são “sementes” do fungo que funcionam como unidades infectivas e constituem

volume de micoinseticidas em comercialização em nosso país, considerando ainda as produções de empresas de menor porte, resulte no tratamento anual de 120, 150 mil hectares. Os números são bastante modestos, sobretudo quando comparados com inseticidas químicos ou mesmo com produtos biológicos como o Dipel e Thuricid (constituídos de esporos e toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* como ingredientes ativos e destinados exclu-

sivamente ao controle de lagartas), mas o contexto atual mostra-se favorável ao crescimento do mercado de micoinseticidas.

O caso mais conhecido é o emprego, na região Nordeste, do fungo *M. anisopliae* para o controle da cigarrinha-da-folha da cana-de-açúcar, *Mahanarva posticata*. A cana-de-açúcar ocupa, na região, cerca de 1 milhão de hectares e o momento favorável vivido pelo setor sucro-alcooleiro poderá impulsionar a utilização de micoinseticidas. Tem-se observado nessa lavoura, no estado de São Paulo, onde a área dos canaviais ultrapassa 2 milhões de hectares, uma maior incidência da cigarrinha-da-raiz.. O referido estado já tem hoje cerca de 600 colheiteiras em ação, muito embora apenas 25% dos canaviais paulistas estejam sendo abrangidos pela colheita mecanizada da cana crua (Bezerra & Guimarães, 2001). Como no último caso não se faz a queimada, os problemas causados pela cigarrinha-da-raiz tendem a agravar-se à medida que os bóias-frias sejam substituídos por máquinas. Tem-se sugerido a adoção de 5 ninfas desse inseto por metro linear como nível de controle (J.E.M. Almeida, comun. pessoal). Em ensaio de campo, aplicações de, aproximadamente, $2,0 \times 10^{12}$ esporos do *M. anisopliae* por hectare, nos meses de novembro, dezembro e janeiro, mantiveram a população de ninfas abaixo daquele limiar (Batista Filho *et al.*, 2001). No mesmo teste, o número de cigarrinhas-da-raiz na testemunha chegou a 14,5 ninfas por metro linear.

A demanda por parte de pecuaristas tecnificados da região Centro-Oeste por micoinseticidas à base do fungo *M. anisopliae* para o controle da cigarrinha-das-pastagens é uma realidade. A região dos Cerrados apresenta cerca de 48 milhões de hectares de pastagens (Macedo, 1995), mais da metade ocupados por *Brachiaria decumbens*, altamente susceptível a esse grupo de insetos. Mais de 80% das vendas de micoinseticidas no Brasil, são destinadas ao controle dessas pragas. Vale a pena ressaltar que ataques da cigarrinha-da-raiz *M. jimbriolata* têm sido



Figura 1. Micoinseticidas: (a) pó-molhável, triturado antes da comercialização; (b) arroz puro (esquerda) e mistura “arroz + fungo” em grãos de arroz (direita), a qual deve ter os esporos separados do arroz antes de adicionados ao tanque do pulverizador. (Fotos de Cláudio Bezerra)

registrados em pastagens de alguns estados brasileiros, o que pode aumentar ainda mais a procura por micoinseticidas nesses agroecossistemas. O interesse recente pela pecuária orgânica, explicado em parte pelo pavor da população européia com o mal da vaca louca e da febre aftosa, também aponta para uma maior demanda de fungos para emprego no manejo das pragas das pastagens.

O fungo *Beauveria bassiana* é empregado em escala comercial em alguns países, entre eles os Estados Unidos e o México. Volumes consideráveis desse fungo foram comercializados no Brasil para o controle de ácaros do mamão e da broca-do-café, além de um volume menor ter sido destinado ao controle de cochonilhas (ver Tabela 1). Esse fungo tem-se mostrado igualmente eficiente no controle de cupins, muito embora, do ponto de vista comercial, ainda seja desejável o desen-

volvimento de metodologias de aplicação de maior praticidade. Apresenta ainda potencial para o controle de pragas como o moleque-da-bananeira e a mosca branca. Para o moleque-da-bananeira, os esporos do fungo podem ser associados a iscas à base de pseudocaule da bananeira para uso em pequenas propriedades, como já ocorre no estado de São Paulo.

