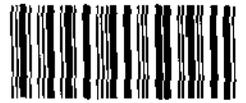


ok



1290000927



IE

TCC/UNICAMP So11p

ROBERTO CARLOS SOARES

90  
Prof



**A PRODUÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS  
NO BRASIL**

*Handwritten notes:*  
A. W. ...  
...

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Economia

1 9 9 1

**GEDOC/IE**

ROBERTO CARLOS SOARES

**A PRODUÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS  
NO BRASIL**

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pelo Instituto de Economia da UNICAMP, sob a orientação do Prof. José Maria F. J. da Silveira.

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Economia

1 9 9 1

Aos meus queridos pais PLÍNIO e  
ALCINA, responsáveis diretos por  
toda minha formação.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho envolveu-me em diferentes áreas de conhecimento com as quais eu não tinha, até então, muita familiaridade. Com isso, algumas pessoas foram decisivas nas minhas reflexões, ajudando-me a compreender um pouco melhor parte da realidade em que vivemos.

Agradeço particularmente ao meu orientador Prof. José Maria F. J. da Silveira que, com seu estímulo e atenção, lançou-me ao tema dessa monografia dando-me condições de desenvolver um trabalho sério e gratificante.

Da mesma maneira, agradeço ao Prof. Sérgio Salles e à pesquisadora Ana Futino, pelos comentários e material cedido.

À Selma Boarini Bogikian, pela atenção e carinho com que suportou minhas incertezas e angústias.

Aos amigos do Instituto de Economia/UNICAMP, que fizeram com que o tempo passasse tão rápido nesses últimos quatro anos, saudades !

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	5
I - A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS .....	9
II - NOVAS FORMAS DE CONTROLE DE PRAGAS E SUAS LIMITAÇÕES .....	21
1. O que é o Manejo Integrado de Pragas(MIP)..	21
2. O Manejo Integrado de Pragas e Resistência de Plantas .....	26
3. O Manejo Integrado de Pragas e o Controle Biológico Clássico .....	32
III - O DESENVOLVIMENTO DO CONTROLE BIOLÓGICO E DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NO BRASIL .....	39
1. Cana-de-Açúcar .....	41
2. Soja .....	45
3. Algodão .....	52
4. Trigo .....	55
IV - ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS NA PRODUÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS .....	58
1. O Caso AGROGEN/LABOGEN .....	58
2. O Caso do Centro Nacional de Pesquisa de Soja - EMBRAPA/PR e a pequena empresa produtora de inseticidas biológicos e inimigos naturais .....	65
CONCLUSÃO .....	71
BIBLIOGRAFIA .....	74
ANEXO .....	79

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a nível mundial, as inovações químicas (em especial nos inseticidas químicos) são limitadas em função dos altos custos de pesquisa e desenvolvimento e têm a sua obsolescência acelerada em função da geração de resistência dos insetos a toxinas químicas utilizadas para combatê-los. Esses fatores são agravados pela crise do petróleo, que aumentou sensivelmente os preços reais dos produtos químicos. Com isso, surge a possibilidade do uso de biotecnologia no âmbito da agricultura.

A partir daí, centros de pesquisas públicos norte-americanos e europeus começaram a intensificar suas pesquisas com vistas a conciliar métodos biológicos de controle e tratos culturais associados com defensivos químicos. Este método é chamado de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Basicamente, o MIP procura reconhecer espécies de insetos com potencial de danos agrícolas e os seus respectivos inimigos naturais, avaliando a destruição potencial dos insetos nos diferentes estágios da plantação e a sua relação custo/benefício no controle de pragas.

Além de racionalizar o uso de defensivos químicos, o MIP muitas vezes desacelera a obsolescência dos mesmos, prolongando a vida útil do produto no

mercado, uma vez que técnicas de controle populacional dos insetos acabam por retardar a seleção genética dos insetos.

Entretanto, apesar dos pontos positivos apresentados pelo Manejo Integrado de Pragas (no qual se insere o controle biológico), tais como a redução de custos, maior flexibilidade para o agricultor, além de ser em geral menos nocivo à saúde e ao meio ambiente, a lista de produtos para esse fim atualmente aprovados no Brasil é bem pequena.

Como exemplo, pode-se citar a indústria de bioinseticidas e alguns aspectos vinculados à sua possível implantação. Enquanto vários bioinseticidas já são conhecidos há muito tempo, a sua participação relativa no mercado é mínima. Essa dificuldade de penetração no mercado decorre, dentre outras coisas, do desconhecimento de propriedades básicas, incluindo-se a síntese e o modo de ação. De modo geral, para que os agentes biológicos sejam eficientes é necessário que o usuário tenha um conhecimento quanto à sua utilização (a chamada "educação ecológica") e, no caso do Brasil, isto se torna mais difícil, pois o nível de conhecimento do agricultor, associado à sua educação e visão imediatista dificultam em muito este tipo de controle.

Assim sendo, quando se compra um produto

químico para uso na agricultura, espera-se que ele tenha uma ação imediata sobre pragas, fato este que seria impossível na administração de um bioinseticida.

As dificuldades apresentadas até o momento são inerentes, em grande parte, às inovações biológicas em geral. Essas dificuldades serão analisadas dentro do âmbito da empresa privada e da empresa pública produtoras de defensivos biológicos e a possível integração entre ambas. No Brasil, assim como em países desenvolvidos, o estudo da viabilidade dessa integração passa a ser fundamental, pois demonstra como uma empresa pública pode ser uma firma inovadora, desenvolvendo novos produtos e criando mecanismos que visem transpor os principais obstáculos (sejam eles científicos ou mercadológicos) para que o produto inovador possa encontrar o seu espaço no mercado.

Apesar de que ainda hoje não há uma penetração de defensivos biológicos, as condições ambientais, sociais e políticas favorecem a promoção desta tecnologia, pois alguns exemplos, tais como controle de lagartas de soja (no Paraná e Rio Grande do Sul) demonstram-se economicamente favoráveis. Além disso, culturas como algodão, soja, laranja e café (que mais se utilizam de defensivos químicos) apresentam um grande potencial de substituição de produtos químicos por produtos biológicos, apresentando um mercado de substituição

na ordem de US\$ 60 milhões anuais, ou seja, cerca de 30% do mercado atual de inseticidas.

Finalizando a introdução ao tema, deve-se lembrar que a biotecnologia é um novo campo de conhecimento na ciência e, no caso específico deste projeto, será analisada com base em estratégias de apoio ao seu desenvolvimento no Brasil. A pesquisa pública e a privada são guiadas por diferentes forças: o avanço da ciência e do bem estar social e o lucro.

O desenvolvimento de um novo produto ou a melhoria de um já existente é avaliado do ponto de vista público como um avanço do bem estar e da ciência, enquanto que para a indústria é a possibilidade de se abrir ou de se ampliar um mercado. Contudo, deve-se ter em mente que no estágio avançado em que se encontram as áreas de pesquisa e desenvolvimento tanto público quanto privada, essas duas atividades não são mais paralelas, mas sim se complementam e se reforçam uma à outra. Muitas vezes, centros públicos iniciam a criação de novos produtos e os laboratórios privados fazem significativos avanços na ciência, mostrando que não pode haver mais limites pré-determinados entre ambos.

## I - A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

O presente capítulo se propõe a fazer uma análise da trajetória tecnológica da indústria de defensivos agrícolas, a partir do surgimento de novos grupos e produtos químicos. Tais inovações, que surgiram graças ao grande impulso que ganha a pesquisa e desenvolvimento nas indústrias do mundo todo, não são apenas encadeamentos tecnológicos que visam superar fatores limitantes à produtividade agrícola, mas sim, fatores essenciais que solidificam as características estruturais da indústria química (FUTINO et alii, 1990).

Através da seqüência cronológica a ser apresentada (1930 a 1980), procurar-se-á demonstrar o crescente esgotamento tecnológico da indústria de defensivos, principalmente na década de 70, associado à elevação brutal dos custos de P&D e ao vencimento das patentes industriais.

Historicamente, a utilização de produtos químicos orgânicos em grande escala como defensivos, remonta à década de 30, onde se destacam a introdução dos ditiocarbamatos como fungicidas e mais no final da década (1939), a utilização do organoclorado DDT como inseticida. Antes disso, as técnicas de combate às

pragas, doenças e ervas daninhas consistiam quase que exclusivamente no uso de produtos inorgânicos, além de algumas práticas de controle biológico ou manejo de agentes antagônicos.

As pesquisas iniciadas nos anos 20 e 30 pela indústria química tiveram intenso desenvolvimento durante a II Guerra Mundial, visando fins bélicos e que acabaram por colaborar em muito com a utilização de produtos organo-sintéticos como defensivos agrícolas. Após a II Guerra Mundial, as condições estruturais na agricultura americana se tornam amplamente favoráveis à introdução de novos insumos. Essas condições são basicamente advindas das pressões pelo aumento da produtividade agrícola, tais como: o aumento do preço da terra; redução da mão-de-obra rural e aumento dos padrões de qualidade (NAIDIN, 1985).

O caráter tecnológico da indústria química (integração vertical, controle de matérias-primas e uso de patentes) deu às empresas inovadoras a chance de controlarem grande parcela do mercado de defensivos agrícolas. De acordo com Naidin (1985), "o alto grau de concentração técnica de intermediários químicos e derivados, por transformações sucessivas da petroquímica e da carboquímica, além da proteção conferida pelas patentes industriais, resultaram em barreiras tecnológicas que redundaram no aumento e na concentração

econômica e financeira em torno das empresas inovadoras. As oportunidades que se seguiram com a introdução das inovações primárias induziram as firmas inovadoras a dirigir suas atividades de pesquisa para a exploração dessa matriz de idéias, ao desenvolvimento de inovações subseqüentes, tais como: o lançamento de novos produtos; aperfeiçoamento dos anteriores; e explorações de oportunidades não percebidas de início, inaugurando uma trajetória de inovações, cuja exploração conferiu-lhes amplas vantagens comparativas".

Os anos 40, apesar da guerra, foram os anos em que a indústria química atingiu sua maturidade e construiu as estruturas que iriam caracterizá-la pelos próximos 40 anos. As inovações em defensivos nesse período eram muitas vezes simultâneas com as inovações em plásticos, fibras sintéticas e também farmacêuticas.

O DDT foi o precursor que ativou o esforço para o desenvolvimento de novos defensivos, que em sua maioria eram à base de cloro, como o TDE, o BHC e outros. Tais defensivos em face ao seu maior poder de ação sobre o meio ambiente que os produtos de origem inorgânica, substituem rapidamente as antigas formas de combate de pragas, como pode ser visto na Tabela 1.

Além disso, é importante salientar que, durante os anos 40, o número de novos produtos introduzidos no

mercado foi três vezes superior à década de 30, sendo que a maioria desses produtos foram associados a um grande sucesso comercial e continuaram sendo produzidos

TABELA 1 - Evolução da participação dos defensivos organo-sintéticos nas vendas totais de defensivos, indústria norte-americana, 1945-1970.

(EM % SOBRE O TOTAL DE VENDAS)			
ANO	ORGANICOS	INORGANICOS	OLEOS PULVERIZADORES
1945	-	75	25
1950	68	25	07
1955	85	10	05
1960	88	09	03
1965	88	09	03
1970	96	08	02

Fonte: Naidin, 1985: 18.

e comercializados até que se constatou a gradual tolerância pelos insetos a altas doses de inseticidas químicos via força seletiva e, o que é pior, os altos resíduos tóxicos deixados por esses produtos no meio ambiente representavam grandes perigos à saúde, o que acabou acarretando na retirada sistemática dos mesmos do mercado (DDT, PARATION, METILPARATION, ZINEB, LINDANE, etc) (ACHILLADELIS et alii, 1987).

Os problemas surgidos com a utilização dos organoclorados fez com que as empresas redirecionassem as suas pesquisas para atender a uma demanda (cada vez maior) derivada de tais problemas. Segundo Naidin (1985), "o ritmo de obsolescência tecnológica dos produtos que progressivamente se estabeleceu como uma característica marcante desta indústria significou, portanto, um elemento de realimentação no esforço de P&D, realizado pelas firmas líderes. Desta forma, um intenso ritmo de introdução de novos produtos tornou-se não só o elemento básico de progresso técnico, mas também da estratégia de competição das firmas da indústria, configurando uma estrutura industrial determinada, em grande parte, pelo poder de comando de algumas empresas sobre o ritmo e a direção destas inovações".

