13 Comercialização de Agentes Microbiológicos para Controle de Pragas. Experiências de Países da América Latina

Deise Maria Fontana Capalbo

Introdução

A agricultura moderna enfrenta desafios econômicos e ambientais que impulsionam os processos produtivos para a adoção de princípios de conservação dos ecossistemas naturais. Nessa nova realidade, não se pode depender unicamente do uso de produtos de origem química para o controle de insetos, doenças e plantas invasoras dos cultivos, sendo por isso necessário um enfoque integrado para manejo das culturas.

Nesse contexto de manejo integrado, o desenvolvimento e a utilização de produtos biológicos merecem destaque, especialmente, aqueles à base de insetos benéficos e microrganismos.

Alguns exemplos de programas integrados de controle, realizados no século 20, na América Latina, podem ser lembrados (VARON, 2005):

- Controle da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) – com o desenvolvimento da criação massal de insetos benéficos (*Trichogramma* spp., *Paratheresia* spp., *Metagonistylum minens),* em países como Brasil, Colômbia, Peru, Cuba;

- Controle da broca-do-café – pelo uso de insetos benéficos (como *Cephaolonomia stephanoderis)* e uso de fungos (como *Beuaveria bassiana* e *Metarhyzium anisopliae)*, no Brasil e na Colômbia;
- Controle de *Heliotis* sp. e *Alabama arguilacea,* em cultivo de algodão – pela aplicação massal de *Trichogramma* spp. na Colômbia, reduzindo o número de aplicações de pesticidas químicos de 25 para 4 a 6, apenas. Essa tecnologia expandiu-se para outros cultivos como soja, fumo, milho, tomate e hortaliças em países como Equador, Venezuela, Costa Rica, Guatemala;
- Controle de doença causada por *Rhyzoctonuia solani,* em arroz, tabaco, batata – com o desenvolvimento da produção massal de *Trichoderma* sp. Estimativa de produção atual ao redor de 25.000 kg por ano apenas para aplicações em tratamento de sementes de arroz;
- Programa de controle da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis)* - com *Baculovirus anticarsia,* iniciado nos anos 70, no Brasil – maior programa mundial de controle de insetos com vírus.
- Controle de vetores de doenças para humanos – desenvolvimento de produção massal de produtos à base de bactérias, em especial, *Bacillus thuringiensis* e *Bacillus sphaericus.*

Já neste início deste século, os esforços continuam na linha de manejo integrado, com produtores de flores utilizando massivamente *Dygliphus* sp., para controle de *Liriomyza* sp., empresas reflorestadoras testando o controle de *Glena bisulca* com *Telenomus alsophilae* em conjunto com o de produtos à base de *Bacillus thuringiensis.*

Segundo informações de Fernandez-Larrea[1] o mercado de produtos microbianos está composto das seguintes parcelas:

[1] Comunicação pessoal de Orietta Fernandez-Larrea, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal - Cuba à autora em maio de 2005.

Produtos à base de microrganismos	US$ 300 milhões
Feromônios	US$ 60 milhões
Produtos bioquímicos	US$ 40 milhões
Insetos benéficos	US$ 40 milhões

O uso e a aplicação de insetos e microrganismos para controle de pragas, não obstante os vários exemplos apresentados, não atingiram a expectativa de mercado prevista no século 20 por alguns autores (LYSANSKY; COOMBS, 1992, 1994), representando menos de 2% do mercado mundial de pesticidas.

Nos próximos itens, abordaremos alguns dos fatos e motivos relacionados ao mercado latino-americano dos produtos de origem microbiana, em especial, aqueles à base de bactérias.

Microrganismos no Controle Biológico de Insetos-praga

Vários são os casos de microrganismos com sucesso notável de uso para controle de pragas agrícolas, como resultado dos esforços para se atingir bons processos de produção e formulação. As bactérias são, atualmente, os agentes de controle biológico mais promissores. Mais de cem espécies de bactérias já foram descritas infectando insetos. Algumas são, inclusive, produzidas comercialmente, entre elas: *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), *Bacillus sphaericus* (*Bs*) e *Bacillus moritai* (AIZAWA, 1990; IGNOFFO; ANDERSON, 1979; KHETAN, 2001; MORAES et al., 2001b; REGIS et al., 2001). Outras como *Bacillus popilliae*, agente causador da enfermidade leitosa em larvas de escarabeídeos, têm sido comercializadas, mas sua disponibilidade no mercado é limitada.

