

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

Metodos alternativos de ...  
2003 LV-PP-2003.00059



CNPQA-4896-2

Clayton Campanhola    Wagner Bettiol  
Editores Técnicos

# métodos alternativos

## controle fitossanitário



# Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário

**República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*  
Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*  
Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

**Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*  
Presidente

*Clayton Campanhola*  
Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*  
*Dietrich Gerhard Quast*  
*Sérgio Fausto*

*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

**Diretoria-Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*  
Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*  
*Herbert Cavalcante de Lima*  
*Mariza Marilena T. Luz Barbosa*  
Diretores-Executivos

**Embrapa Meio Ambiente**

*Paulo Choji Kitamura*  
Chefe-Geral

*Geraldo Stachetti Rodrigues*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Maria Cristina Martins Cruz*  
Chefe-Adjunto de Administração

*Wagner Bettiol*  
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Meio Ambiente  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário

Editores Técnicos

*Clayton Campanhola  
Wagner Bettiol*

*Jaguariúna, SP  
2003*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio Ambiente**

Rodovia SP 340 — km 127,5 — Tanquinho Velho

Caixa Postal 69

CEP 13820-000 Jaguariúna, SP

Fone: (19) 3867-8750 Fax: (19) 3867-8740

sac@cnpma.embrapa.br

www.cnpma.embrapa.br

Comitê de Publicações:

*Cláudio Cesar de Almeida Buschinelli, Geraldo Stachetti Rodrigues (Presidente),  
Heloísa Ferreira Filizola, José Maria Guzman Ferraz, Manoel Dornelas de Souza,  
Marcelo Augusto Boechat Morandi, Maria Amélia de Toledo Leme, Maria Lúcia Saito, Sandro  
Freitas Nunes.*

Supervisão Editorial

*Nilce Chaves Gattaz*

Capa

*Itamar Soares de Melo*

Revisão de texto

*Maria Cristina Tordin*

Editoração Eletrônica

*Marco Antonio Mondini e Silvana C. Teixeira*

Normalização bibliográfica

*Maria Amélia de Toledo Leme*

Foto da capa

*Darrel Gulin*

Projeto gráfico

*Marco Antonio Mondini*

Tratamento das ilustrações

*Marco Antonio Mondini e Silvana C. Teixeira*

**1ª edição**

1ª impressão (2003): 1000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei n.º 9610).

É permitida a reprodução parcial do conteúdo deste livro desde que citada a fonte.

**CIP. Brasil. Catalogação na publicação.**

---

M593

Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário / Clayton Campanhola, Wagner Bettiol; editores técnicos. - Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279p.; 21cm

ISBN: 85-85771-22-4

1. Produtos químicos agrícolas - Brasil. I. Campanhola, Clayton. II. Bettiol, Wagner. III. Embrapa Meio Ambiente.

---

**CDD: 632.950981**

© Embrapa, 2003

# Autores

## **Clayton Campanhola**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia  
Embrapa Meio Ambiente  
C. Postal 69 - CEP 13820-000 Jaguariúna, SP  
*clayton@cnpma.embrapa.br*

## **Geraldo Stachetti Rodrigues**

Bacharel em Ecologia, Ph.D. em Ecologia e Biologia Evolutiva  
Embrapa Meio Ambiente  
C. Postal 69 – CEP 13820-000 Jaguariúna, SP  
*stacheti@cnpma.embrapa.br*

## **Pedro Ribeiro Soares**

Engenheiro Civil  
Ministério do Meio Ambiente  
Esplanada dos Ministérios Bloco “B”  
CEP 70068-900 – Brasília, DF  
*pedro.soares@mma.gov.br*

## **Raquel Ghini**

Engenheira Agrônoma, Ph.D. em Fitopatologia  
Embrapa Meio Ambiente  
C. Postal 69 – CEP 13820-000 Jaguariúna, SP  
*raquel@cnpma.embrapa.br*

## **Wagner Bettiol**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia  
Embrapa Meio Ambiente  
C. Postal 69 – CEP 13820-000 Jaguariúna, SP  
*bettiol@cnpma.embrapa.br*



# Apresentação

A idéia de organizar este livro surgiu da necessidade de se levantar as práticas alternativas de controle fitossanitário que já tivessem algum nível de adoção pelos agricultores. Esse levantamento também vem complementar a proposta do Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos, que foi discutida por um grupo de especialistas de diferentes setores governamentais, desde 1996, e que tinha vinculação com o Programa Protocolo Verde, lançado pelo governo federal no final de 1995, sendo um de seus objetivos a redução do passivo ambiental brasileiro. Pretendia-se, com a construção de uma base de dados sobre o uso de agrotóxicos e de tecnologias alternativas de controle de pragas e doenças, estabelecer metas de redução de uso de agrotóxicos, estimulando o uso de alternativas que não comprometessem a produtividade das culturas.

