

# Manejo integrado de pragas:revisão histórica e perspectivas

José M. Waquil  
Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG.

## Introdução

A história do homem na terra, desde seu início, tem sido acompanhada de uma procura constante por alimentos e de populações famintas que, por falta e/ou por má distribuição, vagam pelos seus territórios. Mesmo hoje, nem todas as pessoas estão conscientes da importância vital dos alimentos para a sobrevivência saudável do homem. Segundo dados da FAO, uma população pode ser considerada nutrida quando o consumo per capita de grãos seja em torno de 800 Kg/pessoa/ano. Com base nesse parâmetro, o Brasil tem produzido pouco mais da metade de sua necessidade e, se ainda descontarmos o exportado, ficamos numa posição ainda mais crítica. Obviamente vários fatores contribuem para essa escassez, mas, sem dúvidas, as pragas, considerando aqui insetos, patógenos e plantas daninhas, são responsáveis tanto pela redução da produtividade como pelo aumento de seus custos. Os problemas com as pragas são conseqüências diretas da descoberta e prática da agricultura. A mitigação desses problemas, mesmo com o uso de toda tecnologia hoje disponível, continua representando um verdadeiro "quebra-cabeça" para o homem.

## A Descoberta da Agricultura

Sem considerarmos o tempo geológico, a atividade agrícola é um fenômeno relativamente recente. Considerando-se os cinco bilhões de anos da terra como um dia de 24 horas; a evolução da fotossíntese, com 3,2 bilhões de anos, representaria 15,4 horas; a evolução dos insetos, com 350 milhões de anos, 1,7 horas; a evolução dos primeiros homídeos (Toumai), com sete milhões de anos, 2 minutos; a migração do homem para as Américas, com cerca de 50 mil anos, 0,9 segundo e a descoberta da agricultura, há cerca de 10 mil anos, apenas 0,2 segundo. Neste momento evolutivo a população humana total não passava de 15 milhões de pessoas, próximo à capacidade de suporte da terra (20 milhões), baseada apenas na coleta de alimentos e caça. As primeiras espécies a serem domesticadas pelo homem, no oriente próximo (hoje Irã, Iraque e Arábia Saudita), foram o cão e o trigo, incluindo: *Triticum monococcum* (3n), *T. diococcum* (4n) e *T. aestivum* (6n). Posteriormente foi domesticada também a cevada.

As conseqüências da descoberta da agricultura foram o suprimento contínuo de alimentos e a fixação do homem na terra. Paralelamente com seu desenvolvimento intelectual e tecnológico, ocorreram as formações de vilas. Com a organização social, foi fundada entre os anos 8350-7350 a.C., a cidade de Jericó, sendo esta a primeira cidade murada do mundo com cerca de 4 hectares. O arroz foi domesticado na Tailândia somente a partir do ano 6.000 e nas Américas os primeiros sinais de prática da agricultura como o uso do arado foi por volta de 3.000 a.C. Neste continente, foram domesticados o milho, o feijão e a batata, que hoje são espécies das mais utilizadas na alimentação humana em todo o mundo. Depois da descoberta da agricultura, em intervalos de aproximadamente dois mil anos, multiplicaram-se as cidades, das cidades-Estado formaram-se impérios, formaram-se as bases

tecnológicas que nos últimos dois mil anos nos levaram a revolução industrial, a exploração da energia atômica, o homem a lua, as telecomunicações e mais recentemente a revolução gênica com a biotecnologia.

## Seleção de Espécies-Praga

As primeiras relações do homem com os insetos não foram antagonistas. Assim, como algumas tribos de hoje, o homem primitivo comia diferentes tipos de insetos como lagartas, mariposas, formigas, larvas de besouros e gafanhotos. Em cavernas na Espanha, há registros com cerca de 7.000 anos a.C. de homem retirando mel de buracos de rochedos. Na China há evidências de que a exploração do bicho-da-seda tenha começado no ano 4.700 a.C. No Egito há registros do homem primitivo explorando os diferentes produtos da colméia para diversos fins desde o ano 2.600 a.C. A literatura Egípcia, Hebraica e Grega relata inúmeras catástrofes causadas por insetos. A própria Bíblia menciona, várias vezes, pelo menos 11 insetos entre eles: o piolho — *Pediculus humanus* L., a pulga — *Pulex irritans* L., a traça das roupas — *Tineola bisselliella* (Hummel), a abelha — *Apis mellifera* L. e o gafanhoto do deserto — *Schistocerca gregaria* Forskäll, que é citado em Joel 2:3 causando destruição em massa, deixando os campos, antes como jardins, semelhantes a deserto. Até hoje os povos da África e do Oriente Médio, periodicamente têm problemas com esta espécie de gafanhoto.