A bactéria *B. thuringiensis* é conhecida desde 1915, sendo essa espécie a mais utilizada mundialmente como biopesticida. Essas bactérias são altamente eficientes contra algumas pragas agrícolas e vetores de doenças, sendo mais utilizadas em países desenvolvidos, onde são feitos maiores investimentos no

desenvolvimento de produtos. Tamez-Guerra et al. (2001) indicam que dos 140 milhões de dólares anuais comercializados em produtos à base de *Bt* , 50% são referentes à comercialização nos Estados Unidos e Canadá.

O tópico de processos de produção foi abordado por outros autores neste livro, não necessitando maior detalhamento. Apenas gostaríamos de deixar algumas sugestões de leitura complementar para aqueles que desejam maiores detalhes sobre:

- Seleção, multiplicação em pequena escala e estudos básico: Alves (1998).
- Processos de produção em larga escala: Bernhard e Utz (1993) e Couch (2000).
- Escolha de substrato e opções de fontes de carbono, nitrogênio e sais: Del Bianchi et al. (2001), Arruda (1999), Moraes e Capalbo (1985) e por Aranda, Lorence e Trejo (2000).
- Parâmetros de produção: Moraes, Capalbo e Arruda (1998, 2001a).
- Tipos de reatores para processo de produção, controle e monitoramento desses processos, parâmetros mais importantes e sua forma de acompanhamento: Arruda e Moraes (2003), Capalbo e Moraes (1997), Moraes, Capalbo e Arruda (1998).

É notável o esforço realizado em alguns países latino-americanos para desenvolver tal produção massal de bactérias e seus derivados por fermentação líquida ou semi-sólida.

A produção industrial de *Bt,* apesar desses esforços, é dominada por grandes companhias multinacionais que cobrem mais de 70% do mercado mundial. Segundo Aranda, Lorence e Trejo (2000), nos países menos desenvolvidos, o custo elevado dos bioprodutos (por serem importados), aliado à falta de conhecimento de manejo de pragas, é o fator determinante para que haja limitação de aplicação de controle microbiano de pragas. Dessa forma, essa

autora também estima que a pequena produção local, próxima aos pontos onde serão utilizados os produtos, poderá diminuir as despesas de transporte, reduzindo conseqüentemente os custos do produto.

Outra oportunidade importante é a de ser explorada a diversidade local de cepas bacterianas com características entomopatogênicas que favorecem o controle mais específico das pragas regionais. Além disso, há um aspecto socioeconômico de destaque que é a geração de empregos e o desenvolvimento tecnológico devido à instalação de plantas industriais de fermentação. A pequena produção local também é adequada por controlar pragas em colheitas com produção de alto custo e área cultivada pequena, para pragas regionais específicas e/ou para as etapas iniciais de um programa de MIP.

Produção de bactérias na América Latina

A competência científica, estabelecida na maioria dos países latino-americanos citados anteriormente, a existência de cepas bem adaptadas às necessidades de controle de pragas e a integração entre grupos multidisciplinares no desenvolvimento de alternativas específicas a cada ambiente parecem indicar que o ponto crítico para o atingimento do maior uso de controle microbiano na agricultura está na transposição para o setor produtivo. Esse passo importante depende, entretanto, do fortalecimento da confiança no produto por parte dos usuários e, também, da maior confiança no mercado por parte da iniciativa privada. A integração da produção com as demandas locais por sistemas de manejo parece ser a meta para estabelecer a escala desejável – isso pode ser atingido com uma escala de produção menor que a de países industrializados.

O controle de qualidade nas menores escalas de produção tem sido como um diferencial significativo. O mercado só poderá ser ampliado se um produto competitivo em preço e em qualidade e com continuidade de oferta for obtido.