Para a composição deste livro, partiu-se de abordagens gerais sobre o uso dos agrotóxicos e, em seguida, foram detalhados temas que possam orientar novas perspectivas para o controle fitossanitário no País.

O primeiro capítulo trata do consumo, perspectivas de uso, riscos à saúde humana e ao meio ambiente, e gestão dos agrotóxicos no País, bem como suas limitações.

O segundo capítulo detalha uma proposta do Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos, seus objetivos e metas, ações previstas para curto, médio e longo prazos e instrumentos existentes ou a serem criados para a implementação do Programa. Por fim, trata-se da articulação institucional e organização do Programa.

O terceiro capítulo é uma abordagem geral das transformações que poderiam ser introduzidas para tornar os sistemas agrícolas, ou agroecossistemas, mais estáveis. Para tanto, são discutidas questões sobre os problemas do controle fitossanitário convencional, a complexidade dos sistemas naturais e dos agroecossistemas, as novas tecnologias de proteção de plantas desenvolvidas e as possíveis alterações dos sistemas produtivos, visando à sustentabilidade agrícola.

Os capítulos 4, 5 e 6 constituem o foco principal do livro e reportam as práticas alternativas de controle fitossanitário que foram levantadas e que, por já

se encontrarem em uso pelos agricultores, representam maiores possibilidades de expansão. Para cada prática são apresentadas as características da praga ou doença e práticas de controle comumente utilizadas, a descrição do método alternativo e as possibilidades ou perspectivas de aumento de uso da prática.

O capítulo 7 apresenta uma revisão da literatura sobre constatações de contaminação ambiental por agrotóxicos. São tratados casos de contaminação das águas, solos e alimentos, da exposição dos trabalhadores rurais aos agrotóxicos, o problema de saúde pública e, por fim, uma série de recomendações de uma agenda básica para a racionalização do uso de agrotóxicos.

O último capítulo traz um resumo da situação de utilização em que se encontram todas as tecnologias alternativas de controle fitossanitário apresentadas nos capítulos anteriores. Traz também uma análise dos principais entraves técnico-científicos, institucionais, econômicos, sociais, legais e educacionais que impedem a utilização generalizada dessas tecnologias.

Com a publicação deste livro espera-se despertar nos professores universitários, nos profissionais e técnicos das Ciências Agrárias, nos estudantes, nos agricultores e demais segmentos interessados a crítica no sentido de que é possível se realizar a produção agrícola sem a dependência dos agrotóxicos. Para isso, é necessário não só que se implemente o uso das tecnologias alternativas disponíveis, mas também que se desenvolvam outras que sejam mais adaptadas aos diferentes agroecossistemas e à realidade socioeconômica brasileira.

Portanto, a nossa contribuição tem o objetivo não somente de disponibilizar as tecnologias alternativas desenvolvidas, como também de alertar para a possibilidade de se compor sistemas de produção agropecuária inovadores, que sejam independentes de insumos externos ao estabelecimento e que representem a consecução da sustentabilidade, não por meio de pacotes tecnológicos gerais, mas levando em conta as particularidades estruturais e funcionais de cada agroecossistema.