Outro caso interessante é o emprego do fungo *S. insectorum* para combate de ninfas e adultos do percevejo-de-renda da seringueira, *Leptopharsa heveae*. Empresas produtoras de látex no estado de Mato Grosso vêm usando o fungo *S. insectorum* desde a década de 80. As percentagens de mortalidade observadas sob condições de campo são variáveis, superior a 90% no estado do Amazonas e de 80% no estado de São Paulo (Junqueira *et al.*, 1999). Com as dosagens $2,5 \times 10^{11}$ e $6,5 \times 10^{11}$ esporos/ha, a eficiência de controle, observada aproximadamente 30 dias após a aplicação, variou de 49% a 55% em ensaio realizado em Mato Grosso (Tanzini & Alves, 2001). É provável que o emprego de dosagens maiores

associadas a formulações adequadas possam aumentar o nível de controle em regiões ou períodos do ano com menor umidade relativa. O fungo *Hirsutella verticillioides* é outro patógeno empregado por esse setor para combater o percevejo-de-renda, com índices de controle atingindo 75% (Junqueira *et al.*, 1999). Conforme salientado pelos autores, existe dúvida quanto à correta identidade dessa espécie, já que o mesmo isolado foi identificado por outro especialista como sendo *Verticillium lecanii*. Alega-se ainda que o *S. insectorum* utilizado no combate ao percevejo-de-renda seria, na realidade, o fungo *Aphanocladium album* (Croisfelt *et al.*, 2001). Tais fatos demonstram a necessidade de estudos de caracterização molecular para a precisa diferenciação entre isolados fúngicos pertencentes a espécies taxonomicamente próximas, assim como de isolados dentro de uma mesma espécie.

O fungo *Cladosporium cladosporioides* é produzido em pequena escala para o combate a pulgões. Uma empresa do setor tabagista chegou a produzir esse fungo para o controle de pulgões do gênero *Myzus*, que atacam o fumo em cerca de 9 mil hectares ao ano. Esse programa foi recentemente desativado em função do estabelecimento do fungo nas áreas tratadas e de novos pacotes agrícolas em lavouras de fumo que minimizam o ataque de pulgões. Tal fungo é também oferecido por uma biofábrica de pequeno porte para o controle da mosca branca *Bemisia tabaci*, embora não existam trabalhos científicos atestando a eficiência do isolado empregado e da dosagem recomendada.

Após sete anos de pesquisas, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Embrapa Cerrados encontram-se num estágio bastante avançado visando à utilização do fungo *Metarhizium anisopliae*, variedade *acridum*, como bioregulador de populações de gafanhotos-praga. Taxas de redução populacional de bandos de ninfas do gafanhoto *Rhammatocerus schistocercoides* superiores a 80% têm sido obtidas sob condições de campo (Magalhães *et al.*, 2000). Embora desde 1992 o gafanhoto do Mato Grosso não tenha causado grandes preocupações aos agricultores, existe a possibilidade de que, no futuro, novos surtos ocorram. Se isso acontecer, as ninfas poderão ser combatidas de forma biológica, o que é muito importante, considerando-se que essa praga ocorre numa região sensível do ponto de vista ambiental, com a presença de inúmeras reservas indígenas.

Plantações de caju poderão ser tratadas com micoinseticidas à base do *M. anisopliae* var. *acridum* para combate ao gafanhoto *Stipbra robusta*, também conhecido como mané-magro, conforme estudos realizados por Vicentini (1999). Com respeito a essa cultura, a área plantada no Brasil é superior a 650.000 hectares, destacando-se a região Nordeste, responsável por 99% da produção nacional de castanha de caju, em sua maioria exportada. No estado de Minas Gerais, tem-se observado um ataque de diversas espécies de gafanhotos em milhares de hectares de pastagens, bem como em bananais no período seco do ano. Surto recente de gafanhotos em bananais foram igual-

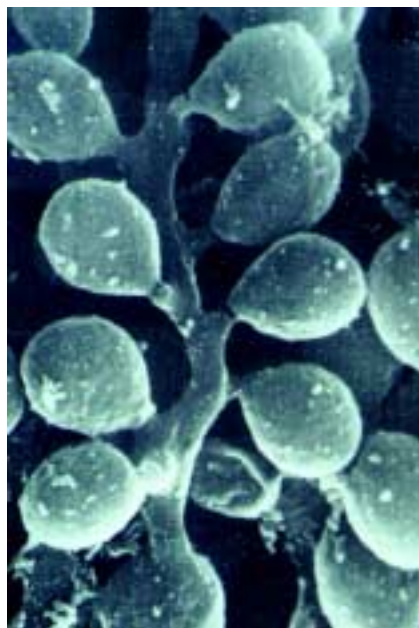


Figura 2. Ramificação do fungo *Beauveria bassiana*, mostrando um conjunto de esporos. Estes, ao entrarem em contato com a superfície corporal do inseto dão início ao processo infeccioso que resulta na sua morte. Aumento de aprox. 60.000 vezes (Foto cedida pelos autores)

mente observados no Rio Grande do Norte.