Os anos 50, por sua vez, podem ser considerados como a "época de ouro" das inovações no setor de defensivos da indústria química. Ao mesmo tempo, outros setores como o farmacêutico e o de fibras sintéticas também passavam pelo mesmo "boom" de inovações. Esse fenômeno não foi fruto apenas de uma oferta de novas tecnologias, mas sim de uma promissora expansão de mercados, expansão esta que tinha como base a reconstrução dos países que se envolveram na II Guerra Mundial. O valor das vendas no final da década era ainda

muito pequeno se comparado com o valor das vendas das próximas décadas, contudo, o potencial de crescimento era enorme e era o momento certo para a entrada das companhias num novo campo de atuação. Conseqüentemente, a competição que se ampliava também serviu como força propulsora do período.

Além dos aspectos citados, três outros fatores afetaram sensivelmente o desenvolvimento desse setor: a pesquisa acadêmica; a necessidade de melhorar a compreensão da resistência aos insetos aos defensivos e o interesse, cada vez maior, com o impacto ambiental em termos de bioacumulação nos alimentos e no equilíbrio da população de insetos.

Para se ter uma ideia do que foi essa década em termos de novos produtos, basta dizer que um total de 140 deles foram lançados, sendo que os inseticidas foram os mais numerosos (85 produtos), seguidos pelos herbicidas (35 produtos) e pelos fungicidas (20 produtos) (ACHILLADELIS et alii, 1987).

Outro fator importante a salientar sobre esse período é que "o método de pesquisa partia de um screening de inúmeros compostos químicos, obtidos por síntese simples ou mescla de vários produtos, sem o conhecimento a priori de suas propriedades ou finalidades. A descoberta (fortuita) de novos produtos

ocorria após testes em diferentes áreas da química aplicada (farmacêutica, de defesa animal ou vegetal) até a definição de uma possível aplicação" (FUTINO et alii, 1990).

No que diz respeito aos herbicidas em particular, a modernização da agricultura nesse período favorecia o uso crescente dos mesmos, pois "a homogeneidade da época de maturação da cultura, dada pela maior uniformidade genética das sementes, logo propiciou a mecanização da colheita, o que requereu um maior controle das ervas daninhas, face à queda na qualidade do produto colhido na presença de ervas daninhas. Como exemplo, cita-se o caso dos cereais, os quais sendo armazenados com ervas daninhas, aumentam a possibilidade de apodrecimento devido a umidade. No caso do algodão, tal contaminação diminui a qualidade da fibra" (Futino et alii, 1990)

Na década de 60, o setor de defensivos agrícolas atingiu a maturidade. O número de novos produtos e patentes continuava a crescer e isso se refletia no dobro do volume e no triplo do valor de vendas de defensivos ao se comparar esse período com o período anterior. Várias companhias introduziram seus produtos pela primeira vez no mercado, sendo que algumas eram de países que não participavam desse segmento anteriormente, como é o caso do Japão e Itália. Entretanto, o período foi caracterizado principalmente

por mudanças quantitativas ao longo das linhas instituídas de inovações.

Ao mesmo tempo, a sociedade começa a ser alertada sobre os altos índices de periculosidade causados por agentes como o DDT, que ameaçava a extinção de várias espécies de vertebrados e estava presente, em altos índices, em algumas amostras de leite materno. Surgem vários estudos sobre os resíduos cumulativos dos organoclorados na gordura animal, que acabaram por estabelecer "relações diretas com incidência de cânceres e modificações genéticas" (FUTINO et alii, 1990).

Verifica-se então a substituição dos organoclorados pelos organofosforados e surge uma nova classe de produtos: os carbomatos (com maior poder de degradação e, portanto, menos perigosos aos mamíferos).

Ainda nessa década, vale notar que a busca de novos radicais químicos que solucionassem os problemas da progressiva geração de resistência pelos insetos, além das questões ambientais em pauta, levou os departamentos de P&D a buscarem novos métodos de pesquisas, que procuravam minimizar a aleatoriedade das descobertas da década anterior.

Na década de 70, muitos produtos passam a ser obtidos por síntese de analogia, baseando-se em raciocínios induzidos através de aproximações múltiplas

de uma molécula ideal. Como grande inovação, surgem os piretróides sintéticos, muito semelhantes às piretrinas naturais, mas com maior estabilidade à luz e temperatura. Muito menos tóxicos aos mamíferos, biodegradáveis, não cumulativos e necessitando de menores quantidades de ingredientes ativos, esses produtos conseguem uma rápida difusão no mercado. (FUTINO et alii, 1990).

Apesar de que muitos novos produtos ainda estavam sendo lançados nesse período, o número desses produtos e de patentes requeridas estavam entrando em declínio. O crescimento dos custos e a dificuldade de lançamento de novos produtos foi notificado pela US National Academy of Sciences (NAS) em 1975. Nesse artigo, mostrava-se que as vendas de defensivos agrícolas haviam crescido em cerca de 13%, no período de 1967 a 1970, enquanto que os custos em P&D haviam crescido em 33,4% no mesmo período. Além disso, o custo estimado para o desenvolvimento de um novo produto ascendeu de US\$ 3,4 milhões para US\$ 5,5 milhões e o número de complexos químicos testados para lançar um produto no mercado saltou de 2.800 em 1956, para 12.000, em 1977. Os novos produtos precisam ser cada vez mais complexos para fazerem frente a uma grande competição mercadológica e para atender cada vez mais as questões ambientais e de saúde. (ACHILLADELIS et alii, 1987).

O final dos anos 70 e início dos anos 80 se caracterizam basicamente por um acentuado declínio no número de novos produtos. Em contrapartida a esse esgotamento relativo das inovações tecnológicas, os produtos começam a perder a proteção de patentes. Segundo Naidin (1985) e como pode-se observar na Tabela II, o mercado de inseticidas norte-americano, em 1978, tinha os produtos carbamatos como grandes protegidos por patentes, já que eram produtos mais recentes. Nos clorados, temos um pequeno número de empresas atuando devido à grande

TABELA II - Concorrência interfirmas nos diferentes mercados, EUA, 1978

GRUPOS QUÍMICOS	Nº DE PRODUTOS	Nº DE EMP. PRODUTORAS
<b>I. INSETICIDAS</b>		
Organofosforados (OF)	36	18
Organoclorados (OC)	11	09
Carbamatos (C)	09	07
Outros (O)	03	10
<b>II. FUNGICIDAS</b>		
Ditrocarbamatos	08	05
Halogenados	06	04
H. Nitrogenados	07	06
Anilinas	02	02
Outros	10	11
<b>III. HERBICIDAS</b>		
Amidas	13	13
Arseniacaais	06	05
Carbamatos	13	05
Ácidos Carboxílicos	16	15
Dinitroanilinas	09	03
Heteroc. Nitrogenados	22	12
Organofosforado	03	09
Uréia	08	06

Fonte: Naidin, 1985:54.

obsolescência técnica desses produtos. O mesmo ocorre no mercado de herbicidas, com os produtos derivados do ácido carboxílico (AC) quase que sem a proteção de patentes, ao passo que as dinitroanilinas se encontram ainda sob a proteção de patentes. No mercado de fungicidas, 76% dos produtos se encontravam protegidos por patentes, fato esse explicado pelo pequeno número de concorrentes atuando nesse setor.

Associada a perda de dinamismo tecnológico da indústria de defensivos agrícolas, a alta de preços do petróleo deflagrada pela crise de 1973 pressionou enormemente os custos de matérias-primas, o que resultou em custos reais crescentes. Segundo Metcalf (1977), "as novas moléculas de inseticidas, mais sofisticadas que as anteriores, refletiam no preço final ao consumidor. Do DDT vendido a US\$ 0,40 x 10<sup>-3</sup> a grama, aos piretróides e reguladores de crescimento vendidos a US\$ 0,09 a US\$ 0,11 a grama, houve um salto nos preços de mais de 100 vezes. Apesar dos novos piretróides serem inicialmente cerca de dez vezes mais efetivos que o DDT, as aplicações de campo estão ao nível de 112 a 224 gramas por hectare e esse diferencial entre o uso desses produtos e os tradicionais tenderá a decrescer rapidamente com os efeitos do aumento da resistência das pragas".

Estas questões apresentadas ao longo do capítulo,

refletiram, em última instância, num aumento crescente do processo concorrencial do setor, impondo novos problemas à pesquisa industrial (FUTINO et alii, 1990). Além disso, verificou-se a partir de meados da década de 70 uma nova tendência em termos de controle de pragas e que será apresentada no capítulo posterior.

## II - NOVAS FORMAS DE CONTROLE DE PRAGAS E SUAS LIMITAÇÕES

### 1. O que é o Manejo Integrado de Pragas (MIP)

Ao longo do tempo, muitas espécies de insetos tem recebido a denominação de pragas para determinadas culturas. Tal denominação induz o agricultor a estabelecer medidas de combate a esses insetos, procurando sempre manter a sua lavoura "livre" dos mesmos.

Ecologicamente, um inseto não pode ser considerado uma praga, pois o mesmo tem um papel essencial no equilíbrio dos ecossistemas, atuando num dos primeiros momentos do ciclo de transformação da matéria orgânica. Contudo, a estrutura econômica e social adotada pelo homem, impede que o ecossistema agrícola permaneça em equilíbrio, pois a colheita dos produtos agrícolas é fundamental para manter essa estrutura. Logo, o conceito de praga vai depender de vários fatores que mudam conforme a ocasião. Um inseto é uma praga ou não em função de fatores econômicos, ecológicos, sociais e culturais. Além disso, uma mesma espécie de inseto pode ser benéfica em uma situação e praga em outra.

A partir dessa conceituação dinâmica de praga, é

necessário que se utilizem estratégias de redução populacional de insetos de forma a possibilitar o emprego de diversas alternativas de controle, de acordo com um contexto.

Assim, nos últimos anos, os pesquisadores têm procurado incessantemente o desenvolvimento de uma tecnologia de controle de pragas que atenda as necessidades da sociedade e, ao mesmo tempo, considere os princípios ecológicos. Hoje em dia, o que mais se aproxima dessa maleabilidade é o Manejo Integrado de Pragas, pois envolve a utilização de técnicas diferenciadas que visam a supressão populacional exclusivamente para manter os insetos numa condição em que não cheguem a ser rotulados como pragas, mantendo a harmonia do ambiente, sem causar danos econômicos (CRUCOMO, 1990).

Historicamente, o homem foi incapaz, por muito tempo, de conhecer o mecanismo biológico das pragas, mas mesmo assim desenvolveu métodos empíricos de proteção à sua plantação que, mais tarde, acabaram sendo adotados cientificamente e têm sido utilizados até hoje, tais como: a rotação de culturas; sazonalidade e seleção de plantios; poda; fertilizantes, etc.

Como já foi visto no capítulo anterior, o controle químico surgiu no final do século XIX

progrediu muito, porém muitas vezes esse tipo de controle empregava substâncias inorgânicas muito nocivas à saúde. A química orgânica ganhou grande impulso industrial durante a Segunda Guerra Mundial, levando ao mercado uma infinidade de produtos que apresentavam separadamente uma solução simples e prática de eliminação de pragas, iniciando um processo de uso indiscriminado. Contudo, o desenvolvimento da agricultura trouxe à tona uma série de modificações técnicas, econômicas e sociais que acabaram por fazer com que os produtos químicos deixassem de ser uma solução irrestrita para os seus problemas, além de muitas vezes se transformarem em mais um problema. (Vide Capítulo I).