*Os Editores*

# Sumário

## Capítulo 1

### **Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil ..... 13**

*Clayton Campanhola, Wagner Bettiol*

Introdução .....	13
Consumo de agrotóxicos e perspectivas de seu uso no Brasil .....	16
Riscos ao homem e ao meio ambiente associados ao uso de agrotóxicos .....	26
Gestão dos agrotóxicos no Brasil .....	32
Referências .....	50

## Capítulo 2

### **Proposta para o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos ..... 53**

*Pedro Soares*

*Clayton Campanhola*

*Wagner Bettiol*

*Geraldo Stachetti Rodrigues*

Introdução .....	53
Justificativa do Programa .....	54
Avaliação da situação atual .....	55
Considerações gerais .....	55
Metas prioritárias .....	63
Ações previstas e seus instrumentos operacionais .....	64
Articulação Institucional e organização do programa .....	71
Considerações finais .....	73
Referências .....	74
Anexo .....	75

## Capítulo 3

### **Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos ..... 79**

*Wagner Bettiol, Raquel Ghini*

Introdução .....	79
Problemas do controle convencional .....	81
Sistemas naturais <i>versus</i> agrossistemas .....	83
Novas tecnologias e sustentabilidade .....	85
Obtenção de sistemas alternativos .....	89
Considerações finais .....	93
Referências .....	93

## Capítulo 4

### Controle biológico e outras técnicas

#### alternativas de controle de pragas agropecuárias ..... 97

*Clayton Campanhola, Wagner Bettiol*

Introdução .....	97
Controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar .....	98
Controle biológico da lagarta-da-soja .....	102
Controle biológico dos pulgões-do-trigo .....	105
Controle biológico da traça-do-tomateiro .....	107
Controle biológico dos percevejos-da-soja pela vespa <i>Trissolcus basalis</i> .....	110
Controle biológico das cigarrinhas-das-pastagens .....	115
Controle biológico da cigarrinha-da-folha-da-cana-de-açúcar .....	118
Controle biológico da lagarta-do-cartucho-do-milho .....	120
Controle biológico do mandarová-da-mandioca .....	121
Controle biológico da cochonilha <i>Orthezia sp.</i> dos citros .....	126
Controle biológico do pulgão-do-fumo .....	128
Controle biológico da broca ou moleque-da-bananeira .....	130
Controle biológico da broca-do-café .....	132
Controle biológico da mosca-dos-chifes em gado de corte .....	134
Controle biológico da vespa-da-madeira em espécies de <i>Pinus</i> .....	139
Controle biológico da mosca-de-renda da seringueira .....	145
Controle biológico de cochonilhas, fumagina e outros fungos de revestimento pelo caracol-rajado em pomares cítricos .....	149
Controle biológico de larvas de lepidópteros .....	150
Controle biológico do bicudo-da-cana-de-açúcar .....	153
Manejo de cupins e outras pragas de solo em cana-de-açúcar .....	154
Controle da broca-da-laranjeira com a planta-armadilha Maria-preta .....	156
Monitoramento e controle de pragas com o uso de feromônios sintéticos .....	157
Manejo de pragas do dendê .....	160
Termoterapia de frutos para controle das moscas-das-frutas .....	161
Agradecimentos .....	163

## Capítulo 5

### Controle físico de doenças e de plantas invasoras ..... 165

*Wagner Bettiol, Raquel Ghini*

Introdução .....	165
Solarização do solo para controle de fitopatógenos habitantes do solo .....	166
Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas .....	172
Tratamento térmico e desinfestação de instrumentos de corte para o controle do raquitismo e da escaldadura em cana-de-açúcar .....	177
Termoterapia em videiras .....	181
Utilização da luz UVC para controle de podridão de maçãs em pós-colheita .....	183
Eliminação de determinados comprimentos de onda para o controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação .....	184
Controle de plantas invasoras através de descargas elétricas .....	186
Referências .....	189

## Capítulo 6

### **Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias ..... 191**

*Wagner Bettiol*

Introdução .....	191
Controle da tristeza-dos-citros através da premunização com estirpes fracas do vírus da tristeza .....	192
Uso de <i>Trichoderma</i> para o controle biológico do tombamento em fumo .....	194
Uso de <i>Trichoderma viride</i> para o controle biológico da podridão das raízes da macieira .....	196
Controle biológico do mal-das-folhas da seringueira .....	197
Controle biológico da lixa-do-coqueiro .....	200
Controle biológico de <i>Botrytis</i> na cultura do morango com <i>Gliocladium roseum</i> .....	201
Controle biológico do mosaico-da-abobrinha tipo moita por premunização .....	203
Controle cultural e biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero .....	204
Controle de oídio ( <i>Sphaerotheca fuliginea</i> ) da abobrinha e do pepino com leite cru ..	208
Controle de doenças de plantas com biofertilizantes .....	210
Referências .....	215