Dent e Waage (2000) apontam várias razões para o baixo volume de mercado dos biopesticidas, além dos vários já apontados: a falta de proteção dos

novos isolados microbianos por lei, como a de patentes; a comercialização de produtos de baixa qualidade que levou à descrença o processo de controle de pragas pela pouca eficiência de alguns produtos; o uso de modelo inadequado de desenvolvimento e comercialização de biopesticidas. Segundo os autores, o modelo mais adequado é o modelo (d) da Figura 1, pois os produtos microbianos são específicos em relação a seus alvos com vida de prateleira relativamente baixa, sendo mais apropriado produzi-los sob demanda para pequenos mercados locais ou regionais.

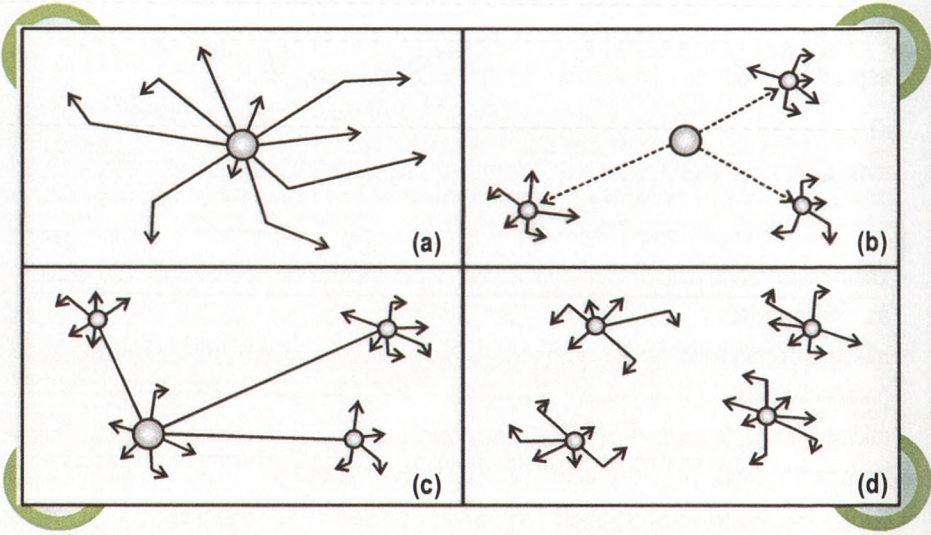

Figura 1. Modelo de produção e comercialização de pesticidas: (a) uma indústria produz em determinado local e distribui globalmente; (b) uma indústria subcontrata produção e comercialização e vende em diversos locais; (c) uma indústria comercializa mediante *franchising* a produção e comercialização em diversos mercados; (d) várias indústrias produzem e comercializam regionalmente.

Um levantamento dos estudos realizados em cinco países da América Latina e os relatos sobre a escala de produção atingida em cada um deles são apresentados a seguir, visando identificar oportunidades para o controle biológico e dificuldades comuns a esses países.

No Brasil, vários estudos estão sendo desenvolvidos por pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa, abordando desde o isolamento e caracterização de cepas nativas brasileiras até a produção em escala-piloto e industrial utilizando substratos adequados à realidade nacional e expectativas de mercado regional. A vantagem comparativa entre pequena produção local e larga escala, bem como as escalas que se têm mostrado adequadas parecem concorrer para escalas de produção mediana, com objetivo de atingir mercados específicos. No cenário nacional, destacam-se iniciativas de empresas privadas associadas a institutos de pesquisa, desenvolvendo produtos para controle de pragas agrícolas e de vetores de importância para a saúde humana.

No México, estudos vêm sendo realizados pelos grupos de pesquisa do CINVESTAV, da Universidad Autônoma de Nuevo Leon e Universidad Nacional Autônoma de México, permeando temas como isolamento, seleção de cepas, mecanismos de ação, genética microbiana e produção em fermentação submersa. O processo de produção em estado sólido foi considerado interessante para o desenvolvimento de produção de cepas nativas mexicanas, em sistemas denominados *rurais locais*, onde a pesquisa poderia interagir mais diretamente com os produtores. Os substratos sugeridos são resíduos agroindustriais disponíveis na região (quirera de arroz, bagaço da cana-de-açúcar, farelo de milho ou de soja).