A cada ano eram necessárias doses cada vez maiores e mais freqüentes de defensivos para a obtenção de um resultado economicamente satisfatório. As pragas começaram a exibir uma tolerância aos defensivos, exigindo, muitas vezes, a substituição por produtos mais fortes que, com o passar do tempo, acabaram por apresentar o mesmo problema. Muitas espécies de insetos passaram a ressurgir rapidamente após a aplicação de defensivos e muitas outras espécies consideradas secundárias, passaram a ser importantes pragas primárias, exigindo um aumento do uso de defensivos. Ao mesmo tempo, os resíduos deixados pelos defensivos

contaminavam cada vez mais o meio ambiente, colocando em risco a saúde humana. (METCALF et alii, 1977).

Era, assim, emergente que se desenvolvesse um controle de pragas, mais racionalizado, possibilitando que se estabelecesse condições de convivência (e não mais de eliminação total) com os insetos.

Segundo CROCOMO (1990), "Geier & Clark (1961) lançaram a idéia de manejar as populações dos insetos e Geier (1970) propôs o termo Manejo de Pragas para designar o controle de insetos em bases ecológicas. Entretanto, Smith et alii (1976) preferiram utilizar o termo Manejo Integrado de Pragas e estender a utilização dessa técnica a qualquer tipo de problema limitador da produção agrícola decorrente da competição interespecífica (patógenos, insetos, nematóides, plantas invasoras, etc)".

Segundo Paschoal (1979), "modernamente fala-se em Manejo Integrado de Pragas, que é a integração de todos os processos conhecidos pela ciência atual e que são úteis para evitar os danos econômicos causados pelas espécies daninhas. Incluem-se aqui o uso de variedades e raças resistentes de plantas e de animais; o uso de predadores, parasitos, patógenos e competidores; o manejo genético de populações, pela introdução de genes letais e de genes que diminuem a adaptação das populações aos meios em que vivem; o uso de métodos de

controle cultural, físico e mecânico, como temperatura, umidade, luz, som, etc., que se baseiam na ecologia e no comportamento das pragas; o uso de antimetabólicos, de substâncias que impedem a alimentação das pragas, de hormônios e ferormônios e de substâncias atrativas e repelentes; o uso de técnica de esterilização, etc. Os praguicidas continuavam a ser usados, mas com muito menor intensidade e com maior propriedade, apenas para manter as populações em níveis subeconômicos."

Ainda segundo Paschoal (1979), "o manejo de pragas deve operar dentro dos "sistemas vitais" das espécies daninhas, reduzindo suas adaptações ao meio por intermédio de mecanismos que modificam os caracteres hereditários dos indivíduos, impedindo-os de desenvolver suas funções normais de reprodução e de sobrevivência, ou alterando os ambientes efetivos dessas espécies, de modo a torná-los inadequados para suportar altas populações. Em outras palavras, o Manejo Integrado de Pragas reconhece a existência de fatores co-determinantes de abundância (caracteres hereditários e ambiente efetivo) que atuam nos indivíduos, controlando suas funções vitais e determinando incremento populacional através de estimulação reprodutiva e imigração, e nas populações desses indivíduos, limitando seu número através do aumento das taxas de mortalidade,

redução da natalidade e emigração".

Segundo Geier (1966), deve-se empregar o MIP através da:

- Determinação de como o ecossistema pode ser modificado, para que a população de insetos seja reduzida a níveis toleráveis economicamente;
- Aplicação de biotecnologia para a obtenção de tal modificação ecossistêmica (ecologia aplicada);
- Desenvolvimento de processos de controle de "insetos-praga" atualizados, que visem a convergência dos interesses econômicos e sociais com os aspectos qualitativos do meio ambiente.

Deve-se lembrar, por fim, que o controle econômico é atingido quando o dano econômico for evitado. A presença de pragas deve ser tolerada a níveis reduzidos por serem benéficas em termos ecológicos, pois possibilitam a sobrevivência dos inimigos naturais, além do que, economicamente, "disciplinam" o uso de defensivos, que são então usados apenas como coadjuvantes na manutenção das populações de insetos num nível populacional ótimo e diferente de zero. Assim, a erradicação pode ser entendida como a antítese do manejo integrado de pragas. (PASCHOAL, 1979).

## 2. O Manejo Integrado de pragas e Resistência de Plantas

A utilização de variedades resistentes é um dos

metodos que mais vem se destacando no controle de pragas, podendo reduzir as populações da pragas a níveis inferiores ao dano econômico sem causar prejuizos ao ecossistema e ao agricultor. Além disso, a sua associação com outros metodos de controle praticamente não sofre restrições.

Esse metodo, apesar de remontar ao século XIX, ficou por muito tempo relegado a segundo plano, muito provavelmente pela falta de dados básicos sobre genetica. Apenas nas últimas décadas é que essa tendência se inverteu, possibilitando o uso racional de variedades resistentes no controle de pragas. (CROCOMO, 1990).

De acordo com Rosseto (1973), "planta resistente é aquela que, devido à sua constituição genotípica, é menos danificada que uma outra em igualdade de condições".

Além da redução dos danos provocados por pragas, o uso de variedades resistentes exhibe uma série de outras vantagens que, segundo Vendramin (CROCOMO, 1990) são:

- Facilidade de utilização. Todo agricultor pode se beneficiar desse método de controle, já que não se exige um conhecimento adicional ao mesmo sobre a sua plantação;

- **Custo.** Pode ser considerado gratuito ao agricultor, uma vez que o mesmo não dispende nenhum valor adicional com qualquer serviço de atenção à praga;
- **Harmonia com ambiente.** Já que esse método não se utiliza de elementos artificiais, não há possibilidade de contaminação do meio nem tampouco de destruição de insetos benéficos;
- **Persistência.** O efeito do uso de variedades é permanente, além de combater baixas populações de pragas, o que por meio de inseticidas seria impossível do ponto de vista econômico;
- **Redução da infestação em variedades suscetíveis e em outras culturas.** Quando uma variedade resistente é cultivada em grandes áreas, há uma redução na população de pragas que atingiam anteriormente variedades suscetíveis e outras culturas;
- **Não interferência nas demais práticas culturais.** Uma vez que esse método não apresenta problemas de resíduos e não existe mão-de-obra adicional;
- **Compatibilidade.** Compatível com todos os métodos de controle de pragas, podendo ser usado em qualquer programa de MIP;

Ainda segundo Vendramin (CRÓCOMO, 1990), as principais limitações do método de variedades resistentes são:

- **Tempo para obtenção da variedade resistente.** Muito

longo, já que nos casos em que não se conhece as características de resistência da espécie vegetal à praga, esse tempo é de, em média, 7 anos. A maior dificuldade é a associação em uma mesma variedade de características de resistência à praga, resistência as doenças, alta produtividade, boa qualidade do produto, etc.:

- Limitação genética da planta. Para o sucesso de uma variedade resistente, a espécie deve ter obrigatoriamente uma diversidade genética para que, entre as variedades testadas, se encontrem fontes de resistências:
- Ocorrência de biótipos. Esse tipo pode limitar o uso de algumas variedades resistentes;
- Características de resistência conflitantes. Algumas variedades podem exibir resistência para um determinado inseto e suscetibilidade a outros.

Nota-se, assim, que a técnica de variedades resistentes pode ser empregada nos mais variados casos de controle de insetos, em especial aqueles de pragas bastante nocivas, pragas de culturas de ciclo curto, em culturas de baixa renda líquida e em países subdesenvolvidos, pois não aumenta os custos de produção. Além disso, vale lembrar que é um método que não desequilibra o ecossistema e que, portanto, se amolda perfeitamente ao

manejo de pragas.

As variedades resistentes podem ser utilizadas como método único de controle, mesmo sabendo-se que, na maioria das vezes, há uma maior eficiência quando utilizados de maneira conjunta a outros métodos. Contudo, apenas para ilustrar a sua eficácia de maneira isolada, a Tabela III mostra um crescimento teórico da população de um mesmo inseto em duas situações: uma em variedade suscetível e outra, em variedade resistente, considerando-se que o inseto entra em diapausa em determinada época do ano.

TABELA III -- Crescimento teórico da população de um inseto em duas variedades: uma suscetível e uma resistente (1)

GERAÇÃO	Nº DE INSETOS/HA	
	VARIEDADE SUSCETIVEL	VARIEDADE RESISTENTE
1º ANO		
País	100	100
F1	500	250
F2	2.500	625
F3	12.500	1.563
F4	62.500	3.906
2º ANO (2)		
País	1.625	105
F1	8.125	263
F2	40.625	656
F3	203.125	1.641
F4	1.015.625	4.102

(1) Reduz o tamanho da população em 50% a cada geração.

(2) 10% de F3 e 50% de F4 entram em diapausa, dos quais apenas 5% sobrevivem.

Fonte: Urocomo, 1990:180.

Mesmo demonstrando essa eficácia teórica no controle de pragas apresentada na Tabela III, o uso de variedades resistentes pode ser ainda muito mais vantajoso no Manejo Integrado de Pragas e, segundo Vendramin (CROCOMO, 1990), já não se torna imperativo que a resistência, por si só, resolva o problema da praga, mas sim que ela auxilie na redução da população do inseto. Isto estabelece novas perspectivas para a utilização prática dessa técnica, já que é mais fácil a obtenção de variedades com níveis baixos ou moderados de resistência do que aquelas altamente resistentes, as quais são necessárias quando utilizadas com exclusividade".

Sabe-se hoje que a variedade resistente pode também contribuir para a redução do número de aplicações de defensivos químicos, bem como reduzir a quantidade aplicada. Isso torna-se vantajoso na medida em que diminui a mortalidade de insetos não-pragas, reduz a probabilidade de surgimento de biótipos do inseto resistente ao inseticida, preserva o meio ambiente e barateia o custo do controle de pragas. Pode-se concluir, portanto, que o uso de variedades resistentes no manejo integrado de pragas é perfeitamente possível e desejável do ponto de vista econômico.

### 3. O Manejo Integrado de Pragas e o Controle Biológico Clássico

A questão a ser levada neste subitem é basicamente o porquê de não ter se difundido o Manejo Integrado de Pragas como o esperado, bem como apresentar o controle biológico que, tal qual o método de variedades resistente, é um importante método interno ao MIP.

Desde 1965, os programas de MIP foram adotados pela Food Agricultural Organization (FAO) e desde 1975 ganharam um grande impulso, já que se constatava uma redução de 30% a 40% do uso de defensivos químicos. Contudo, sua difusão se limitou a algumas culturas e regiões. Nos EUA e Europa (onde mais se intensificaram as pesquisas de MIP) a prática do mesmo se restringiu à cultura de algodão e a algumas culturas frutíferas. Nos países latino-americanos, esta técnica se limitou ao algodão e à cana-de-açúcar, na Tailândia e Índia à orizicultura, no Pacífico Sul aos coqueiros, na Grécia e Portugal à cultura de oliveiras. (FUTINO et alii, 1990).

O controle biológico também apresentou dificuldades de difusão, contudo, faz-se necessário uma apresentação conceitual do método, para que depois se analise os seus problemas. Segundo FUTINO et alii, "no controle biológico clássico busca-se a eliminação ou controle de uma praga, doença ou ervas infestantes

através de agentes biológicos. A luta biológica pode ser desenvolvida através da intensificação do parasitismo natural ou pela introdução de espécies exóticas, utilizando-se de diferentes agentes, tais como: insetos entomófagos (predadores e parasitóides de pragas); artrópodos fitófagos de ervas infestantes; bactérias; fungos e vírus (entomopatógenos para as pragas e microorganismos antagonistas, no caso de combate às doenças)".

Os métodos utilizados pelo controle biológico são basicamente dois: aclimatação e tratamento biológico. No primeiro método, permite-se a adaptação do agente biológico controlador na cultura, após passar por um período de preadaptação e dispersão, sem que sejam necessárias introduções ulteriores. No segundo método, é necessário a introdução do agente biológico controlador uma ou mais vezes durante o período da cultura, levando-se em consideração a bioecologia do agente controlado (Crocomo, 1990).

A necessidade de produção em massa de determinados agentes biológicos mostrou-se como um importante fator limitante do ponto de vista econômico. Além disso, a "aclimatação" de agentes biológicos, por si só, elimina uma série de microorganismos, vírus e insetos controladores. Porém, certos microorganismos

(bactérias e fungos) e vírus entomopatogênicos já estavam catalogados (mais de 600 espécies) como agentes mortais em diversas pragas de culturas agrícolas. Isto possibilitou a determinação de várias características de multiplicação e preparação, o que resultou, em última instância, na capitalização desses microorganismos e vírus como produtos comerciais chamados biopesticidas (FUTINO et alii, 1990).