## Capítulo 7

### **Agrotóxicos e contaminação ambiental no Brasil ..... 217**

*Geraldo Stachetti Rodrigues*

Introdução .....	217
Agrotóxicos e contaminação do ambiente .....	218
Contaminação das águas .....	219
Contaminação dos solos .....	223
Contaminação de gêneros alimentícios .....	224
Exposição do trabalhador rural e saúde pública .....	229
Agrotóxicos e filiação tecnológica da agricultura .....	233
Histórico do uso e legislação sobre agrotóxicos .....	234
Conscientização, apreensão e vontade de mudança .....	236
Uma aliança para o ambiente e a saúde .....	239
Referências .....	241

## Capítulo 8

### **Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura ..... 267**

*Clayton Campanhola*

*Wagner Bettiol*

Referências .....	279
-------------------	-----



# 1

## Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil

**Clayton Campanhola**

**Wagner Bettiol**

### Introdução

As principais causas do crescimento do setor agropecuário brasileiro nas últimas décadas podem ser resumidas como: a expansão das fronteiras agrícolas, a introdução de novas técnicas intensivas de produção e de insumos químicos, a mecanização das atividades agrícolas e o desenvolvimento de sementes melhoradas geneticamente.

Desde a década dos anos 60, sucessivos programas governamentais foram estabelecidos com o objetivo de viabilizar a implantação deste modelo de modernização da agricultura. Em decorrência do expressivo montante de investimentos realizados para viabilizar esse modelo de agricultura, muitos problemas ambientais passaram a ser observados, uma vez que pouca atenção foi despendida no conhecimento da estrutura e funções dos ecossistemas envolvidos, na avaliação dos riscos à qualidade ambiental e no redesenho dos sistemas de produção.

A expansão do setor agrícola mostrou-se, sobretudo, incapaz de gerar empregos e oportunidades econômicas necessárias para absorver a oferta de trabalho rural, provocando as correntes migratórias para as cidades, a redução do emprego na agricultura, e novas formas de relação de trabalho, como os “bóias-frias” (trabalhadores temporários contratados por dia, sem vínculo empregatício formal, para desenvolverem atividades agropecuárias de baixa qualificação - capina manual e colheita, entre outros - em determinados períodos do ano).

Paralelamente à política de desenvolvimento agrícola, verificou-se nítido avanço na legislação ambiental brasileira frente à crescente preocupação da sociedade com as atividades impactantes. A política ambiental brasileira teve seu principal marco quando da instituição da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), pela Lei nº. 6.938, de 31/08/1981, onde se verifica uma postura emergente de conciliação do desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais. Por meio dessa lei foi criado o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), uma estrutura regulamentadora da PNMA, composta, em um primeiro nível, pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), cuja função é a de propor diretrizes às políticas ambientais e deliberar sobre normas e padrões visando assegurar a qualidade ambiental.

Por sua vez, o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas apresenta-se como uma das políticas de conservação dos solos, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste. O Programa teve êxito em áreas-piloto sob a coordenação de órgãos públicos estaduais. Contudo, apesar da visão sistêmica que essa unidade de espaço possa permitir em termos metodológicos, não se verificou ainda estudos fundamentados na sustentabilidade das atividades agrícolas, ou na avaliação e no monitoramento de seus impactos no ambiente.

Com a revisão constitucional de 1988, dedicou-se uma atenção maior à necessidade de avaliar impactos ambientais, bem como do planejamento ambiental e da recuperação de áreas degradadas. Como decorrência dessa

nova fase da legislação brasileira, exemplifica-se a promulgação da Lei dos Agrotóxicos, em 1989, e a exigência da realização de avaliações ecotoxicológicas para o registro e comercialização dos agrotóxicos (Portaria nº. 349/90 - Ibama).