Embora as primeiras atividades agrícolas tenham surgido no oriente médio, pólos de domesticação de animais e plantas ou centros de origem, como proposto por Vavilov, estão espalhados pelas principais regiões do mundo em ambiente que lhes são favoráveis e propiciaram sua evolução e biodiversidade. Segundo a lei de Malthus, toda espécie tende a crescer em progressão geométrica enquanto as condições de vida em progressão aritmética. Nos sistemas naturais as espécies tendem para o equilíbrio dinâmico, pois os fatores que regulam cada espécie, conhecidos como resistência ambiental, atuam toda vez que esse equilíbrio é quebrado. Entretanto, a seleção de tipos mais produtivos e apropriados para o consumo humano num número relativamente pequeno de espécies domesticadas (41 % da produção é de cereais), associada ao monocultivo (redução da biodiversidade dos sistemas), à quebra do isolamento pelo aumento da área cultivada e à movimentação e troca de germoplasma, contribuiu para o aumento populacional de determinadas espécies de insetos-praga, patógenos e plantas daninhas nos agroecossistemas pelo fornecimento abundante de hospedeiros (alimentos) ou condições ambientais favoráveis. Assim, os fatores ambientais (físicos, químicos e biológicos) e o tipo de manejo das culturas determinam a densidade e predominância de espécies presentes no agroecossistema e seus impactos na produção e qualidade dos produtos colhidos.

Durante cerca de 7.500 anos o homem contou com o controle natural das pragas em suas lavouras ou simplesmente fazia o controle manual. Os Chineses, cerca de 2.500 a.C., já usavam o pó de enxofre para o controle de pragas. Há também evidências de que derivados de plantas eram usados no tratamento de sementes e fumigação. No século III, nos pomares cítricos chineses eram usados ninhos de formigas predadoras (*Oecophylla smaragdina*) para o controle biológico de insetos (*Tesseraatoma papillosa*). A primeira lei para o controle de insetos-praga (lei anti-locusta — *S. gregaria*) foi escrita em 1.182 na China. Existem dados sobre a densidade populacional dessa espécie desde o ano 960.

## Do Controle Natural ao Controle Integrado de Pragas

Embora o DDT represente um marco no controle de insetos-praga por abrir uma fase revolucionária dos defensivos agrícolas organosintéticos, outros produtos de origem mineral, principalmente os a base de arsênico(verde paris) e os vegetais a base de retenona, nicotina e piretrinas, já vinham sendo amplamente utilizados. O DDT foi sintetizado pela primeira vez em 1873 por Zeidler, numa tese de PhD. Mas somente em 1905 seu orientador ganhou o Prêmio Nobel de Química por esse mérito. Durante a II Guerra Mundial, o Dr. Paul Miller descobriu o efeito inseticida do DDT que teve papel importantíssimo no controle de doenças transmitidas por insetos. Em 1948 foi concedido a ele o Prêmio Nobel de Medicina por esse feito. A adoção do DDT também para o controle de pragas agrícolas permitiu um aumento significativo na qualidade e produtividade, principalmente na cultura do algodão, que foi a primeira a ser beneficiada pela longa lista de pragas importantes. Posteriormente, o controle químico tornou-se quase que o único método de controle adotado pelos agricultores. O DDT era barato, eficiente, fácil de ser usado e constituía num produto comercial com grande potencial de mercado. O seu consumo cresceu rapidamente de 250 mil Kg, em 1952, para cerca de 700 milhões de Kg, em 1977. Em 1962, após a publicação do livro "Primavera Silenciosa" por Rachel Carson, onde os problemas relacionados com o uso indiscriminado dos defensivos agrícolas foram enfatizados, houve uma mudança significativa de atitude das comunidades para uma maior consideração do ecossistema e pesticidas como os clorados tiveram seu uso banido na década de 80.

Em 1969, baseando-se na cultura do algodão, mas com validade para várias outras que se encontravam em diferentes fases de exploração, Smith classificou os sistemas de produção em cinco fases:

1. **Fase de Subsistência** - a cultura era conduzida com baixo nível tecnológico, com objetivos de subsistência, com baixos investimentos e com rendimentos baixos. Seus produtos não participavam do mercado e eram consumidos localmente. Neste caso não havia um programa organizado de proteção de plantas e o produtor contava com o controle natural das espécies-praga, com a resistência natural da cultivar utilizada e raramente usava métodos culturais ou mesmo catação manual.
- 2.
- 2) **Fase de Exploração** - os programas de manejo de pragas eram planejados para atender extensas áreas novas, novas variedades produtivas foram selecionadas para produzir altas respostas aos insumos, novos pesticidas entraram no mercado com resultados ainda melhores e o mercado foi plenamente abastecido. Na maioria dos casos, para o controle de pragas se usava exclusivamente os pesticidas. Foram definidos calendários de aplicação e até tratamentos preventivos eram comuns. No início esses programas eram muito efetivos e resultavam em altas produtividades de alimentos e fibras de boa qualidade. Nesta fase os pesticidas foram explorados ao seu extremo.
- 2.
- 2) **Fase de Crise** - após alguns anos de uso intensivo de pesticidas, uma série de eventos aconteceram. A aplicação de defensivos era cada vez mais freqüente e cada vez mais eram necessárias doses maiores para manter os mesmos níveis de controle e as populações das pragas ressurgiam rapidamente após a aplicação e as espécies paulatinamente se tornaram cada vez mais resistentes aos pesticidas. Surgiram vários

novos produtos, dos organoclorados passou-se aos fosforados e posteriormente aos carbamatos cada vez mais tóxicos. Ao mesmo tempo, espécies que nunca haviam causado problemas surgiram como pragas importantes. A conjugação de todos esses fatores elevou os custos de produção.

2.

2) **Fase de Desastre** - nas regiões mais avançadas, o custo de produção, devido ao controle de pragas, aumentou tanto que inviabilizou a exploração agrícola com aquelas culturas. Os resíduos dos pesticidas tornaram-se altos no solo interferindo no desenvolvimento de outras culturas. Aplicações repetidas e misturas de diferentes inseticidas já não produziam os mesmos resultados em termos de controle e o resíduo no produto colhido tornava-os impróprio para o consumo ou agroindústria causando, assim, um colapso nos programas de controle de pragas.

2.

2) **Fase do Controle Integrado** - a idéia da aplicação do controle integrado foi proposta pela primeira vez por Hoskins et al em 1939, mas somente em 1959, Stern *et. al.* na Califórnia colocaram de forma objetiva a proposta do uso do controle integrado de pragas, que seria a utilização de mais de um método de controle de forma compatível e levando em consideração os fatores ecológicos. Houve então um entendimento que as espécies-praga bem como seus problemas são fenômenos biológicos e deveriam ser considerados dentro da dinâmica de populações utilizando o máximo do controle natural. Assim, medidas de controle seriam tomadas somente quando necessárias. O princípio seria, otimizar o controle e não maximizá-lo.

2. 2. 2. 10.

### **Manejo Integrado de Pragas - MIP**

Durante algum tempo houve controvérsia sobre a manutenção do termo Controle Integrado de Pragas versus uma nova proposta australiana para "Manejo de Pragas". Os argumentos principais eram que a palavra manejo daria uma melhor conotação da ação estratégica praticada pelo homem com base nos conhecimentos da dinâmica populacional dos insetos. Por outro lado, questionava-se que este termo não incluía claramente o conceito da integração de diferentes métodos, termo considerado chave nesse novo paradigma. Depois de vários encontros e muita discussão, surgiu a proposta de incluir no conceito de pragas, antes reservado exclusivamente para os insetos, todos os organismos com ação conflitante ao interesse do homem, como os insetos, patógenos, plantas daninhas e animais vertebrados. Com base nessa proposta se decidiu generalizar o termo **Controle Integrado de Pragas (CIP)** para **Manejo Integrado de Pragas (MIP)**, ratificado inclusive pela FAO a partir de 1972. Assim, como citado por Kogan (1998): Manejo - traduz a idéia do uso de um conjunto de regras baseadas em princípios ecológicos, considerações econômicas e sociais para a tomada de decisão sobre o controle; Integrado - significa o uso harmonioso de diferentes métodos para o controle de uma determinada espécie de organismo e Pragas - significa todos os organismos conflitantes com o interesse do homem. Kogan cita ainda que num levantamento foram encontrados cerca de 64 definições de Controle Integrado, Manejo de Pragas e Manejo Integrado de Pragas. A definição adotada pelo painel da FAO enuncia: 'Manejo Integrado de Pragas é o sistema de manejo de pragas que no contexto associa o ambiente e a dinâmica populacional da espécie, utiliza todas as técnicas apropriadas e métodos de forma tão compatível quanto possível e mantém a população da praga em níveis abaixo daqueles capazes de

causar dano econômico". Entretanto, para a boa prática do MIP ou do CIP, o consenso entre os cientistas está no reconhecimento da importância da biologia e ecologia não só da espécie-alvo, mas também de seus inimigos naturais e das comunidades nos diferentes nichos do agroecossistema.