O uso de biopesticidas com fungos, por exemplo, tem como fator favorável a infecção do inseto em seu exterior, não sendo necessária a ingestão. Contudo, a industrialização deste tipo de produto só se verificou a partir dos anos 80, sem chegar a concorrer diretamente com os biopesticidas microbianos. Isto pode ser explicado pelos seguintes itens:

- a) As estruturas morfológicas dos fungos são muito distintas e várias delas não são adequadas aos produtos que necessitam de um tempo de vida razoável;
- b) Muitas vezes, essas estruturas não se adaptavam no campo, isto porque exigiam alta umidade ou simplesmente não se adaptavam aos ecossistemas em que eram aplicadas;
- c) A taxonomia dos fungos não é totalmente conhecida no que diz respeito a causarem doenças em insetos, o que pode levantar questões de legitimidade do fungo comercializado (Lisansk, 1985).

O uso de vírus como biopesticidas também apresenta problemas de produção em massa, já que a produção de um vírus é feita sobre insetos hospedeiros in vivo. Entretanto, a tecnologia disponível da indústria de fármacos favoreceu a sua produção (fruto principalmente de pesquisas em vacinas e antibióticos), fazendo com que hoje o número de produtos comerciais produzidos de vírus superem tranquilamente o de fungos.

Até o final dos anos 70, a produção de biopesticidas pela indústria tradicional de defensivos químicos se limitava às indústrias que tinham prioridade na produção de fermentativos, como é o caso da Abbott Laboratórios e Sandoz. Vale notar que tais empresas não ocupavam uma posição de liderança no mercado de defensivos químicos e, por isso mesmo, interessavam-se em manter um produto tecnologicamente diferenciado e que lhes garantia um segmento do mercado. Segundo Futino (1990), "dentre as razões da restrição de produção de biopesticidas pelas empresas de defensivos agrícolas, podem ser citadas:

a) Produção de biopesticidas, além de colocar em risco a extensa linha de produtos químicos, era dificultada pela própria natureza da tecnologia de produção de produtos de base biológica que não se coadunavam com a trajetória tecnológica de base

química mantida pela indústria:

- b) Problemas de apropriabilidade relativa a comercialização de organismos vivos;
- c) Tecnologia de produção muito difundida, baixo aporte de capital necessário para testês laboratoriais, plantas industriais e formulações, o que permitia também a sobrevivência de pequenas e médias empresas com delimitados mercados regionais. Acrescente-se a ausência de ganhos com integração vertical, dado o pequeno controle das matérias-primas (no caso, os próprios microorganismos)".

Além disso, uma das principais razões que limitaram a expansão do MIP e, mais especificamente, do controle biológico foi a falta de informação a respeito do problema que relaciona as pragas em geral e o meio ambiente, pois exige-se que um alto grau de informações setoriais e regionais sobre o comportamento das pragas, os seus inimigos naturais, sua dispersão, sintomas, níveis de danos econômicos, etc., para que se tenha uma visão agregada e articulada entre fabricante, agricultor, órgãos de pesquisa e assistência técnica.

Outro detalhe importante é que o controle biológico muitas vezes tem o seu sucesso condicionado ao fracasso do controle químico. Podem ser citados, como exemplos os casos da broca da cana-de-açúcar e das cigarrinhas de pastagens (FUTINO et alii, 1990). For

outro lado, a pressão dos custos de defensivos agrícolas em culturas como o algodão e soja, também ajudou na difusão do MIP e do controle biológico. No algodão, conseguiu-se reduzir consideravelmente o número de aplicações de defensivos químicos em diversos países e, no Brasil, a lagarta da soja teve como agente controlador o Baculovirus (substituindo o controle químico). Entretanto, é essencial para que essas difusões assumam maiores proporções o correto Manejo Integrado de Pragas, que foi, por muito tempo, dificultado pelo uso generalizado de defensivos químicos (que não necessitam de conhecimentos profundos sobre as relações ecológicas entre praga e meio ambiente).

Além das restrições à produção apresentadas e da correta informação/articulação de agentes no MIP, existem vários fatores de restrição ao uso de produtos biológicos, quais sejam:

- Visão imediatista do agricultor em geral, devido, em grande parte, ao costume de se utilizar agroquímicos de ação rápida e letais;
- Especificidade do produto biológico a um determinado agente controlado, o que faz necessário o uso de agroquímicos, quando do surgimento de outras pragas e/ou doenças;
- Suscetibilidade do biopesticida quando sujeito à ação de chuvas, excesso de calor, etc., além do seu curto

período de estocagem nas propriedades agrícolas;

- A extensa gama de variedades, em se tratando de produtos químicos, que permitem um maior espectro de atendimento aos diversos problemas apresentados durante as fases de uma cultura, ou seja, a maior flexibilidade aparente que os produtos químicos detêm vis-a-vis aos produtos biológicos (FUTINO et alii, 1990).

No próximo capítulo, o MIP será analisado no âmbito brasileiro, procurando demonstrar-se que o controle biológico e outras técnicas alternativas de controle de pragas podem assumir um papel muito importante, qual seja: o de garantir a rentabilidade da agricultura, dando a ela maior liberdade de ação face à rigidez tecnológica e de preços, determinados pelas empresas líderes do setor de defensivos.

### III - O DESENVOLVIMENTO DO CONTROLE BIOLÓGICO E DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NO BRASIL

O presente capítulo terá como objetivo principal traçar um "panorama" das técnicas de Controle Biológico e Manejo Integrado de Pragas utilizadas nas principais culturas brasileiras, incluindo aí as atividades precursoras dessas tecnologias, que refletiram no atual nível de conhecimento das mesmas. Espera-se também apontar os principais problemas encontrados, as soluções adotadas e/ou a adotar.

Antes de se analisar o caso brasileiro, vale lembrar que, à nível mundial, o mercado de defensivos biológicos não deve ter ultrapassado ainda a pequena marca de aproximadamente 10% das vendas totais de defensivos, mostrando claramente que, apesar das vantagens apresentadas, o uso desses defensivos continua minoritário. Pode-se citar, como exemplos, os casos da China e EUA. O primeiro é o maior usuário mundial de defensivos biológicos, utilizando-se apenas de 15% desses produtos em relação ao total de defensivos. O segundo, a despeito do seu grande mercado, não chega a utilizar 5% de defensivos biológicos em suas lavouras, com um destaque mais negativo ainda para o uso de inseticidas biológicos, que em 1985 representaram menos de 1% do total utilizado de inseticidas.

No Brasil, apesar da carência de dados numéricos precisos no que diz respeito à utilização de defensivos biológicos, a maioria dos pesquisadores consideram que o uso do mesmo deve estar em torno de 10% apenas.

Além disso, segundo Futino (1990), "no Brasil foram conduzidas diversas pesquisas relacionadas ao MIP e CB, entretanto, a maior parte dos conhecimentos acumulados refere-se ao nível de taxonomia de parasitóides, parasitas, predadores e antagonistas das diversas pragas incidentes na cultura agrícola. Programas de pesquisa, visando a introdução de inimigos naturais principalmente para combater insetos, datam da década de 20, porém foram poucos os que se difundiram além dos campos experimentais".

Mais uma vez, coube ao setor público o papel de difusor da tecnologia, uma vez que o setor privado (na sua maioria) não demonstrou interesse suficiente para alavancar esse novo mercado, com a ressalva de que, a partir da emergência do controle químico após a II Guerra Mundial, essas pesquisas acabaram se restringindo às áreas de entomologia e fitopatologia.

Logo, mesmo no setor público, o desenvolvimento de defensivos biológicos no Brasil acabou prejudicado, fruto da rápida ascensão dos defensivos químicos, principalmente a partir dos anos 70. O uso muitas vezes

massificado e indiscriminado desses produtos fez por restringir, em última instância, a atuação dos organismos públicos, que se viram "amarrados" às rotinas estabelecidas por uma tecnologia que só fazia contribuir para a sua adaptação (FUTINO et alii, 1990).

Dentro desse contexto, serão apresentados os experimentos com o MIP e o CB nas principais culturas brasileiras, quais sejam: a cana-de-açúcar, a soja, o algodão e o trigo. Culturas como o café e a laranja (entre outros) ficaram de fora por não terem ainda experimentos tão significativos e em grande quantidade, como as quatro culturas citadas.

#### 1. Cana-de-Açúcar

sem dúvida, e no cultivo de cana-de-açúcar que estão presentes uma das mais desenvolvidas técnicas de obtenção de parasitas que fazem o papel de controladores de pragas. Vários laboratórios se espalharam pelo país, visando a produção de moscas da família prachmidae e da vespinha *A. flavipes*. Isso ocorreu devido as grandes dificuldades de se controlar, via defensivos químicos, as pragas broca de cana-de-açúcar e cigarrinha da folha, o que priorizou, em última instância, o controle biológico das mesmas.

A produção em massa do *A. flavipes* no combate a

broca da cana, tornou-se dos mais efetivos exemplos de controle biológico. Sua adaptação, no Brasil, ocorreu no estado de Alagoas, onde foi pesquisado por uma estação experimental do IAA/Planalsucar em meados da década de 70. Já no final dessa década, essa vespinha já havia se espalhado por 16 estados brasileiros, reduzindo significativamente a incidência da broca da cana, principalmente nos estados do Nordeste, chegando a reduzir em 37% a incidência dessa praga no Rio Grande do Norte. No Brasil, o parasitismo, no controle da broca da cana via inimigos naturais, pulou de 12,80% para 26% (Relatório IPT, 1985).

A Tabela IV mostra a evolução do nível de parasitismo em áreas de difusão de *A. flavipes* na região Centro-Sul do país, entre dezembro de 1981 e novembro de 1982.

A partir dos surpreendentes resultados de *A. flavipes* criou-se o Programa Nacional de Controle Biológico da broca da cana supervisionado pelo IAA/Planalsucar, que já em 1983 conseguiu difundir perto de um bilhão de *A. flavipes* em território nacional. Segundo Futino (1990), "os custos do programa de pesquisa e produção dos insetos, as técnicas de sua criação massal e a rotina de liberação dos mesmos foram fundamentais ao Brasil no tocante ao acúmulo de

conhecimentos sobre tecnologia de Manejo Integrado de Pragas, utilizando-se de insetos predadores ou parasitóides".

Outro método de controle biológico muito usado na cana se dá através do fungo *M. anisopliae*, que combate a cigarrinha-da-folha.

TABELA IV - Porcentagem de parasitismo em áreas de liberação de *Apanteies flavipes* na Região Centro-Sul, no período de dezembro/81 a novembro/82

Meses	Total	M minense	F diaripaipis	A flavipes	outros	Parasitismo	Representatividade
	Formas Biológicas					Natural Total	Apanteies/ Total
Dez/81	5.524	6.38	2.91	24.46	0.58	34.25	71.42
Jan/82	6.614	5.17	2.12	35.79	0.48	43.56	43.56
Fev	5.682	9.28	1.88	34.24	0.26	44.78	76.46
Mar	4.533	16.59	2.43	26.36	0.18	45.56	57.86
Abr	3.887	11.35	2.44	23.19	0.64	39.62	63.58
Mai	3.833	14.51	5.26	12.59	0.59	32.97	36.19
Jun	3.621	11.35	4.17	13.64	0.91	38.87	43.36
Jul	5.885	10.85	4.74	15.46	0.66	31.71	46.75
Ago	3.956	9.83	3.82	19.67	1.98	36.58	53.89
Set	7.888	10.43	2.32	28.98	1.61	35.34	59.37
Out	7.741	7.85	1.25	23.69	1.33	33.32	71.18
Nov	9.226	4.82	8.51	36.14	1.22	41.69	66.27
Total/ Média	65.788	9.73	2.85	24.82	0.67	37.47	62.67

Fonte: PLANALSUCAR

Esse fungo passou a ser produzido em massa e

diversificado sobre as lavouras de cana e a sua eficiência está intimamente ligada ao esforço do Planalsucar e dos Departamentos de Genética e Entomologia de Piracicaba (USP). Através dessas instituições e posteriormente de outras como a UNICAMP e CENARGEM/EMBRAPA houve um grande avanço em termos de melhoramento genético no país.