Contudo, apesar do enfoque codesenvolvimentista expresso na legislação ambiental, a política agrícola nacional ainda encontra-se incipiente no que se refere à expansão de práticas agrícolas alternativas e ecologicamente sustentáveis. Não obstante a existência de um acervo de contribuições técnico-científicas em controle biológico de pragas e fitopatógenos, técnicas de rotação de culturas, utilização de restos de colheitas, melhoramento genético de variedades, policultivo, controle físico de pragas e fitopatógenos, utilização de produtos naturais e controle cultural de doenças entre outros, as iniciativas governamentais para o incentivo ao uso dessas práticas são ainda restritas.

Cabe ressaltar que os agrotóxicos fazem parte do conjunto de tecnologias associadas ao processo de modernização da agricultura, que ocorreu a partir da década de 60. O objetivo principal era aumentar a produtividade da agricultura para atender aos desafios da demanda mundial crescente de alimentos. Com o uso generalizado dos agrotóxicos nas mais diferentes condições ambientais, muitos problemas começaram a ser percebidos e diagnosticados, tais como a ocorrência de resíduos em alimentos, a contaminação de solos e águas, o efeito em organismos não-visados e a intoxicação de trabalhadores rurais. Com a crescente conscientização sobre o risco do uso desses produtos, houveram significativos avanços nas legislações de registro e uso desses químicos em muitos países. Com isso, há uma tendência de se substituir os agrotóxicos mais problemáticos em termos ambientais e de saúde humana por produtos químicos mais específicos e que sejam mais seguros.

Embora haja tendência de se disponibilizar no mercado agrotóxicos mais seguros, há ainda muito o que fazer nesse assunto, diante de novos conhecimentos que estão sendo gerados e de problemas ainda observados no uso do controle químico de pragas, de doenças de plantas e de plantas invasoras.

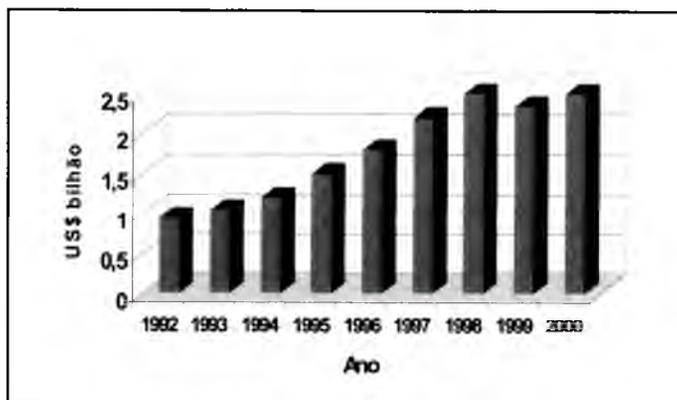
## Consumo de agrotóxicos e perspectivas de uso no Brasil

A evolução do consumo de agrotóxicos mostrou que houve um aumento de 16 mil toneladas em 1964 para 60,2 mil toneladas em 1991, enquanto a área ocupada com lavouras agrícolas expandiu de 28,4 para 50 milhões de ha, no mesmo período. Isso significa um aumento de 276,2% no consumo de agrotóxicos para um aumento comparado de 76% em área. Essa informação evidencia os efeitos da política de modernização da agricultura introduzida no País nos anos 60, levando o País a ocupar o quarto maior mercado mundial de agrotóxicos. Apesar do aumento no emprego desses produtos, as perdas atribuídas a pragas e doenças não sofreram reduções drásticas, enquanto os ganhos de produtividade foram relativamente restritos. Por outro lado, problemas de contaminação de alimentos, do ambiente, e casos de intoxicação de agricultores, principalmente dos pequenos, aumentaram significativamente (Campanhola et al., 1998).

O mercado mundial de agrotóxicos foi avaliado como sendo de US\$ 30,56 bilhões, em 1996 (FAO, 1999). Quanto ao Brasil, verifica-se um aumento significativo no uso de agrotóxicos na década de 90. No seu início (1992), o valor anual de agrotóxicos comercializados foi de US\$ 950 milhões, e em 1998 atingiu US\$ 2,5 bilhões, representando um aumento de 163% no período (Figura 1).