Os fundamentos, tanto do Controle Integrado como do Manejo Integrado de Pragas, baseiam-se em quatro elementos: na exploração do controle natural, dos níveis de tolerância das plantas aos danos das pragas, no monitoramento das populações para tomadas de decisão e na biologia e ecologia da cultura e de suas pragas. Estas premissas implicam no conhecimento dos fatores naturais de mortalidade, nas definições das densidades populacionais ou da quantidade de danos causados pelas espécies-alvo equivalente aos níveis de dano econômico (NDE) e de controle (NC), que fica imediatamente abaixo do NDE. Outra variável importante seria o levantamento do nível de equilíbrio (NE) das espécies que habitam o agroecossistema em questão. Em função da flutuação da densidade da espécie-alvo e de sua posição relativa a esses três níveis (NE, NDE E NC) ao longo do tempo, as espécies podem ser classificadas em pragas-chave (densidade populacional sempre acima do NDE), pragas esporádicas (densidade na lavoura raramente atinge o NDE) e não-pragas (a densidade da espécie em questão nunca atinge o NDE). Mais recentemente tem sido proposto também o nível de não-controle (NNC), ou seja, a densidade populacional de uma ou mais espécies de inimigos naturais capaz de reduzir a população da espécie-alvo a níveis não econômicos, dispensando assim, a utilização de medidas de controle. Para a utilização dos recursos acima mencionados na prática do MIP, o monitoramento da densidade populacional das espécies-alvo passa a ser peça fundamental. O desenvolvimento de um bom método, não tendencioso e de fácil utilização constitui num pré-requisito básico. O objetivo é estimar periodicamente a densidade populacional ou quantificar os danos da(s) espécie(s)-alvo. Podem ser utilizadas amostragens ao acaso, pontos de amostragens ou a técnica da amostragem sequencial. Como nos dois primeiros casos nem sempre é fácil se estabelecer o tamanho das amostras para serem representativas, na amostragem sequencial é calculado uma faixa de resultados, que a partir de uma amostragem mínima os resultados indicam continuar amostrando, pelo tratamento ou pelo não tratamento da gleba em questão (esta técnica é mais apropriada quando a densidade da espécie-alvo é muito alta ou muito baixa. As técnicas de amostragem dos insetos dependem de cada espécie-alvo, do seu hábito, da cultura, do seu estágio de desenvolvimento, etc. Tem sido usado: a contagem direta, a rede entomológica, o pano de batida ou armadilhas diversas. O importante é que a amostragem utilize o mesmo método usado para definir os NC.

Vários métodos de controle podem ser utilizados para o manejo integrado de pragas. Inicialmente pensou-se na integração entre os métodos de controle biológico com o químico. Neste caso, a seletividade dos inseticidas a serem utilizados constitui numa das principais características do produto. Posteriormente, a possibilidade de associação estendeu para os métodos de controle: **Culturais** (uso de rotação, destruição de esconderijos, aração do solo, mudança da época de plantio, desbaste, poda, fertilização, limpeza, manejo de água, uso de plantas armadilhas, etc.), **Mecânicos** (catação manual, barreiras, armadilhas, esmagamento por máquinas, etc.), **Físicos** (calor, lança chamas, queimada, frio, umidade, luz, radiação, som, etc.), **Genéticos** (resistência de plantas e macho estéril) e **Legislativos** (quarentenários e erradicação). Há pelo menos três métodos básicos para se utilizar o controle

biológico: **Método Clássico** (importante principalmente para as pragas exóticas e envolve a identificação, coleta, embarque, quarentena e liberação do inimigo natural nas áreas atacadas); **Método da Conservação** (preservação de áreas de refúgio, suplementação alimentar e uso de pesticidas seletivos) e **Método de Inundação** (criação massal do inimigo natural e liberação de grande quantidade em áreas infestadas para o controle direto da espécie-alvo). Entre os métodos químicos, além dos pesticidas já mencionados, inclui ainda novas classes como os piretróides, os fisiológicos, os atraentes (alomônio, kariomônio e feromônio), os repelentes e esterilizantes.

Kogan (1998) resumiu alguns critérios para avaliar os níveis de integração no MIP classificados em: nível I, II e III. Ele utiliza ainda seis critérios para definir o nível de adoção do MIP:

1. Uso de inseticidas de amplo espectro em calendários de aplicação - não pratica o MIP.
2. Monitoramento das espécies-alvo no campo, uso do NC e pesticidas seletivos - >70%.
3. Idem ao 2 mais, monitoramento dos inimigos naturais, respeitando os NC e NNC e uso de rotação - < 40%.
4. Idem ao 3 mais, decisão baseada em modelos, uso de controle biológico (inundativo), planta resistente, métodos culturais e pesticidas bioracionais - < 10%.
5. Idem ao 4 mais, considera as interações das múltiplas pragas, manejo ambiental, uso de sistemas testados, modelos da cultura/praga, utilização de processos a nível de comunidade - < 0,1%.
6. Idem ao 5 mais, considerações das interações entre as múltiplas culturas e processos a nível de agroecossistema - < 0,01%.