No Peru, os estudos são liderados por pesquisadores da Universidade Peruana Cayetano Heredia e do Instituto Medicina Tropical Alexander von Humboldt. *Bt* variedade *israelensis* vem sendo produzido em meio contendo coco, mandioca e aspargos, por processo artesanal, local, em meio líquido, para controle de alguns vetores de doenças tropicais que se desenvolvem em poços artificiais. Como em outros países latino-americanos, um cuidado especial é tomado com o controle de qualidade dos produtos obtidos. A chave para o sucesso desse processo é a participação da comunidade no programa.

Os estudos, **na Argentina**, sobre aspectos da fermentação e produção de Bt, vêm sendo realizados por pesquisadores da Universidad Nacional de La Plata e pelo Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA) que adaptaram e, em alguns casos, desenvolveram tecnologia para produzir *Bt* visando controlar lepidópteros, pragas de culturas. Foi desenvolvido o pacote tecnológico completo para a produção, avaliação e emprego desse bioinseticida, meios de cultivo líquidos, levando em consideração a disponibilidade contínua desse material e sua homogeneidade e qualidade. O resultado desses trabalhos foi um bioinseticida formulado como pó molhável, de muito baixo custo de produção e cuja estabilidade e eficiência foi comprovada em estudos de laboratório e de campo.

A produção em **Cuba** (Figura 2), com resultado bastante interessante devido ao sistema em que são produzidos e utilizados (pequena a média escala, visando à diversificação de culturas com uso de cepas específicas), demonstra que, para a realidade daquele país, a meta pode ser atingida com pequena produção regional (FERNÁNDEZ-LARREA, 1993, 1999, 2001, 2002).

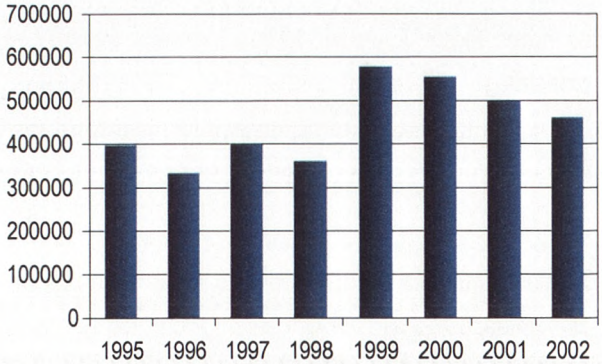

Figura 2. Uso de *Bacillus thuringiensis*, em Cuba (em litros de produto fermentado)[1] .

[1] Comunicação pessoal de Orietta Fernandez-Larrea, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal - Cuba à autora em maio de 2005.

Nas pequenas plantas de produção, alguns cuidados devem ser tomados pelos técnicos de supervisão: controle de qualidade (especialmente padronização e prevenção de contaminação microbiana); formulação (eficiência e eficácia); descarte no ambiente (possível atividade contra organismos não-alvo, persistência; disseminação); regulamentação (diretrizes para registro). Também a elaboração de um manual de utilização do biopesticida é recomendável: o fato de a ação do pesticida biológico ser diferente da atuação do inseticida químico levou alguns produtores rurais ao descrédito esse produto. (MORAES; CAPALBO; ARRUDA, 1998; MORAES et al., 2001b).

Reflexão e Considerações finais

Na década de 1980, os propósitos da pesquisa sobre bactérias entomopatogênicas concentravam-se no conhecimento da estrutura e no modo de ação desses microrganismos. A partir dos anos 90, as pesquisas buscam conhecer como os produtos à base de *Bt* interagem com o ambiente, fortalecendo os fundamentos para um uso ecologicamente seguro desses produtos. Esses trabalhos têm enfoque fortemente inter e multidisciplinar.

Na produção de pesticidas bacterianos eficazes, a multidisciplinaridade é fundamental para a etapa do processo fermentativo de produção e também na obtenção de um bom espalhamento da formulação, adequada taxa de propagação do agente, boa virulência e estabilidade do produto no campo, baixo custo de produção como também estabelecimento de medidas de biossegurança.