O fungo *M. anisopliae* foi utilizado para pastagens no controle da cigarrilha, com resultados ainda discutíveis do ponto de vista econômico. Porém, segundo Futino (1990), "as pesquisas com *Metarhizium* apresentaram-se, como ainda apresentam-se, de grande importância pois, afora a capacitação técnica adquirida, o domínio das questões básicas de genéticas de fungos e as questões aplicadas ao controle biológico estimularam estudos sobre demais fungos com grandes potencialidades ao C.B. Além do *M. anisopliae*, entre as principais, têm merecido atenções pelos pesquisadores brasileiros, o fungo *Beauveria bassiana* para o controle da broca da cana-de-açúcar, bicudo do algodão, broca do café, formigas; *Nonurea rileryi* para controle de várias lagartas da soja; *V. lecanii* e *V. leptobacter* para conchonilhas do café e frutas cítricas.

Além disso, a partir de 1983, pesquisas feitas pela UNICAMP e IAA/PLANALSUCAR começaram a desenvolver um biopesticida do vírus da granulose (D5VG) utilizando lagartas de *Diatraea* que eram rejeitadas no processo de

criação do *A. flavipes*. A UNICAMP conseguiu uma série de melhoramentos genéticos do vírus da granulose, conseguindo multiplicar em aproximadamente 100 vezes a sua virulência. Já em 1986, associou-se a essa pesquisa o Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura (CNPDA/EMBRAPA) de Jaguariúna-São Paulo, visando viabilizar a produção industrial do vírus granulose, sendo que esses estudos acabaram se estendendo também ao biopesticida de Baculovírus *Anticarsia*, utilizado no controle da lagarta da soja (Relatório do IPT, 1985).

## 2. Soja

A cultura da soja é atacada durante todo o seu ciclo vegetativo por vários insetos, sendo que dois deles merecem destaque: a lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*) e a falsa medideira (*Pseudoplusia includens*), que podem causar danos de até 100% nos desfolhamentos.

A lagarta da soja é o principal inseto desfolhador em praticamente todas as áreas de cultivo de soja no Brasil, causando desfolhamentos desde o Rio Grande do Sul até os estados da Região Centro-Oeste. Seu pico populacional ocorre em janeiro nas áreas mais ao Norte e em fevereiro nas áreas mais ao Sul, sendo que a captura de lagartas adultas através de armadilhas

luminosas, atinge o seu apice entre dezembro e janeiro (CRBCCOMO, 1990).

A lagarta falsa medideira causa danos principalmente nas folhas mais baixas, que chegam muitas vezes a ser completamente destruidas.

A Tabela V faz uma amostragem das principais pragas que atacam a cultura da soja com base na safra de 1987/88 do estado do Paraná. Pelos dados apresentados, reforça-se a idéia de que a lagarta da soja é a principal praga da cultura, seguida pelos percevejos e lagarta falsa medideira. Vaquinhas, lagarta elasmô, broca-das-axilas e lagarta das vagens são as pragas secundárias.

Entrevistas realizadas por técnicos do EMBRAPA/PR demonstraram que os agricultores têm melhor conhecimento das pragas principais, entretanto esses mesmos agricultores têm dificuldades de identificar pragas secundárias. Além disso, os mesmos demonstram confiança na capacidade de controle exercido pelos defensivos químicos, mas têm preocupações quanto ao seu manuseio, já que podem causar danos à saúde de quem os opera (EMBRAPA, 1989).

A partir desses dados, evidenciou-se ainda mais a necessidade de se ampliar o Manejo Integrado de Pragas para a soja, fazendo inspeções regulares à lavoura,

TABELA V - Principais pragas que atacam a cultura da soja

ESPECIFICAÇÃO		ÁREA (HA)					%	TOTAL PRODUTORES
		0-10	11-25	26-50	51-170	> 170		
Lagarta de soja	A	45.00	59.49	31.67	51.69	59.89	53.24	197
	B	13.75	9.28	11.67	6.74	13.64	10.54	-
Lagarta falsa-meioceira	A	17.50	23.71	20.00	20.22	22.73	20.01	77
	B	25.50	23.71	16.33	21.35	22.73	22.43	-
Lagarta elasmio	A	7.50	4.12	5.00	4.49	6.82	5.41	20
	B	20.00	23.71	23.33	20.22	29.00	22.16	-
Percerveyos	A	45.00	49.48	41.67	43.82	43.18	45.14	167
	B	10.00	14.43	16.67	10.11	20.45	13.78	-
Vaquinhas	A	15.00	14.43	10.00	8.99	13.64	12.43	40
	B	23.75	30.93	15.00	20.22	22.73	23.24	-
Broca-das-Axilas	A	2.50	6.19	1.67	6.74	9.09	5.14	19
	B	22.50	23.71	25.00	15.73	25.00	21.89	-
Insetos de solo	A	1.25	-	1.67	4.49	2.27	1.89	7
	B	22.50	21.65	16.67	14.61	25.00	19.73	-
Lagarta das vapens	A	5.00	4.12	3.33	6.74	-	4.32	16
	B	16.75	12.37	16.67	10.11	22.73	15.15	-
Tripos	A	1.25	1.03	3.33	4.49	6.82	2.97	11
	B	20.00	16.49	13.33	10.11	20.45	15.68	-
Tamborã ou bicudo da soja	A	-	1.03	-	1.12	11.36	1.89	7
	B	15.00	10.31	11.67	7.87	4.55	10.27	-
Não houve ataque de pragas	A	-	1.03	-	-	-	0.27	1
	B	3.75	3.09	6.67	1.12	2.27	3.24	-
Total de Produtores/extrato		00	97	60	89	40	-	-

A = Ocorrência todos os anos

B = Ocorrência eventual

Fonte: EMBRAPA-CNPqSo. Londrina-Pr. 1986.

verificando-se o nível do ataque que esta relacionado a desfolha, o número e o tamanho das lagartas, etc.

A Tabela VI mostra detalhes importantes do manejo

TABELA VI - Avaliação do Manejo de Pragas e o uso do Baculovirus na soja

ESPECIFICAÇÃO	AREA (HA)					%	TOTAL PRODU TORES	
	0-10	10-25	25-50	50-170	> 170			
Utilização do manejo de pragas	19.86	27.15	19.89	23.17	13.90	40.60	151	
	37.15	41.26	40.00	39.32	47.72	-	-	
Uso do pano-de- batida	7.04	21.12	18.30	33.80	9.27	19.18	71	
	6.25	15.46	21.66	26.76	31.81	-	-	
Número de aplica ções de aprotó xicos na lagarta	Uma	15.18	21.51	11.39	30.37	21.51	22.35	79
		15.00	17.53	15.00	26.97	30.64	-	-
	Duas	16.86	31.32	18.07	18.07	15.66	22.43	83
		17.50	26.00	25.00	16.85	29.55	-	-
	Três	16.60	19.27	18.60	12.04	-	11.62	43
		10.00	16.49	13.33	11.24	2.27	-	-
Número de Aplicações para Fer cevejos	Uma	17.69	26.46	17.69	23.07	13.07	35.14	130
		26.75	30.14	36.33	33.71	38.64	-	-
	Duas	8.33	25.00	8.33	58.33	-	3.24	12
		1.25	3.09	1.67	7.87	-	-	-
Uso de baculo vírus		25.00	18.00	7.50	47.50	32.50	18.81	40
		1.25	4.12	5.88	21.34	29.54	-	-
Eficiência do Baculovirus	Ótimo	4.16	4.16	6.32	54.16	29.16	6.48	24
		1.75	1.03	3.33	14.60	15.91	-	-
	Regular	-	20.00	-	40.00	40.00	2.78	10
		-	2.06	-	4.49	9.09	-	-
	Ruim	-	16.60	16.60	33.23	33.23	1.62	6
		-	1.03	1.67	2.25	4.55	-	-
Interesse em usar Baculovirus		22.82	28.85	17.44	16.79	12.08	40.27	149
		42.58	44.32	43.33	32.46	48.98	-	-
Total de produtq res por extrato		60	97	60	89	44	-	376

Fonte: EMBRAPA - CNPSo, Londrina-PR, 1988.

integrado de pragas, destacando que 41% dos produtores confirmaram o uso dessa técnica. Porém, apenas 19% dos mesmos usam o pano-de-batida, que é também uma técnica de MIP. Além desses dados, nota-se que 10,8% dos produtores usaram o bacilovírus em toda propriedade. São as que mais efetivaram essa técnica.

Procurou-se saber também qual o grau de eficiência conseguido com a utilização do bacilovírus, sendo que, dos produtores que o utilizaram, 60% afirmaram que a eficiência foi ótima, 25% regular e apenas 25% ruim. Acrescenta-se a isso o fato de que 40% dos produtores demonstraram interesse de utilização do bacilovírus. Esses dados significam que o bacilovírus pode atingir quase um milhão de hectares no Paraná (desde que a sua produção aumente em quantidade e também em competitividade) (EMBRAPA, 1989).

O uso de variedades resistentes na soja é também um componente muito importante em programas de MIP. Procuram-se encontrar genótipos de soja, que tenham efeitos negativos na biologia dos insetos ou que sejam menos preferidos e/ou mais tolerantes ao ataque dos mesmos.

No Brasil, Fanizzi (Crocomo, 1990) avaliou um grande número de linhagens e variedades no campo, chegando a conclusão de que algumas delas eram menos

danificadas por percevejos. Além disso, sementes menores (com menos de 10 gramas por 100 sementes) mostraram-se também menos danificadas. Como resultado de vários estudos a esse respeito, uma variedade resistente chamada IAC 100 que apresenta maior resistência e/ou tolerância ao ataque de percevejos, foi lançada recentemente no estado de São Paulo.

Voltando aos bioinseticidas utilizados no Brasil, tem-se o bacillus Thuringiensis (BT). O B.T. é uma bactéria que se encontra normalmente no solo e que foi descoberto no início do século, sendo que em 1970 começou a ser produzido pelo Laboratório ABBOT, nos EUA. A sua formulação comercial mais utilizada é o DIPEL e no Brasil é recomendado para as duas principais pragas (lagarta da soja e lagarta falsa medideira). Segundo o relatório do IPT (1985), "durante a esporulação, o DIPEL produz uma pequena quantidade de proteína cristalizada, a qual é tóxica para a maior parte das lagartas que se alimentam de plantas. Esses cristais tornam-se altamente solúveis no intestino alcalino (Ph superior a 7) das lagartas e a sua dissolução é acompanhada com a liberação de componentes tóxicos. Esses componentes, atacam o revestimento do intestino médio da lagarta e com o rompimento do epitélio, há o extravasamento desse conteúdo intestinal para dentro da hemolinfa do inseto. Os danos causados por esse processo normalmente matam o

inseto dentro de 1 a 4 dias".

Segundo Futino (1990), "os menores preços de inseticidas químicos (3 a 4 vezes) foram decisivos à restrição da difusão desse biopesticida. No início da década de 80, sua difusão também não seria favorecida com a entrada dos piretróides específicos ao combate de lagartas, fato que não se estendeu só ao Brasil. Nos EUA os biopesticidas virais e bacterianos sofreram séria concorrência dos novos piretróides, face à sua rapidez quanto à ação redutora de pragas, o que constatava visivelmente com os biopesticidas. Acrescenta-se que a viabilidade do produto comercial B.T., nas condições climáticas brasileiras, deixou muito a desejar. Verificou-se uma alta suscetibilidade do produto frente as variações de temperatura e radiação solar, e no armazenamento, a viabilidade do produto de B.T. que era estipulada em um ano, atingia apenas 3 a 4 meses".

Contudo, o B.T. é um dos mais eficientes inseticidas biológicos que se desenvolveu no país, sendo que até o momento não se constatou sua toxicidade em relação aos mamíferos. Pode ser utilizado em diversas culturas, tais como: uva, fumo, verduras, maçã, alfafa, algodão, etc.,. Seu uso tem sido mais direcionado para soja; no Brasil, a UNICAMP vem desenvolvendo esforços no sentido de alcançar a auto-suficiência desse produto, já que o Brasil vem se utilizando de importações de B.T. em

forma de concentrado técnico.