Na América do Norte e Europa, fungos como *Paecilomyces fumosoroseus* e *Verticillium lecanii* são empregados em escala comercial em cultivos protegidos, esses em franca expansão em nosso país. Juntamente com *B. bassiana*, são registrados para o combate em casa-de-vegetação de insetos-praga como as moscas brancas (*Bemisia tabaci* e *Trialeurodes vaporariorum*), pulgões, tripes e cochonilhas da família Pseudococcidae.

Em um futuro próximo espera-se uma verdadeira explosão da agricultura alternativa nos países em desenvolvimento. Atualmente, a área cultivada com agricultura orgânica na Europa é superior a 2 milhões de hectares, ao passo que, no Brasil, esse número é de apenas 100 mil hectares (Darolt, 2001). Embora os problemas com pragas em ambientes orgânicos costumem ser menos intensos, aquelas que surgem durante o período de conversão e após este devem ser controladas com métodos naturais, onde os bioinseticidas

poderão desenvolver um papel de destaque.

Quanto aos métodos de produção de fungos entomopatogênicos comercializados ou em vias de ser comercializados no Brasil, foram desenvolvidos no início do século passado e aqui introduzidos na década de 60, baseando-se no emprego de arroz ou outros cereais como substrato. Nos Estados Unidos, a empresa Emerald BioAgriculture – antiga Mycotech – tem capacidade instalada para uma produção anual de $5,0 \times 10^{18}$ esporos do fungo *B. bassiana* (Lord, 1997), suficiente para o tratamento anual de 1 milhão de hectares se considerada uma razão de $5,0 \times 10^{12}$ unidades infectivas/ha. A produção é obtida através de fermentação bifásica, onde o inóculo produzido em meio líquido é transferido para uma cama de substrato semi-sólido, rica em amido. Com cinco vezes mais funcionários que uma similar brasileira, a empresa americana produzia, até há pouco tempo, um volume de fungo 100 vezes maior, demonstrando que as empresas nacionais podem evoluir bastante em termos de eficiência.

Micoinseticidas à base de *M. anisopliae* e *B. bassiana* produzidos no Brasil, quando não subsidiados, são normalmente vendidos ao preço médio de R\$ 40,00 a R\$ 50,00 por hectare. Ainda falta aos micoinseticidas brasileiros maior padronização quanto à quantidade de esporos. Por exemplo, para o controle de cigarrinhas, a quantidade de esporos recomendada pelas empresas varia de aprox. $2,0 \times 10^{11}$ a $5,0 \times 10^{12}$ esporos/ha. Isso significa que algumas biofábricas recomendam a aplicação de 500g da mistura “arroz + esporos” por hectare, ao passo que outras recomendam até 10kg. Obviamente que parte dessa diferença poderia ser atribuída à virulência dos ingredientes ativos, mas, na maioria dos casos, não foram realizados testes criteriosos em laboratório e em campo para a determinação das dosagens adequadas para cada um dos modelos ingrediente ativo-praga.

A qualidade dos micoinseticidas disponíveis no Brasil pode ser incrementada de forma considerável, já que não são formulados, ou seja, são vendidos tal qual são produzidos, sem nenhum tratamento posterior ou adição de substâncias que lhes assegurem melhorias na eficiência de controle,



Figura 3. MicoInseticidas comercializados em outros países para uso em casa-de-vegetação: (a) Mycotal, à base de blastosporos do fungo *Verticillium lecanii*, é comercializado para o controle de ninfas de moscas brancas e tripes, sendo recomendada a sua associação com óleo emulsionável (ver galão); (b) PFR-97, à base de blastosporos de *Paecilomyces fumosoroseus*, é comercializado na forma de grânulos dispersíveis em água, sendo também indicado para o controle de moscas brancas. (Fotos de Cláudio Bezerra)

capacidade de armazenamento ou praticidade de manuseio, ou de qualquer outro critério que resulte em vantagem em relação ao produto bruto. Os produtos são ainda rústicos, pouco práticos em alguns casos (ex: exigência de lavagem) e em outros podendo causar o entupimento de bicos dos pulverizadores devido à elevada proporção de