Diante do grande potencial de aplicação de bactérias entomopatogênicas para controle de insetos que causam danos à produção agrícola e à saúde pública, da sua utilização crescente em outros continentes e da simplicidade dos processos de produção aqui apontados, que não requerem tecnologia sofisticada, a produção de pesticidas bacterianos na América Latina pode ser considerada ainda incipiente. Á exceção de Cuba, onde o estabelecimento de um programa de

produção em rede foi motivado pelos altos custos da importação de produtos para o controle de pragas, o que existe em outros países são iniciativas pontuais, geralmente, de grupos isolados de pesquisadores conscientes das vantagens e da viabilidade de produção e uso desses produtos em substituição aos inseticidas químicos.

Uma reflexão sobre os motivos da utilização ainda limitada dos pesticidas bacterianos na América Latina é importante para orientar ações com a finalidade de ampliar seu uso e estimular a produção local. Podem ser apontados como fatores limitantes à expansão do uso de produtos microbianos e, com certa segurança, pode-se extrapolar essas conclusões para outros produtos biológicos: o desconhecimento das vantagens e da facilidade de uso operacional, a pressão de venda exercida pela indústria de pesticidas químicos; a cultura de confiança nos inseticidas sintéticos, bem como o desconhecimento da relação positiva custo/benefício (apesar de o preço dos produtos serem altos em alguns casos, os resultados são muito positivos especialmente quando se considera a segurança ambiental e do ser humano).

Do ponto de vista da produção de pesticidas bacterianos na América Latina, constata-se a existência de bons produtos, competitivos quanto à eficiência e quanto à qualidade em relação aos produtos disponíveis no mercado internacional, desenvolvidos por grupos competentes de pesquisadores. O ponto crítico parece ser a transposição para o setor produtivo, um passo que depende do fortalecimento da confiança no produto por parte dos usuários e, também, no mercado, por parte da iniciativa privada. Assim, o escalonamento de processo, viável para produção de bactérias, parece ser restritivo para o aumento de escala de porte industrial para o caso de fungos e principalmente limitante para produção de vírus.

Em relação à necessidade de estabilidade durante armazenamento e nas condições de campo, sabe-se de vários estudos envolvendo formulações promissoras. Para o caso de fungos, esse tópico é especialmente limitante. Para

baculovírus e bactérias formadoras de esporos, não obstante importância de formulação para estabilidade de armazenamento, o princípio ativo é mais estável e requer temperaturas mais amenas do que os fungos para os quais a condição de refrigeração é geralmente imperativa.

São mencionadas, com freqüência, entre os fatores de desestímulo à produção de biopesticidas, as exigências de registro que são: caras, demoradas de se obter e muito complexas. Isso indica que devem ser redobrados os esforços para que as avaliações sejam mais simples e, conseqüentemente, mais baratas para tais produtos biológicos, por serem menos danosos ao ambiente.

Como possibilidades para o processo de geração do produto à base de bactérias entomopatogênicas, a produção local de menor escala desponta como uma opção interessante para a América Latina. Pode-se facilmente relacionar várias vantagens que resultam da produção local de inseticidas microbianos, em pequena ou média escala, nos países em desenvolvimento: *estabilidade* – redução do risco de perda de toxicidade pelo transporte e armazenamento por períodos prolongados em temperaturas variáveis; *formulações* – a produção local permite o desenvolvimento de formulações adequadas às condições ambientais locais específicas e aos insetos-alvo naquela região; *biodiversidade* - a produção local explora a oportunidade de os microrganismos locais naturais serem utilizados em todo o País; *ambientalmente correto* – as plantas de produção utilizariam resíduos agroindustriais locais como substrato, o que resulta na diminuição da contaminação ambiental e também dos custos de produção. Outro ponto de destaque é a economia de recursos financeiros por dispensar a importação de pesticidas.

Há inúmeras possibilidades de programas de cooperação na América Latina que podem ser apontadas, como o desenvolvimento de novos processos fermentativos (FSS, produção artesanal; impactos ambientais de biopesticidas; desenvolvimento de metodologias e estudos para apoiar decisões de políticas públicas). Essa interação é estimulante, e a troca de experiências entre países

com grau de desenvolvimento semelhante traz o benefício do baixo custo, aliado e alinhado às prioridades dos fundos de financiamento científico e tecnológico dos países.