O aumento observado a partir de 1994 deveu-se ao plano de estabilização econômica (Plano Real) implantado pelo Governo Federal. O enfoque principal desse plano foi a estabilização da moeda por meio da paridade cambial da moeda nacional (Real) com o dólar americano, o que estimulou as importações a preços mais competitivos, refletindo também na queda dos preços dos agrotóxicos, cujos ingredientes ativos são, em sua maioria, importados. Entretanto, com a desvalorização do real em relação ao dólar ocorrida em março de

1999, houve uma retração no uso de agrotóxicos neste ano, mas em 2000 o consumo já voltava ao patamar de 1998. A tendência é desse nível de comercialização se manter, mostrando claramente que há muito a ser feito em relação ao desenvolvimento de sistemas de produção agropecuários que sejam humana e ambientalmente mais adequados.



**Figura 1.** Comércio de agrotóxicos no Brasil: 1992-2000.

Fonte: ANDEF (Gazeta Mercantil, Cad. Agribusiness, 13 e 14 de maio de 2000, p. B-20).

Em relação à quantidade de agrotóxicos comercializada, constata-se que, em 2000, os Estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso foram responsáveis por 62,8% do total consumido (Tabela 1). Se forem incluídos os Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul, a quantidade chega a mais de 80% do total consumido no País. Quanto ao valor apurado nas vendas de agrotóxicos em 2000, os Estados mais importantes em ordem decrescente foram: São Paulo, Paraná, Mato Grosso e Rio Grande do Sul (Tabela 1).

Se for observada a variação da quantidade de agrotóxicos utilizada no período 1998-2000 para o agregado do País, verifica-se um ligeiro decréscimo em 1999 quando comparado a 1998, mas em 2000 a quantidade usada voltou a crescer. Se a mesma análise for realizada em cada Estado, verifica-se que no Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, há o mesmo padrão de comportamento que para o País. Por sua vez, em outros Estados, a quantidade de agrotóxicos utilizada foi sempre crescente no período 1998-2000, como

são os casos de: Mato Grosso, Goiás, Bahia e Pará. As exceções ficam por conta de São Paulo, Pernambuco, Maranhão, Rio de Janeiro e Distrito Federal, onde houve tendência de decréscimo no uso de agrotóxicos no período considerado.

No que se refere à quantidade usada de cada classe de agrotóxico, a Figura 2A mostra que os herbicidas foram responsáveis por quase 60% do total de agrotóxicos utilizados e com tendência de aumento, no período 1997-2000, enquanto as demais classes (fungicidas, inseticidas, acaricidas e outros) permaneceram pra-

**Tabela 1.** Quantidade de ingredientes ativos (em toneladas) e valor comercializado de agrotóxicos (em US\$ 1.000), no período 1998-2000.

Estado	Ingrediente Ativo (t)			Valor (US\$ 1.000)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
São Paulo	32.836	32.736	30.848	605.501	517.734	512.068
Paraná	21.096	19.344	22.490	451.605	368.113	417.102
Rio Grande do Sul	17.072	15.640	18.052	342.481	276.187	299.867
Mato Grosso	12.336	12.507	16.726	271.172	262.925	346.628
Minas Gerais	11.808	11.024	13.886	247.436	247.493	243.754
Goiás	10.007	10.172	12.393	201.303	188.331	215.389
Mato Grosso do Sul	7.681	7.563	8.010	142.032	133.577	141.787
Santa Catarina	4.523	4.247	4.749	77.285	73.269	76.064
Bahia	2.706	3.519	3.669	60.139	77.759	84.981
Espírito Santo	1.254	3.436	2.186	19.722	56.872	30.496
Pernambuco	1.822	1.508	1.534	34.264	24.982	27.373
Maranhão	1.038	1.039	920	18.716	15.198	18.643
Rio de Janeiro	814	893	613	13.979	15.552	9.006
Pará	200	299	398	4.551	4.947	6.432
Rio Grande do Norte	221	195	276	5.682	4.953	5.697
Distrito Federal	389	363	223	10.760	8.292	5.035
<b>Brasil</b>	<b>128.712</b>	<b>127.585</b>	<b>140.473</b>	<b>2.557.849</b>	<b>2.329.067</b>	<b>2.499.958</b>

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG.

ticamente constantes. Os fungicidas e os inseticidas mostraram comportamento muito semelhante e se posicionaram em segundo lugar em quantidade utilizada. Na categoria "outros" estão incluídos os antibrotantes, reguladores de crescimento, óleo mineral e espalhantes adesivos. Quanto aos valores das vendas, os herbicidas também são os mais importantes, com mercado de US\$ 1,3 bilhão, em 2000, ou seja, quase metade do valor total de agrotóxicos comercializados no País (Figura 2B). No entanto, o montante de vendas de herbicidas manteve-se praticamente cons-