Para finalizar o caso da soja, deve-se atentar que o controle químico é a principal medida disponível apenas quando os ataques das pragas atinjam bases emergenciais. Do contrário, o MIP da soja deve ser amplamente conhecido e empregado pelos agricultores, pois o seu alto nível de eficiência e baixos riscos ao meio ambiente por si só já o elevam a categoria de método preferencial de controle de pragas.

### 3. Algodão

Sabe-se hoje que existem mais de 200 insetos que se alimentam do algodoeiro. Contudo, a maioria desses insetos não chegam a causar danos econômicos à cultura devido a sua baixa densidade populacional e devido à pressão de fatores bióticos e abióticos em geral.

Segundo Bleicher (1990), os insetos e ácaros que necessitam de um controle nos algodoeiros são:

1. Tripes; 2. Pulgão do algodoeiro; 3. Broca do algodoeiro; 4. Percevejo rajado; 5. Bicudo do algodoeiro; 6. Lagarta das maçãs; 7. Curuquerê do algodoeiro; 8. Acaro branco; 9. Acaro rajado; 10. Lagarta rosada.

Algumas dessas pragas surgem apenas quando existem órgãos frutíferos, como é o caso do bicudo e das lagartas. Existem também os predadores tais como as formigas lava-pes e os marimbondos que atuam em qualquer época do ano e que, na opinião dos pesquisadores, agem como equilibradores biológicos, antes que a praga provoque danos econômicos. Segundo relatório do IPT (1985), "as larvas e ninfas que não são atacadas pelos predadores sotrem a ação dos parasitas e patógenos. Da fase intermediária à fase adulta, as pragas, no caso do algodoeiro, são parasitadas por microhimerópteros e dípteros taquinídeos que necessitam de altas densidades de pragas. Já os agentes dependem de condições favoráveis para sua ocorrência. No caso do algodoeiro, o primeiro parasitismo observado foi sobre a *A. gossypii*, realizado através da vespinha da família Aphididae. A lagarta da maçã é parasitada pelo *camponotus sonorensis* e *microcharops bimaculata*. Já o curuquerê do algodoeiro tem como parasita diversas espécies de Hymenoptera e Díptera. Na ordem Hymenoptera destaca-se a espécie *Rogas gossypii* e entre os dípteros a *Pettelloa Sinolis*, como a mais comum".

Como se pode notar, o sistema de pragas do algodoeiro é extenso e complexo, o que desfavorece, em última instância, a utilização de produtos específicos.

No início dos anos 80, em São Paulo, os

pesquisadores elaboraram um extenso estudo que abrangia todo o espectro de ocorrência de pragas principais e secundárias, bem como seus inimigos naturais. Esse estudo indicou o uso de defensivos mais seletivos que não tivessem grande incidência sobre os inimigos naturais. Assim, o MIP, no algodão, utiliza-se basicamente dos agentes biológicos naturais do agrossistema do próprio algodão (Futino, 1990).

Ainda segundo Futino (1990), "a difusão dessa tecnologia em vários municípios paulistas resultou numa decisiva racionalização do uso de defensivos químicos. Em 1984/85, na área de abrangência do programa, constatou-se o decréscimo do número de pulverização de 6 a 8 para 3 a 2, correspondendo a uma redução de cerca de 70% no consumo de defensivos químicos. O sucesso do programa de MIP, no estado de São Paulo, mostrou a importância do setor público de pesquisa e extensão rural na resolução de problemas emergentes, ou seja, as pressões de custos na agricultura no momento da retirada de subsídios de crédito rural. Este sucesso abriu novos horizontes à extensão do MIP, citando-se entre as principais, a citricultura que apresenta grandes evoluções".

Além desse controle natural, o controle microbiológico induzido pelo homem, também pode ser utilizado no algodão, como por exemplo, o *Bacillus*

thuringiensis (B.T.), que é utilizado no controle do curuquerê e lagarta da maçã.

#### 4. Trigo

O manejo de pragas no trigo se dá basicamente via inserção de insetos parasitóides de pulgões do trigo. A partir de 1978, devido à baixa produtividade do trigo, o Centro Nacional de Pesquisas do Trigo (CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo-RS) em conjunto com a FAO e Universidade da Califórnia, introduziu 16 espécies de insetos que funcionam como inimigos naturais dos pulgões do trigo. Esses insetos foram disseminados nos principais estados produtores que são: Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina. Devido ao escasso número de laboratórios para a produção em massa desses insetos, esse programa acabou ficando restrito à adaptação dos insetos introduzidos. Cerca de 4 milhões desses insetos foram criados até 1982, a partir de 6 espécies mais aclimatadas ao Brasil. No Rio Grande do Sul, houve uma redução de mais de 90% no uso de defensivos químicos no controle de pulgões, depois que o MIP apresentou os seus resultados (Gassen, 1983).

Apesar do trigo ter um mercado mais solidificado do que a soja, em função dos subsídios e garantias de preços do governo federal, houve uma série de

dificuldades na difusão do MIP nessa cultura, fruto principalmente da utilização, muitas vezes complexa, de insetos exógenos como agentes biológicos. Deve-se notar também que a infraestrutura para esse programa, baseada em cooperativa de produtores, é muito mais modesta, por exemplo, do que a estrutura do PLANALSUCAR para a cana-de-açúcar. Além disso, existe a necessidade de grande conhecimento por parte dos agricultores quanto ao uso de defensivos químicos, uma vez que esses defensivos podem prejudicar o controle biológico via inserção de insetos. Existe, portanto, a necessidade de uma grande coordenação e interação entre técnicos e agricultores no Manejo Integrado de Pragas do trigo e, apesar da deficiência de alguns dos itens mencionados acima, segundo Futino (1990), "os resultados obtidos no programa de controle de pulgões do trigo demonstraram que, caso maiores esforços fossem concentrados, especialmente nos serviços de extensão rural para a difusão da tecnologia, grandes benefícios seriam assegurados, contradizendo opiniões correntes que encaram as técnicas biológicas tradicionais como mero exercício de lirismo ecológico.

Em complementação a esse capítulo, encontra-se no anexo uma série cronológica elaborada por ROBBS, C.F. (1986) das principais pesquisas de controle biológico de insetos (Artrópodos fitófagos) que tiveram relevância

científica para o controle de pragas desde os anos 20 até os anos 80.

#### IV - ESTRATÉGIAS EMPRESARIAIS NA PRODUÇÃO DE DEFENSIVOS BIOLÓGICOS

##### 1. O Caso AGROGGEN/LABOGEN

O caso AGROGGEN S/A BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA será analisado em conjunto com a LABOGEN, já que os negócios da primeira empresa fizeram surgir a segunda, e ambas se fundiram ao final.

A AGROGGEN, criada em outubro de 1967 por investidores do meio universitário e da iniciativa privada, tinha como objetivos industrializar a produção de bioinseticidas virais e, como afirma Cerantola (1991) "desde sua origem, a empresa buscou produtos de alto valor agregado em segmentos de mercados tradicionais, onde a inovação biotecnológica pudesse ocorrer.

A produção voltou-se para os bioinseticidas virais, uma vez que vários desses produtos que já poderiam estar em fase de produção e comercialização, como por exemplo o bioinseticida viral para a cana-de-açúcar, que foi desenvolvido pelo Prof. Octávio Henrique Favan da UNICAMP por aproximadamente dez anos, conseguindo ampliar a infecciosidade do produto em cerca de 100 vezes. Essas pesquisas se iniciaram com PLANALSUCAR na década de 70 e envolveram universidades e institutos públicos de pesquisa, atingindo um bom

desenvolvimento. Contudo, a partir de 1983 ocorreram vários cortes orçamentários (devido a diminuição dos incentivos ao PROALCOOL), além do que o PLANALSUCAR passou para a esfera federal, cessando vários convênios.

É dentro deste contexto que surgiu a AGROGGEN e, segundo Centarola (1991), o seu desenvolvimento se deu em quatro fases distintas.

A primeira fase, de janeiro de 1987 a fevereiro de 1988, onde a empresa foi concebida, organizaram-se os primeiros estudos de viabilidade econômica e transferência de tecnologia.

Na segunda fase, de março de 1988 a fevereiro de 1989, traçaram-se as estratégias comerciais e tecnológicas, bem como identificou-se as barreiras institucionais e de mercado. A produção do bioinseticida se dava em três locais distintos: no PLANALSUCAR, onde produzia-se massalmente as larvas; no Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética (CBMEG) da UNICAMP, que infectava, macerava e filtrava as larvas e no Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da UNICAMP, que purificava a solução, para após retornar ao CBMEG para o controle, armazenagem e expedição. A essa altura, o convênio com instituições públicas foi fundamental para que a AGROGGEN atingisse os seus objetivos empresariais.

Na terceira fase, de março de 1989 a outubro de 1989, evidenciou-se a lenta introdução dos produtos no mercado, determinando, em última instância, a própria continuidade da empresa. Um dos fatores determinantes dessa lenta introdução foi, sem dúvida nenhuma, a indiferença do setor SUCRO-ALCOOLEIRO, que trabalhando com cotas de produção, preços garantidos e subsídios governamentais pouco esforço fazia para se obter ganhos de produtividade. Além disso, o registro de produtos da AGROGGEN encontrava vários obstáculos à sua finalização, o que somado a sazonalidade da cana-de-açúcar, fez com que a empresa buscasse uma diversificação que lhe garantisse uma receita mais uniforme durante todo o ano.

Assim, a estratégia da empresa voltou-se para os testes agronômicos com o Multigen (cana e soja), redirecionando a sua planta industrial para a produção de 100% desse produto. Além disso, a empresa diversificou-se, aceitando a CODETEC como acionista, iniciando trabalhos na área de complexos vitamínicos e ração animal por processos fermentativos. Como estratégia comercial, buscou-se alcançar 1% do mercado potencial de soja entre 1989/90. Ao mesmo tempo, aumentaram os contatos na área de F&D, principalmente com a ESALQ/USP e o Instituto Biológico de Campinas, a fim de considerarem possíveis combates a outras pragas de outras culturas, tais como o milho, algodão, maçã, etc.

O resultado obtido foi significativo. Neste ano de 1989 chegaram a atingir a meta prevista de 1% do mercado potencial de soja de 10 milhões de hectares, iniciando projeções de 4% a 5% para 1990.

A quarta e última fase, do final de 1989 a início de 1991, foi marcada pelo fato de que o produto lançado no mercado, através da distribuição por diversas cooperativas no país, apresentou sérios problemas. Houve problema com lotes de Multigen encaminhados ao Mato Grosso do Sul que, simplesmente, não agiram, degenerando-se ao longo do tempo. Segundo Cerantola (1991), "as análises realizadas indicaram a troca de um componente básico no processo de produção (Gérmem de trigo por levedura) e que havia determinado essa mudança. O sucesso do lançamento comercial foi obscurecido pelo fracasso técnico, como falha no controle de qualidade, e desencadeou a recompra de todo o produto comercializado. Em fevereiro de 1990, o recolhimento já havia sido concluído".

Por outro lado, em outubro de 1989, a LABOGEN havia sido criada pelos mesmos sócios da AGROGGEN, buscando uma diversificação para a área da química fina, com o intuito de minimizar os riscos de se atuar em um mercado com poucos produtos (como é o caso da AGROGGEN), além das vantagens de substituir importações, atuar em uma planta industrial multipropósito, obter proteção

tarifária e ampliar ações em alta tecnologia.

Face ao insucesso da AGROGEN, optou-se pela fusão das duas empresas, com a venda de participações que garantiram uma alavancagem de recursos para as mesmas.

O importante aqui é ressaltar a estratégia de transferência de tecnologia que balizou-se pela participação direta do detentor da tecnologia, bem como fez uso de alianças com a universidade e institutos públicos de pesquisa para a realização de P&D e produção.