No âmbito de colaboração multiinstitucional envolvendo grupos de pesquisas do México, Brasil, Colômbia, Argentina, Chile, Costa Rica e Espanha, está em desenvolvimento um projeto coordenado pelo Instituto de Biotecnología da UNAM em Cuernavaca no México com o objetivo de identificar cepas latino-americanas com alto nível de toxicidade contra pragas da agricultura e culicídios vetores de doenças endêmicas de grande importância na América Latina. Nesse projeto, cepas de *Bt* com elevada atividade larvicida contra mosquitos e contra *Spodoptera fugiperda* já foram selecionadas, algumas delas produzindo novas toxinas e atestando a importância de explorar a rica biodiversidade latino-americana em busca de novos agentes entomopatogênicos.

Certamente, poderemos chegar a melhores métodos de produção, utilização e aplicação das bactérias entomopatogênicas e suas toxinas, se buscarmos e desenvolvermos os estudos em cooperação entre países e com equipes multidisciplinares, a exemplo do grupo mencionado anteriormente.

Em complemento, uma íntima relação entre indústria, ciência, agricultores e governos permitirá o desenvolvimento do mercado para esses produtos que se prevê como de crescimento para um futuro muito próximo.

Referências

AIZAWA, K. Registration requirements and safety considerations for microbial pest control agents in Japan. In: LAIRD, M.; LACEY, L. A.; DAVIDSON, E. W. (Ed.). **Safety of microbial insecticides**. Boca Raton: CRC Press, 1990. p. 31-39.

ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163 p.

ARANDA, E.; LORENCE, A.; TREJO, M. R. Rural production of *Bacillus thuringiensis* by solid state fermentation. In: CHARLES, J. F.; DELECLUSE, A.; NIELSEN-LeROUX, C. (Ed.). **Entomopathogenic bacteria**: from laboratory to field application. Dordrecht: Kluwer Academic, 2000. p. 317-332.

ARRUDA, R. O. M. **Estudo da fermentação semi-sólida para produção de *Bacillus thuringiensis*.** 1999. 87 f. Tese (Doutorado)-Faculdade Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 1999.

ARRUDA, R. O. M.; MORAES, I. O. Pasteurização de substrato fermentativo com microondas. **Farmácia e Química,** v. 36, p. 28-33, 2003.

BERNHARD, K.; UTZ, R. Production of *Bacillus thuringiensis* insecticides for experimental and commercial uses. In: ENTWISTLE, P. F.; CORY, J. S.; BAILEY, M. J.; HIGGS, S. (Ed.). ***Bacillus thuringiensis*, an environmental biopesticide**: theory and practice. Chichester: John Wiley, 1993. p. 255-267.

CAPALBO, D. M. F.; MORAES, I. O. Use of agroindustrial residues for bioinsecticidal endotoxin production by *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* or *kurstaki* in solid state fermentation. In: ROUSSOS, S.; LONSANE, B. K.; RAIMBAULT, M.; VINIEGRA-GONZALEZ, G. (Ed.). **Advances in solid state fermentation.** Dordrecht: Kluver Academic, 1997. p. 475-482.

COUCH, T. L. Industrial fermentation and formulation of entomopathogenic bacteria. In: CHARLES, J. F.; DELECLUSE, A.; NIELSEN-LEROUX, C. (Ed.). **Entomopathogenic bacteria**: from laboratory to field application. Dordrecht: Kluwer Academic, 2000. p. 297-316.

DEL BIANCHI, V. L.; MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F. Fermentação semi-sólida. In: SCHMIDELL, W. et al. (Ed.). **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001. v. 2, p. 247-276.

DENT, D.; WAAGE, J. Wanted: investors in biological control. **Pesticide News**, v. 45, p.10-11, 2000.

FERNÁNDEZ-LARREA, O. **Norma de especificaciones para el control de la calidad de las producciones de BT**. La Habana: CEN Normas Cubanas, 1993. 6 p.

FERNÁNDEZ-LARREA, O. A review of *Bacillus thuringiensis* (Bt) production and use in Cuba. **Biocontrol News and Information**, London, v. 20, n. 1, p. 47-48, 1999.