## **MIP nas Culturas do Milho e do Sorgo no Brasil**

No Brasil, o milho constitui uma das principais "commodities" do "agribusiness" representando cerca de 40% de toda a safra de grãos. Além de ser cultivado em todos os estados, é uma das principais culturas de subsistência na agricultura familiar e participa numa centena de produtos industriais. Na forma de forragem ou de grãos, o milho representa mais de 70% da matéria prima utilizada na formulação de rações para os animais domésticos, sustentando, como fonte energética, a produção de aves e suínos. Segundo dados do IBGE, nos últimos 5 anos foram semeados, em média, 12,3 milhões de hectares e colhidas, aproximadamente, 31,3 milhões de toneladas de grãos no valor de 6,3 bilhões de reais ao ano.

Nos últimos concursos de produtividade de milho realizados com os híbridos comerciais disponíveis no mercado, promovidos pelos órgãos de extensão rural, o rendimento de grãos ultrapassou 16 toneladas/ha. Entretanto, a média nacional é de apenas 2,75 ton./ha. Se comparada à produtividade média dos grandes produtores mundiais, como os Estados Unidos, Argentina e mesmo de algumas regiões brasileiras, essa média ainda é baixa. Apesar de se ter conseguido um significativo progresso no manejo das pragas do milho nos últimos anos, essas ainda são fatores limitantes para se alcançar médias compatíveis com o potencial de produção das cultivares utilizadas. Somente no milho, as perdas anuais devido aos insetos-pragas chegam a mais de 720 milhões de dólares.

Entre os grupos de pragas mais importantes para as culturas do milho e do sorgo no campo, destacam-se: o complexo de pragas subterrâneas - que atacam as sementes e

raízes; as chamadas pragas iniciais - que atacam as plântulas como a lagarta elasmô; a lagarta-do-cartucho - que danifica as folhas durante todo o estágio vegetativo e broca da cana-de-açúcar - que perfura o colmo e pedúnculo do pendão do milho ou da panícula do sorgo. Especificamente para o milho, ainda poderiam ser incluídos a cigarrinha-do-milho e os percevejos que atacam as plântulas e a lagarta-da-espiga que danifica os grãos verdes. Para a cultura do sorgo, inclui-se o pulgão-verde, que ataca a cultura em todo o seu estágio de desenvolvimento, e a mosca-do-sorgo, que infesta a panícula durante o florescimento causando chochamento dos grãos. O milho e o sorgo têm sido produzidos em agroecossistemas geralmente associados ao cultivo da soja na forma de rotação ou sucessão (safrinha). Assim, os inimigos naturais presentes nesse agroecossistema desempenham papel importante na dinâmica das populações das espécies-praga. Para o controle das principais pragas tem-se utilizado o tratamento de sementes, aplicações de inseticidas via pulverização ou por quimigação. No ano de 2000, somente na cultura do milho foram gastos com inseticida 167 milhões de reais.

Mesmo revisões excelentes versando sobre o controle de pragas nem sempre incluem os elementos básicos (níveis de controle, métodos de amostragens e pelo menos duas estratégias de controle compatíveis) para a prática do MIP como em Gallo *et al* (1978), Gasse (1996), Cruz *et. al.* (1999). Para os insetos-pragas no Brasil, a primeira tentativa de estabelecer as bases para a aplicação do MIP foi realizada por Nakano e Silveira Neto (1975) estabelecendo níveis de dano econômico (NDE) e níveis de controle (NC) para as principais pragas com base nos conhecimentos disponíveis na literatura. Posteriormente, Cruz *et. al.* (1986) revisaram esses níveis para as pragas do milho. Para a cultura do sorgo, Waquil *et al* (1986), com base na literatura indicou os níveis de dano econômico (NDE) e de controle (NC) para as principais espécies de insetos-praga, incluindo métodos para o monitoramento de insetos pragas de solo antes do plantio. Especificamente para a lagarta do cartucho em milho, Cruz (1995) estabeleceu vários níveis de controle (NC) em função do custo do tratamento e do valor esperado da produção, registrando também a seletividade dos principais princípios ativos registrados para o controle dessa espécie.

Quanto aos métodos de monitoramento para o MIP em milho e sorgo, tem-se dado pouca ênfase. Assume-se uma amostragem ao acaso sem, entretanto, definir quantidades necessárias para se obter representatividade e nem a frequência de levantamentos necessária, nem quais estágios de desenvolvimento da cultura são necessários esses levantamentos e nem qual a melhor técnica de levantamento para cada espécie-alvo. Para a lagarta-do-cartucho, planos de amostragem sequencial têm sido desenvolvidos (Bianco 1995 e Farias *et al* 2001).