A nova fase (após a fusão) indica novas tendências, estratégicas e a aliança com a CODETEC parece ser de fundamental importância ao desenvolvimento de novas tecnologias bem como sinaliza para um novo cenário de atuação.

Segundo dados obtidos por Cerantola (1991), previsões iniciais para 1991/92 apontam para um faturamento previsto de US\$ 2,5 milhões, considerando os quinze fármacos que serão produzidos a partir de junho/julho de 1991, excluindo os contrastes radiológicos e os benzodiazepínicos que serão agregados no ano seguinte. Nesse sentido, prevê-se o segundo ano de produção, com cerca de 33 fármacos, um faturamento de US\$ 4 milhões. De médio a longo prazos, as previsões são

de 7% a 8% do mercado de fármacos, correspondentes a US\$ 20 milhões".

Relação Preliminar de Produtos

1. Teclosam;
2. Dapsona;
3. Dipiridamol;
4. Iotalamatos (sódio e meglomina);
5. Ioxitalamato de Meglomina;
6. Ioglicamato de Meglomina;
7. Metrizozatos (cálcio e meglomina);
8. Brometo de Clidinium;
9. Flurazepam;
10. Diazepam;
11. Clorazepam;
12. Terpineol;
13. Epinefrina;
14. Etilefrina;
15. Metaprotenol;
16. Fenilefrina;
17. Norepinefrina;
18. Clobutinol;
19. Biperideno;
20. Triexifenidrilal;
21. Isoprenalina;
22. Ranitidina.

Como estratégia mercadológica, prevê-se a venda para o Estado, via CEME, substituindo fármacos importados entre 30% a 50%; vendas ao setor privado entre 5% e 10% e verticalização para produto de alto valor agregado, com uma possível exportação para EUA.

Vale ressaltar uma vez mais que o Estado participou no processo de desenvolvimento tecnológico através de suas instituições de pesquisa (no caso dos bioinseticidas) e pelos recursos destinados à CODETEC (via CEME) para a transferência de tecnologia em fármacos, ou seja, o caso AGROGEN/LABOGEN destaca a combinação entre estratégia tecnológica e ações diretas e indiretas do Estado.

Ainda segundo Cerantola (1991), "no âmbito interno de suas ações, a empresa detém dificuldades no requerimento de capital, na realização de importações, e uma imagem empresarial a ser consolidada. Quanto aos seus pontos fortes destacam-se sua capacidade tecnológica, a gestão profissional dos negócios e seus bons produtos de mercado. No cenário externo acenam algumas ameaças como o reconhecimento de patentes, as tarifas decrescentes e as limitações à importação de diferentes insumos. Todavia, tais ameaças são contrabalançadas pelas possibilidades de exportação para os EUA e crescimento acentuado por uma estratégia agressiva de aquisição de recursos e conquistas de

mercado".

## 2. O caso do Centro Nacional de Pesquisa de Soja - EMBRAPA/PR e a pequena empresa produtora de inseticidas biológicos e inimigos naturais

Este item será analisado com base na entrevista feita com Flávio Moscardi, Diretor do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da EMBRAPA/PR, em 12 de julho de 1991. Serão analisados alguns problemas com relação à AGROGGEN (já mencionados no item 1), bem como a alternativa estratégica para difusão de defensivos biológicos encontrado para o caso específico da soja.

Moscardi apontou problemas com o método de difusão do baculovírus anticarsia, uma vez que o mesmo exige para sua difusão a presença da lagarta, ou seja, o baculovírus tem que estar nas folhas das plantas para que a lagarta o coma, caso o baculovírus fixe-se no chão não há difusão e o produto se perde.

Um ponto importante mencionado para ajudar na difusão do produto é o treinamento dado pelo pessoal do CNFSO - Centro Nacional de Pesquisas de Soja, visando instruir pessoal da EMATER e cooperativas. Esse treinamento começou com o pessoal da EMATER em 1982/83 para que o produto fosse lançado em uma escala mais

ampia.

Atualmente, no Rio Grande do Sul, o baculovirus é mais utilizado do que no Paraná devido ao trabalho eficiente da EMATER local, ou seja, a difusão é muito mais fruto da eficiência das campanhas de utilização, capitaneadas pela assistência técnica local do que pelas qualidades intrínsecas dos produtos.

Inicialmente pensava-se no baculovirus como um produto, um inseticida. Verificou-se, porém, que a tentativa de extrair princípios ativos prejudica a multiplicação do vírus, ou seja, não se conseguiu um processo biotecnológico típico eficiente no cultivo celular de vírus. Isto, segundo Moscardi, prejudica a eficiência do processo. A multiplicação "artesanal" através da criação de lagartas ainda é a única maneira de produzir o baculovirus.

Além disso, é fundamental que todas as estratégias passem pelo MIP - Manejo Integrado de Pragas, pois o produto (pó macerado de lagarta, misturado com caulim) combina muito bem com outros produtos, não interferindo com a mistura. Existiu, por exemplo, uma proposta de combinar inseticidas de impacto (fosforados, por exemplo) e o baculovirus-BSAG, para superar o problema do lento efeito sobre as lagartas, quando ocorresse fortes infestações. Contudo, esse sistema acabou

abandonado em função da filosofia de reduzir o número de doses de produtos químicos e do efeito dos produtos de impacto sobre os inimigos naturais de outras pragas (percevejos, por exemplo). Logo, pelos motivos apresentados acima, a técnica de mistura químico/biológico não é recomendada no receituário.

Assim, manteve-se a técnica inicial dos primeiros anos de difusão do produto (1981/82), só que, agora criando também condições de produção privada em escala industrial, visando grandes produtores (que predominam na cultura de soja). Por quase dez anos o processo produtivo foi centralizado no CNPSO. Agora, segundo Moscardi, o melhor nível de conscientização permite a difusão para as empresas, porém, uma grande dificuldade que certamente será encontrada pelas empresas é a centralização da coleta, pois a coleta de campo é ainda muito mais barata do que criar lagartas em laboratório. Logo, as empresas devem procurar estabelecer acordos com agricultores, que já usam o produto para que os mesmos vendam as lagartas para futura utilização. Isto vai determinar, em grande parte, o perfil regional da empresa, como é o das empresas de sementes, por exemplo.

Outra pesquisa realizada pelo CNPSO, que vai de encontro com a filosofia do Manejo Integrado de Pragas, é o controle de percevejos da soja por *Trissolcus Basalis*. Segundo folheto técnico da EMBRAPA, "embora o

*T. basalis* ocorra naturalmente nas lavouras de soja, existe uma tendência de aumento de sua população apenas quando os percevejos já ocasionaram danos prejudiciais à cultura. Por isso, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja, da EMBRAPA, vem produzindo este parasitóide em laboratório, com o objetivo de liberá-lo em grandes quantidades nos campos de soja. Este procedimento visa antecipar o efeito do parasitóide sobre a população dos percevejos, com o fim de manter a praga abaixo do nível de dano econômico, durante o período crítico de desenvolvimento da soja.

O produto a ser comercializado é uma cartela de papelão com proteção contendo ovos de vespas com ninfas prontas para eclodir. O desenvolvimento do produto contou com todo o trabalho clássico em entomologia, do estudo da ecologia da vespa *T. basalis* e do percevejo. A dificuldade atual é trabalhar com a limitada multiplicação da vespa em laboratório e uma alternativa para acelerar esse processo é fazer culturas armadilhas com percevejos, que permitiria manter elevada a população de vespas. Além disso, o uso da vespa exige a não aplicação de fosforados sistêmicos como Lorsban e Azodrin (monocrótofos), normalmente utilizados pelos agricultores, uma vez que as vespas são extremamente sensíveis a esses produtos.

Em termos de custos, a redução do número de

aplicações de produtos químicos na soja desperta o interesse principalmente do médio e pequeno produtores. Fazendo um cálculo com o produto NUVACRON 400 comparativo ao uso do BSAG a nível de Brasil (se a substituição fosse total) haveria uma economia de cerca de US\$ 90 milhões/ano. Contudo, esse cálculo é potencial, considerando-se que 100% da área de soja sofre a incidência de lagartas da soja, o que na verdade não ocorre, uma vez que dados da EMBRAPA-PR, já citados no capítulo III, indicam que apenas 53% da área de soja sofre infestação anual de lagartas, ou seja, em termos agregados a economia não chega ainda a ser significativa, lembrando que, no caso da soja, apenas 6% dos seus custos de produção são destinados aos inseticidas e dentro desses 6% o fator preponderante é a lagarta da soja (70% a 80%).

Contudo, a nível individual, principalmente em médias e pequenas propriedades, essa economia é significativa, podendo chegar, segundo Moscardi, a um gasto de até 7 vezes menos com defensivos, dependendo das condições em que se dá essa substituição. Deve-se lembrar que a redução de aplicações de produtos químicos facilita a reprodução de inimigos naturais das pragas como os percevejos, por exemplo, gerando um efeito multiplicador que justifica o dado mencionado por Moscardi.

Dentro desse quadro apresentado, o que se faz atualmente são contratos de assistência técnica com empresas interessadas em produzir o BSAG. A empresa paga uma taxa de US\$ 40 mil mais 5% sobre as vendas à EMBRAPA, com direito a acompanhamento permanente da exploração, instalação e produção corrente. Empresas como a GERATEC (FECOTRIGO) e NITRAL já fecharam esse acordo com a EMBRAPA/PR.

Em termos de usuário, os estados que mais se utilizam do BSAG são: Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e São Paulo. Na safra de 1990, 10% da área de soja do Brasil utilizou o produto e, segundo Moscarui, esse percentual pode chegar a 40% quando as empresas assistidas começarem a difundir-lo. Atualmente, a EMBRAPA/OCEPAR produzem BSAG para 150.000 ha, o que daria espaço para a entrada de mais cinco ou seis empresas de pequeno porte. Contudo, a análise desse mercado potencial deve ser feita com muito cuidado, uma vez que se trata de um mercado controlado por multinacionais produtoras de carbamatos e piretróides e que, muito provavelmente, tomarão posições mais agressivas que impeçam esse avanço tão significativo que se espera ocorrer com o BSAG.

## CONCLUSÃO

Através desse trabalho, foi possível perceber a estreita relação entre controle químico e biológico, sendo que a trajetória biológica ainda continua deixada de lado, em função dos resultados (geralmente mais rápidos) do controle químico, isto é, ainda não houve uma alavancagem significativa no processo de difusão do controle biológico. Além disso, a emergência do controle biológico tem uma relação maior com o esgotamento tecnológico ou com os problemas de riscos à saúde e ao meio ambiente dos defensivos químicos do que com a biotecnologia propriamente dita.

As técnicas do Manejo Integrado de Pragas e Controle Biológico são simples, contudo, exigem uma assistência técnica constante, onde a viabilidade do produto comercial está intimamente associada à dependência da criação de políticas que vinciem o binômio produtor/usuário, sem o que o fracasso é quase certo.

A estratégia demonstrada no item 2 do capítulo 4 da monografia (caso do CNPSO) de difusão lenta dos produtos de base biológica, sem a criação de grandes expectativas, mostrou-se a mais adequada a esse segmento de mercado, porém esse é um tipo de estratégia que normalmente só o setor público ou grandes multinacionais

podem adotar. Este inclusive é um problema muito grave enfrentado pelas pequenas e médias empresas especializadas em biotecnologia. A pressa em lançar novidades no mercado para obter margens elevadas de lucro antes que os concorrentes determinem a sua "banalização" e conseqüente queda de preço. Daí, o apoio do setor público é fundamental para o sucesso desse tipo de empreendimento, exigindo uma certa estabilidade de fundos e de incentivos a programas de pesquisas capazes de atender o feedback de mercado.

Pode-se concluir também que, até o momento, os impactos econômicos são pequenos mas há vantagens indiscutíveis nesse mercado: o tipo de empresa mais adequada é pequena e regionalizada, há economia das importações, redução de riscos de aplicação e redução do número de doses no controle de outras pragas, dada as especificidades e alta seletividade do controle biológico. Por outro lado, os agentes econômicos visualizam a superação dos problemas de adoção e difusão das inovações transferidas pelo produto biológico no mercado, mas não têm claro os parâmetros que governam tal processo, o que depende de experiências posteriores e contínuas, tornando-se o investimento na indústria de defensivos biológicos de alto risco e de grande incerteza, quando comparado ao da indústria de defensivos químicos, com o agravante de que esta última

e fortemente oligopolizada e de grande poder de penetração no mercado.