FERNÁNDEZ-LARREA, O. V. Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de *Bacillus thuringiensis* berliner y su control de la calidad. In: TEMAS interesantes acerca del control micobiologico de plagas La Habana. La Habana: INISAV, 2001. p. 19-30.

FERNÁNDEZ-LARREA, O. V. Tecnologías de producción de *Bacillus thuringiensis*. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, Turrialva, n. 64 , p. 110-115, 2002.

IBARRA, J.; RINCÓN, M. D.; ORDUZ, S.; NORIEGA, D.; BENINTENDE, G.; MONNERAT, R.; REGIS, L.; OLIVEIRA, C. M. F.; LANZ, H.; RODRIGUEZ, M. H.; DÁNCHEZ, J.; PEÑA, G.; BRAVO, A. Diversity of *Bacillus thuringiensis* strains from Latin America with insecticidal activity against different mosquito species. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 69, n. 9, p. 5269-5274, 2003.

IGNOFFO, C. M.; ANDERSON, R. F. Bioinsecticides. In: PEPPLER, H. J.; PERLMAN, D. (Ed.). **Microbial technology**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1979. v. 1, p. 1-28.

KHETAN, S. K. **Microbial pest control**. New York: Marcel Dekker, 2001. 300 p.

LYSANSKY, S. G.; COOMBS, J. Technical improvements to biopesticides. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE PESTS AND DISEASES, 1992, Farnham. **Proceedings**. Farnham: British Crop Protection Council, 1992. p. 345-350.

LYSANSKY, S. G.; COOMBS, J. Developments in the market for biopesticides. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE PESTS AND DISEASES, 1994, Brighton. **Proceedings**. Brighton: British Crop Protection Council, 1994. p. 1049-1054.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F. The use of agricultural by-products as culture media for bioinsecticide production. In: LE MAUGER, M.; JELEN, P. (Ed.). **Food engineering and process applications**. London: Elsevier, 1985. p. 371-381.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; ARRUDA, R. O. M. Produção de bioinseticidas. In: SCHMIDELL, W. et al. (Ed.). **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001a. v. 3, p. 249-278.

MORAES, I. O.; ARRUDA, R. O. M.; TAMBOURGI, J. E.; MORAES, R. O.; PELIZER, L. H.; CAPALBO, D. M. F.; DEL BIANCHI, V. L. The history of *Bacillus thuringiensis* development in Brazil. In: ITALIAN CONFERENCE ON CHEMICAL AND PROCESS ENGINEERING, 2001, Florença. **Proceeding**. Florença: The Italian Association of Chemical Engineering, 2001b. v. 2, p. 1061-1063.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; ARRUDA, R. O. Produção de bactérias entomopatogênicas, In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 815-843.

REGIS, L.; SILVA-FILHA, M. H.; NIELSEN-LEROUX, C.; CHARLES, J. F. Bacteriological larvicides of dipteran disease vectors. **Trends in Parasitology**, Oxford, v. 17, n. 8, p. 377-380, 2001.

SILVA, S. M. B.; SILVA-WERNECK, J. O.; FALCÃO, R.; GOMES, A. C.; FRAGOSOS, R. R.; QUEZADO, M. T.; NETO, O. B. O.; AGUIAR, J. B.; DIAS, M. F. G.; BRAVO, A.; MONNERAT, R. Characterization of novel Brazilian *Bacillus thuringiensis* strains active against *Spodoptera frugiperda* and other insect pests. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 128, p. 102-107, 2004.

TAMEZ-GUERRA, P.; GALÁN-WONG, L. J.; MEDRADO-ROLDÁN, H.; GARCÍA-GUTIÉRREZ, C.; RODRÍGUEZ-PADILLA, C.; GÓMEZ-FLORES, R. A.; TAMEZ-GUERRA, R. S. Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización em México, **Ciência UANL**, Monterrey, v. 4, n. 2, p. 143-152, 2001.

VARON, U. Produção e comercialização de produtos biológicos na América Latina: a visão da iniciativa privada. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9, 2005, Recife. **Anais...** Recife: FIOCRUZ, 2005. p. 71.