Relativo à resistência de cultivares, vários trabalhos têm sido desenvolvidos na busca de fontes e obtenção de novas cultivares resistentes, entretanto, a avaliação da susceptibilidade das cultivares comerciais ao ataque das principais pragas não tem sido comum. Este tipo de avaliação tem sido mais frequente para resistência às doenças e menos para os insetos-praga e para as plantas daninhas. A maioria das cultivares comerciais trazem nos folhetos de recomendação a reação dos híbridos às principais doenças. Mesmo porque, a resistência genética das plantas às doenças tem sido a principal estratégia de manejo. Numa avaliação de híbridos comerciais de milho para resistência à lagarta-do-cartucho, foi observada uma variação de 5,3 a 30,6% de plantas com cartucho destruído (Waquil *et. al.* 1995). Entretanto, esse diferencial não tem sido suficiente para a tomada de decisão pelos produtores em se utilizar a cultivar

mais resistente visando o manejo dessa praga. Para a cigarrinha-do-milho, avaliações têm demonstrado diferenças entre os híbridos comerciais quanto a incidência de adultos e de ovos, mostrando que essa resposta é independente (Waquil 1998), entretanto, a relação dessa menor incidência de insetos com a das doenças causadas pelos patógenos por ela transmitidos ainda está por se demonstrar. De qualquer maneira, o cultivo de híbridos menos favoráveis para o vetor poderá contribuir significativamente para a redução da população do inseto.

Entre as alternativas do controle de pragas mais segura para o ambiente, destaca-se a aplicação do controle biológico. O papel de alguns inimigos naturais já está bem definidos nos sistemas de produção do milho e do sorgo como, por exemplo, a tesourinha (*Doru luteipes*), a chrysopa (*Chrysoperla externa*) e alguns parasitóides como as espécies de *Trichogramma*, *Chelonus insularis*, *Campoletis flavicincta* além do Baculovírus (Cruz 1995) (ver Mesa Redonda sobre Agricultura Orgânica). O controle biológico inclui ainda o uso de bactérias entomopatogênicas a certos grupos de insetos como, por exemplo, o *Bacillus thuringiensis* (Bt) que é comumente encontrado no solo. Esta bactéria contém um cristal de proteínas nocivas a certos ordens de insetos, principalmente lepidópteros, sem causar danos ao homem e aos animais silvestres. Desta forma, o uso das diversas toxinas produzidas pelo Bt. tem se mostrado como uma alternativa segura ao meio ambiente, entretanto, o sucesso do uso dessa bactéria como agente de controle de pragas não obteve o sucesso esperado. Por exemplo, para o controle da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), o Bt na forma de bioinseticida não apresentou resultado satisfatório (Waquil *et al* 1982). As excessivas exposições ao sol e à umidade, além da baixa permanência na planta foram fatores que contribuíram para a não eficiência desse agente microbiano de controle de insetos-praga.

Com os recentes avanços no campo da engenharia genética abriram-se novas perspectivas tanto nas áreas de diagnose, monitoramento e avaliação de impactos, como também no controle através de plantas e outros organismos geneticamente modificados (OGM). Assim, genes que expressam as diversas proteínas Bt têm sido incorporados em diversas plantas, como o milho, algodão, arroz, entre outras, chamadas assim de plantas transgênicas, constituindo-se em uma alternativa de controle de insetos menos agressiva ao ambiente. Entre os eventos do Bt atualmente disponíveis no germoplasma de milho, já foi comprovado a eficiência do evento Cry 1F e a inocuidade do Cry 9C para a lagarta-do-cartucho (Waquil *et al* 2002) sendo que para a lagarta-elasmos os três eventos (Cry 1F, Cry 1 Ab e Cry 9C) foram igualmente resistentes (Villela *et al* 2002). Entre os fatores conflitantes para o uso dessa tecnologia está na seleção de biótipos resistentes a essas toxinas. Se as demais estratégias de manejo forem ajustadas e incorporadas no sistema, poderão mitigar significativamente o manejo da resistência tornando-a mais duradoura. Desta forma, as plantas transgênicas podem ser uma alternativa se empregadas dentro de uma visão do Manejo Integrado de Pragas.