inertes, principalmente quando são empregados baixos volumes de aplicação. Outro problema com os micoInseticidas nacionais diz respeito à pequena sobrevida, devendo ser usados em, no máximo, 30 dias após produzidos, quando armazenados à temperatura ambiente e em local sombreado. Isso faz com que as vendas ocorram quase que, exclusivamente, sob encomenda, restringindo de forma considerável seu potencial mercadológico. Por sua vez, os bons micoInseticidas sob comercialização em outros países apresentam maior concentração de ingrediente ativo, maior sobrevida (alguns produtos podem ser armazenados por mais de 8 meses à temperatura ambiente) e praticidade (são formulados na forma de GDA - grânulos dispersíveis em água – ou de óleos emulsionáveis, por exemplo, podendo ser adicionados diretamente ao tanque do pulverizador, não havendo necessidade de lavagem prévia ou riscos de entupimento dos bicos) (Figura 3).

Avanços na qualidade dos micoInseticidas abrirão nichos antes não vislumbrados. A pressão crescente da sociedade por alimentos mais saudáveis, a conscientização de profissionais do setor agropecuário brasileiro quanto às adversidades causadas pelo uso abusivo de agrotóxicos e quanto à necessidade de inclusão do controle biológico em estratégias de manejo de resistência de insetos-praga, a implantação de legislações cada vez mais restritivas ao emprego de produtos químicos, a expansão da agricultura orgânica e do cultivo protegido, entre outros fatores, traduzir-se-ão, nos próximos anos, em demanda consideravelmente maior à atualmente observada. Resta às biofábricas investir na constante melhoria de seus produtos.

Referências bibliográficas

ALVES, S.B. & PEREIRA, R.M. Produção de fungos entomopatogênicos. In: S.B. Alves (ed.), **Controle Microbiano de Insetos**, 2ª ed., p. 845-869. Piracicaba, FEALQ, 1998.

BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; SANTOS, A.S., MACHADO, L.A. & ALVES, S.B. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mabamarva fimbriolata* (Hom.: Cercopidae). In: **Livro de resumos do Simpósio de Controle Biológico**, p.

223. Poços de Caldas, UFL/Embrapa, 2001.

BEZERRA, J.A. & GUIMARÃES, O. Bola na rede. **Globo Rural**, 188: 40-46, 2001.

CROISFELTS, P.; CORREIRA, A.C. do B. & C. PANIZZI. Crescimento micelial, esporulação e viabilidade dos conídios de *Aphanocladium album* patógeno do percevejo-de-renda da seringueira, em meios de cultura. In: **Livro de resumos do Simpósio de Controle Biológico**, p. 152. Poços de Caldas, UFL/Embrapa, 2001.

DAROLT, M.R. Estado e característica atual da agricultura orgânica no mundo. **Revista Brasileira de Agropecuária**, 9: 44-48, 2001.

JUNQUEIRA, N.T.V.; PINHEIRO, E.; ALVES, R.T.; CELESTINO FILHO, P.; PEREIRA, A.V.; OLIVEIRA, M.A.S.; FIALHO, J.F. & GASPAROTTO, L. Controle biológico do percevejo-de-renda (*Leptopharsa heveae* Drake & Poor) em seringais de cultivo. **Circular Técnica nº 3**, 30p. Planaltina, Embrapa Cerrados, 1999.

LORD, J. Mycotech receives EPA registration of improved *Beauveria bassiana* products. **SIP Newsletter**, 29: 19-20, 1997.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisas para desenvolvimento sustentado. In: **Anais do Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: pesquisas para o desenvolvimento sustentável**, p. 21-62. Brasília, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995.

MAGALHÃES, B.P.; LECOQ, M.; FÁRIA, M.R. de; SCHMIDT, F.G.V. & GUERRA, W.D. Field trial with the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* against bands of the grasshopper *Rhammatocerus schistocercoides* in Brazil. **Bio-control Science and Technology**, 10: 427-441, 2000.

TANZINI, M.R. & ALVES, S.B. Utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de *Leptopharsa heveae* (Hem.: Tingidae) na cultura da seringueira. In: **Livro de resumos do Simpósio de Controle Biológico**, p. 442. Poços de Caldas, UFL/Embrapa, 2001.

VICENTINI, S. Ecologia do gafanhoto *Stiphra robusta* (Orthoptera: Proscopiidae) e seu controle biológico com o fungo entomopatogênico *Metarhizium flavoviride* (Hyphomycetes). **Tese de Doutorado**, Universidade de Brasília, 138p. 1999.