Em termos globais, o controle biológico ainda é muito pouco difundido, como já foi visto no capítulo III, com exceções para países como a China e a URSS, mas que utilizam-se, na maioria dos casos, de parasitas (vespas e/ou moscas). Na URSS, dos 175 milhões de hectares cultivados, cerca de 150 milhões utilizam-se de controle químico e 25 milhões, controle biológico. No Brasil, além do mercado ser muito menor, as características regionais contrastantes dificultam uma uniformização de produtos e assistência, denotando mais uma vez que a relação com o cooperativismo e o setor público são essenciais para transpor essa barreira. Por outro lado, o melhor conhecimento do Manejo Integrado de Pragas e do Controle Biológico, incluindo aí limitações e fatores condicionantes ao seu desenvolvimento, é fundamental para a formulação de estratégias de apoio direto e indireto ao segmento alternativo que hoje representa a indústria de defensivos biológicos.

## BIBLIOGRAFIA

ACHILLADELIS, B. et alii. A study of innovation in the pesticide industry: analysis of the innovation record of an industrial sector. North-Holland, Elsevier Science Publishers, 1987, 38p.

ASSOULINE, G. & DAVID, E. (1986). Les pays en voie de developpement et l'industrie française des phitosanitaires repport d'etape. Adec, Paris, 56p. (mimeo).

CERANTOLA, W.A. Estratégias tecnológicas das empresas de biotecnologia no Brasil: um estudo expoloratório. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 1991.

CROCOMO, W. B. O que é manejo de pragas. In: Manejo de Pragas. Coord. Wilson B. Crocomo, Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais/UNESP, 1984, p. 1-17.

---

\_\_\_\_\_. (Coord.) Manejo Integrado de Pragas. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais e Ciências Econômicas/UNESP, 1990.

CRUZ, V.R. & PASSOS, S.M.G. Resultados do controle integrado de pragas no Estado de São Paulo, Ano II, Ano Agrícola 1984/85. Documento

Técnico CATI 60, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, SEAGRI/SP, out. 1985.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA.  
Programa nacional de pesquisa de defensivos agrícolas. Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura, CNPDA/EMBRAPA, 1984.

\_\_\_\_\_. Perfil sócio-econômico e tecnológico dos produtores de soja no Paraná. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, CNPSo/EMBRAPA, 1989.

FAIBIS, L. (1987). Les entreprises de chimie fine et de specialites dans le monde. Collection "Analyses de Secteurs" 3ème Trimestre 1985. Bafsa Kompass, 1985, 221 p.

FUTIND, A. & SILVEIRA, J.M.F.J. da (1986). Biotecnologia na agricultura brasileira: a indústria química e o controle biológico. PP.P Convênio MIC/STI - UNICAMP - IE/FUJB, 94 p. (mimeo).

GALLO, D. & NAKANO, O. & WINDEL, F.M. & SIVEIRA NETO, S. & CARVALHO, R.P.L. Manual de entomologia, pragas das plantas e seu controle. Edit. Agronômica Ceres, São Paulo, 1970.

BASSEN, D.N. & TAMBASCO, F.J. Controle biológico

dos pulgões do trigo no Brasil. In: Inf. Agropecuária, Belo Horizonte, MG, 9(104): 49-51, ago. 1983.

BEIER, P.W. & CLARK, L.R. An ecological approach to pest control. In: Warsaw. Proc. Tech. Meeting. Intern. Union for Conserv of Nature and Natural Resources, 8th, 1960. p. 10-18.

HAGUENAUER, L. et alii. O complexo químico brasileiro: organização e dinâmica interna. Texto para discussão nº 6; RJ, IEI/UFRJ, 112 p.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. Relatório final DES/AEA - 22.965/85. Secretaria de Estado da Indústria, out. 1985.

JOHNSON, B.B., GOODRICH, R.S. & WRIGHT, J.T.C. O desenvolvimento da nova biotecnologia no Brasil. In: Governo Montoro: SICCT/DECT. VIEGAS, T.A. & MOTTA BARROS, Org. Biotecnológica e Desenvolvimento Nacional, SP, 318: 297-318, 1985.

LISANSKY, S.B. Microbial pesticides. Tate and Lyle Group Research Development. In: B. N. F. Nutrition Bulletin, 8(1), jan. 1985.

METCALF, R.L. Model ecosystem approach to insecticide degradation: a critique. In: Ann.

Rev. Entomol., (22): 241-261, 1977.

\_\_\_\_\_. Changing role of insecticides in crop protection. In: Ann. Rev. Entomol., (25): 219-256, 1980.

MOSCARDI, F. Utilização de vírus para o controle da lagarta da soja. In: Controle Microbiano de Insetos. Coord. Sérgio B. Alves, Ed. Manole Ltda, São Paulo, p. 188-202, 1986.

NAIDIN, L.C. Crescimento e competição da indústria de defensivos no Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 1985 (mimeo).

PASCHOAL, A.D. Pragas, praguicidas e a crise ambiental. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1979.

ROSSETTO, C.J. Resistência de plantas a insetos. Apostila curso de P.G. - Entomologia - ESALQ/USP, 1969, 194 p.  
(mimeo).

SALLES FILHO, S.L.M. Fundamentos para um programa de biotecnologia na área agroalimentar. In: Cadernos de Difusão de Tecnologia, 3 (3), 1986.

SILVEIRA, J.M.F.J. da Panorama internacional da indústria de defensivos agrícolas.

Convênio IPEA/IE/UNICAMP, 1986, 56 p. (mimeo).

SILVEIRA, J.M.F.J. da & FUTINO, A. A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. Relatório Final Convênio IPEA/IE/UNICAMP, 1987, 59 p. (mimeo).

SILVEIRA, J.M.F.J. da & SALLES FILHO, S.L.M. O desenvolvimento da biotecnologia no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, jul-set, 1988.

## ANEXO

Resumo da série cronológica das principais pesquisas relativas à introdução de inimigos naturais exóticos ou nativos ao controle biológico no Brasil, extraído do trabalho de Charles F. Robbs, (1986).

1921 - Vespa *Prospaltella berlesi* (aphelinidae), importada dos EUA para controle da cochonilha *Pseudoaulacaspis pentagona* ou "escama branca" sobre frutíferas temperadas. Exito no controle.

1923 - Vespa *Aphelinus mali* (aphelinidae) importado do Uruguai para controle do "pulgão lanigero da macieira", *Eriosoma lanigerum*. Resultados animadores.

1929 - *Prorops nasuta* (Bethyridae) ou "vespa da uganda", importada da Uganda para controle da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*. Inseto multiplicado em 1930 com 30.000 exemplares e cujo efeito resultou numa redução de 5% da infestação da broca na área experimental no Estado de São Paulo. Dificuldades na criação de insetos em laboratórios (falta de dieta artificial) apresentaram-se limitantes à pesquisa.

1934 - *Metagonistylum minense* (tachinidae) ou "mosca do Amazonas" foi descoberta parasitando lagartas de *Diatnaea* na região amazonense.

1934 - Vespa *Heterospilus coffeicola* (Braconidae), parasita de ovos da broca do café. Pesquisa

suspensa devido a dificuldade de criação do inseto em laboratório.

1937 - *Vespa Tetrastichus giffardianus* (Chalcididae), importado do Havai para controle de larvas de "mosca-das-frutas". Material reproduzido é liberado em S.P., entretanto não constituiu meio de controle eficiente.

1938 - *Verticillium lecanii* (fungo Moniliaceae) foi isolado de "escama verde do cafeeiro", *Coccus viridis*. Reproduzido foi colocado à disposição dos cafeicultores paulistas interessados no controle biológico.

1934/45 - *Vespa Microbracon hebetor* (Braconidae) foi estudado na Bahia para controle de traça do cacau, estabelecendo-se métodos para sua criação e liberação.

1944 - *Vespa Macrocentrus ancyliivorus* (Braconidae), parasito de larvas da "mariposa-oriental" do pessegueiro. Destinou-se aos pomares atacados de Porto Alegre, RS.

1946 - *Trichogramma minutum* (Trichogrammatidae), parasita de mais de 30 famílias de insetos, foi multiplicado para o controle da broca da cana, *Diatraea saccharalis* em áreas experimentais em SE e RJ. Programa interrompido por questões de reestruturções do Centro de Pesquisa.

1949/50 - Pesquisas de criação massal e liberação *Metagonistylum minense* em canaviais.

1960 - Pesquisas de *Bacillus thuringiensis*, formulação

comercial da Abbott no controle de lagartas do algodão, (Alabama), da figueira (Azochis), do rami (Sylepta), dos capinzais (Mocis) com resultados animadores.

1962 - I Simpósio Brasileiro de Controle Biológico no Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola, Rodovia RJ-SP, km 47. Proposta da criação de um Centro Nacional de Pesquisas sobre Controle Biológico e um quarentenário para importação de inimigos naturais. Sem respaldos, projetos ficaram a nível de moção.

1962 - Pesquisas de introdução de insetos da família Aphytis para parasitar cochonilhas de citrus em áreas experimentais no RJ. Exito no programa.

1967 - Introdução de *Neodusmetia sangwani* (Encyrtidae) vespinha parasita da cochonilha de capins forrageiros *Antonina graminis*. Liberada em áreas experimentais em SP. Pleno sucesso.

1969/72 - Fungo *Metarhizium anisopliae* foi isolado e utilizado em ensaios de campo em Sergipe (I.A.A.) contra cigarrinhas das raízes da cana-de-açúcar. *Mahanarva fimbriolata* e no controle de cigarrinha das folhas *M. Posticata* em Pernambuco em áreas experimentais. A partir de 1973, inicia-se pesquisas para o cultivo massal.

1971/73 - Importação de uma série de inimigos naturais, procedentes do Commonwealth Institute of Biological Control, Trinidad, Antilhas para controle de lagarta do algodão, broca-da-cana entre outros, destacando-se: *Phanerotoma* sp.; *Antrocephalus renalis*; *Tetrastichis*

*spirabilis*; *Trichogrammatoidea nana*; *Apanteles flavipes*; *Itoplectis narangae*; *Pediobius fulvus*; *Apanteles sesaminae*; *Eucelatoria* sp. e *Cryptolaemus montrouzeri*.

1975 - *Baculovirus anticarsia* (AgNPV), vírus da poliedrose nuclear diagnosticada no Peru em 1962, foi reconhecido para o controle da lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* e em 1980 passou a ser difundido com biopesticida no Estado do Paraná.

1977 - Pesquisas com nematóide *Caenorhabditis elegans* no controle da cigarrinha da cana-de-açúcar *M. fimbriolata*. Resultados animadores, porém o projeto foi interrompido e abandonado.

1978 - Introdução de 14 espécies de himenópteros e 2 de coccinelódeos para o controle biológico aos pulgões de trigo no Rio Grande do Sul, com resultados animadores.

1979 - Pesquisas com *Metaarrhizium anisopliae* e *Beauveria*

*bassiana* no controle de cigarrinhas de pastagens, *Deois flavopicta* e *Zulia enteriana*.

1982 - Pesquisas de introdução do *Trichograma soaresi* (*Trichogrammatidae*) para controle de lagartas em *Eucalyptus* em MG. Êxito no programa.

1982 - Pesquisas de introdução do ácaro *Phytoseidae* para controle do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* em roseiras na cooperativa Holambra, SP.

1982 - Pesquisas do fungo *Helminthosporium* e *Alternaria* para controle da erva daninha "amendoim bravo" na

cultura da soja, no Estado do Paraná, com resultados satisfatórios para o primeiro.

1983 - Virus da granulose da broca-da-cana (DsGV), desenvolvido como inseticida biológico no Estado de São Paulo.

1986 - Pesquisa de microorganismos antagônicos no controle de doenças. Bons resultados no emprego do fungo *Hansfordia pulvinata* no controle do mal-das-folhas da seringueira em áreas experimentais no Estado do Pará.