## **Perspectivas: Manejo Integrado de Pragas em Grandes Áreas ou Manejo Ecológico de Pragas ? (MEP ?)**

Este título é uma tentativa de tradução dos termos atualmente utilizados em inglês "Area-Wide Control" usado por Lindquist (2000) ou Areawide IPM Systems usado por Kogan (1995). O conceito de supressão de populações de insetos em grandes

áreas, ao invés do controle de pragas lavoura por lavoura, foi proposto primeiramente por Knipling (1979). A necessidade de um revisão do MIP atualmente em uso está também na proposta apresentada como "Ecologically Based Pest Management" (Committee on Pest ... 1996). Outro aspecto importante que deve ser considerado para a aplicação do MIP, no modelo lavoura por lavoura, está em algumas limitações. Isto ocorre principalmente no uso intensivo das medidas alternativas de controle com ação regional. Neste caso pode ser citado por exemplo, o biológico (quando demandada investimentos periódicos para manutenção da população de inimigos naturais ou nas liberação inundativa - os inimigos naturais não identificam os limites das propriedades), na produção e liberação de macho estéril, no uso de armadilhas, no uso de feromônios sexuais para o confundimento de acasalamento, no maior custo para os monitoramentos, nos casos quando há necessidade de controlar o inseto fora da área de cultivo (ex. formigas cortadeiras) ou simplesmente existe a demanda para a supressão da população no ambiente pela dificuldade de se controlar a praga no seu sítio de alimentação (ex. broca-da-cana, lagarta-da-espiga. etc).

O conceito "Area-wide" foi aplicado inicialmente contra algumas pragas-chave em grandes programas de erradicação como das moscas das frutas e da mosca do berne nos EUA. A estratégia de erradicação, baseada principalmente na técnica de macho estéril (TME) sempre foi vista como concorrente do paradigma do MIP (Kogan 1998). Ainda, segundo Kogan (1998), o conceito de "areawide pest management" foi introduzido por Knipling e Rohwer numa proposta de pesquisa apresentada a "North American Plant Protection Organization" com os seguintes argumentos:

1. Deve ser conduzido em grandes áreas geográficas
2. Deve ser coordenado por organizações e não por produtores rurais
3. Deve focalizar na redução e manutenção da população de pragas-chave em baixas densidades aceitáveis, embora erradicação possa ser obtida se desejável e vantajosa.
4. A participação no programa pode ter que ser exigida por lei para garantir a participação de todos os produtores e sucesso do programa.
5. 5. 5. 5. Associando esses princípios aos do MIP, Kogan (1995) sugeriu uma nova concepção "Areawide IPM Program". Lindquist (2000) fez uma revisão sobre a "Area-wide approach (AWP)" enunciando os conceitos básicos, ilustrou com alguns exemplos e fez uma análise econômica desse novo paradigma.

A história do homem está repleta de exemplos onde o princípio "Area-wide", aqui utilizado, tem dado bons resultados. Talvez o exemplo mais antigo tenha sido para o controle do gafanhoto migratório do deserto (*L. migratória* L). Os chineses, durante 30 séculos, desenvolveram, paulatinamente, um programa utilizando os conhecimentos da biologia, ecologia, métodos culturais e manejo de água, que vem dando resultado (Klassen 2000). Outro exemplo didático, citado por Lindquist (2000), pode ser ilustrado pelo controle de baratas em um apartamento. Se cada condômino usa seu próprio método, é possível que o bom controle realizado por um seja comprometido pelo mal ou não controle de seu vizinho. Além disso, existem vários outros esconderijos para as baratas, fora do apartamento, em áreas de uso comum, tornando a redução significativa da sua população uma tarefa quase impossível. Por outro lado, se os condôminos se organizam e adotam uma ação conjunta utilizando os melhores métodos, a barata poderá ser erradicada do prédio e sua reinfestação proveniente de prédios vizinhos levará muito mais tempo. Obviamente as condições de campo são bem mais complexas, mas os princípios seriam semelhantes. Embora o conceito de "Area-wide" tenha surgido com o objetivo

da erradicação, sua utilização em conjunto com os princípios do MIP seria o que foi proposto por Kogan (1998) com o máximo de integração visando o manejo da população numa determinada região geográfica, que poderia ser utilizado como unidade natural de ambiente — as MICROBACIAS. Assim, se forem utilizados os métodos de resistência de plantas às pragas (inclusive as geneticamente modificadas capazes de expressar até imunidade às pragas); a implementação do controle biológico (pelas práticas de introdução de novos inimigos naturais, pela conservação dos inimigos naturais já presentes na área ou pela inundação da área por inimigos naturais passíveis de criação massal); a técnica de feromônio para o confundimento do acasalamento; as técnicas de macho estéril e os métodos físicos e químicos dentro dos conceitos do tratamento de sítios específicos, estaremos utilizando várias interações simultaneamente, o que poderia ser caracterizado como um **Manejo Ecológico de Pragas - MEP**.

### Referências Bibliográficas

- Bianco, R. 1995.** Construção e validação de planos de amostragem para o manejo da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 113 p.
- Committee on Pest and Pathogen Control through Management of Biological Control Agents and Enhanced Natural Cycles and Processes. 1996.** Ecologically based pest management: new solution for a new century. Ed. National Academy Press, Washington, D.C. 146 p.
- Cruz, I., 1995.** A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Circular Técnica n° 21. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, Sete Lagoas, MG. 45 p
- Cruz, I., P.A. Viana e J.M. Waquil. 1999.** Manejo das pragas iniciais de milho mediante o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos. Circular Técnica n° 31. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, Sete Lagoas, MG. 39 p.
- Cruz, I., J.M. Waquil, J.P. Santos, P.A. Viana e L.O. Salgado. 1986.** Pragas da cultura do milho em condições de campo. Circular Técnica n° 10. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS, Sete Lagoas, MG. 75 p.
- Farias, P.R.S., J.C. Barbosa e A.C. Busoli. 2001.** Amostragem sequencial (presença-ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. Neotropical Entomology, 30(4):691-695.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G. C. Batista, E.B. Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi & S.B. Alves. 1978.** Manual de Entomologia Agrícola. Ed. Agronomica Ceres Ltda. São Paulo, SP. 531.
- Gassen, D.N. 1996.** Manejo de pragas associadas a cultura do milho. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo, RS. 134 p.
- Harlan, J.R. 1975.** Crops & man. ed. American Society of Agronomy & Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, 295 p.
- Hoskins, W.M., A.D. Borden e A.E. Michelbacher. 1939.** Recommendations for a more discriminating use of insecticides. Proc. 6th Pac. Sci. Congr. 5:119-23.
- Knipling, E.F. 1979.** The basic principle of insect population suppression and management. Washington, D.C. USDA, Agric. Handb. 659 p.

- Klassen, W.** 2000. Area-wide approaches to insect pest management: history and lessons. In: Area-Wide Control of Fruit Flies and other Insects Pests. Ed. K.H. Tan. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang. p. 21-38.
- Kogan, M.** 1998. Integrated pest management: Historical perspective and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43:2043-70.
- Kogan, M.** 1995. Areawide management of major pests: Is the concept applicable to *Bemisia* complex? In: *Bemisia* 1995 taxonomy, biology, damage, control and management, ed. D. Gerling, R.T. Mayer, p 643-57. Andover, UK: Intercept. 702 p.
- Lindquist, D.A.** 2000. Pest management strategies: Area-wide and conventional. In: Area-Wide Control of Fruit Flies and other Insects Pests. Ed. K.H. Tan. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Penang. p. 13-19.
- Nakano, O. e S. Silveira Neto.** 1975. Entomologia econômica. Departamento de Entomologia, ESALQ/USP. Piracicaba, SP. Apostila, 387 p.
- Pfadt, R.E.** 1978. Fundamentals of applied entomology. Macmillan Publishing Co. New York and London. 798 p.
- Smith, R.F., T.E. Mittler e C.N. Smith.** 1973. History of Entomology. Entomological Society of America, 517 p.
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. van Den Bosh e K.S. Hagen.** 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29:81-101.
- Vilella, F.M.F., J.M. Waquil, E.F. Vilela, P.A. Viana, R. Lynch & J.E. Foster.** 2000. Evaluation of Bt Transgenic Maize to Lesser Cornstalk Borer Resistance. In: 55<sup>th</sup> Annual Meeting North Central Branch of the Entomological Society of America, Minneapolis, Minnesota, USA. Resumos. p.45.
- Waquil, J.M., F.M.F Vilella, J.E. Foster.** 2002. Resistência de milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In: 19<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Entomologia 16 a 21 de junho de 2002, Sociedade Entomológica do Brasil, Manaus, AM. Resumos RPI 046. p.168.
- Waquil, J. M.,** 1998. Corn leafhoppers as vectors of maize pathogens in Brasil. In: C. R. Casela, B. Renfro & A. F. Krattiger, Anais do "Diagnosing Maize Diseases in Latin America. ISAAA/EMBRAPA, n. 9:34-42
- Waquil, J. M.; L. A. Corrêa & J. P. Santos,** 1995. Avaliação da infestação de insetos pragas em cultivares comerciais de milho conduzidos em "Safrinha". In: 15<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Entomologia (15<sup>o</sup> CBE), SEB, realizado em Caxambú, de 12 a 17 de março de 1995. p.722
- Waquil, J. M.,** 1986. Pragas da cultura do Sorgo: Identificação e Manejo. In: I Curso de Uso e Manejo da Irrigação. EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas - MG. 11 p.
- Waquil, J.M., P.A. Viana; A.I. Lordelo, I. Cruz & A.C. Oliveira,** 1982. Controle da lagarta-do-cartucho em milho com inseticidas químicos e biológicos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(2): 163-166.