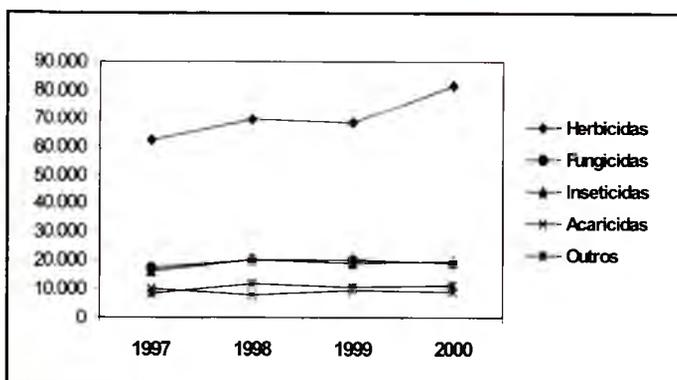


Figura 2A: Quantidade de ingredientes ativos (t).

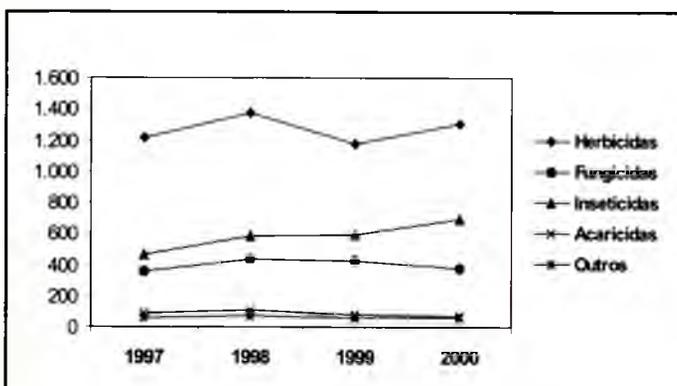


Figura 2B: Valores de vendas para diferentes classes de agrotóxicos (US\$ milhão), Brasil (1997-2000).

tante no período 1997-2000, o mesmo se dando com as classes de fungicidas, acaricidas e outros. Por outro lado, os inseticidas mostraram valores crescentes de comercialização no período, atingindo US\$ 690 mil, em 2000. Este valor corresponde a praticamente o dobro daquele referente ao mercado de fungicidas, no mesmo ano.

A Tabela 2 mostra a quantidade de cada classe de agrotóxicos utilizada nos diferentes Estados, em 2000. Os Estados que mais usaram herbicidas, em ordem decrescente, foram: Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, sendo que os quatro primeiros Estados desta lista somam mais de 60% do total de herbicidas consumidos no País. No caso dos fungicidas, São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul representam praticamente 70% do total usado no Brasil. Para os inseticidas, São Paulo, Mato Grosso,

**Tabela 2.** Quantidade consumida de cada classe de agrotóxicos (em toneladas de ingrediente ativo), por estado, em 2000.

Estado	Herbicidas		Inseticidas		Outros*	Total
	Fungicidas		Acaricidas			
São Paulo	11.716	5.747	4.002	7.960	1.423	30.848
Paraná	15.010	2.353	2.575	222	2.330	22.490
Rio Grande do Sul	14.004	1.602	1.215	92	1.139	18.052
Mato Grosso	10.234	957	3.326	36	2.173	16.726
Minas Gerais	6.143	3.599	3.127	296	721	13.886
Goiás	8.414	1.118	1.630	56	1.175	12.393
Mato Grosso do Sul	5.665	299	1.094	13	939	8.010
Santa Catarina	2.978	970	354	48	399	4.749
Bahia	1.696	814	723	80	356	3.669
Espírito Santo	998	654	450	46	38	2.186
Pernambuco	962	205	172	81	114	1.534
Maranhão	683	70	101	0	66	920
Rio de Janeiro	154	262	129	22	46	613
Pará	295	32	37	3	31	398
Rio Grande do Norte	79	93	85	7	12	276
Distrito Federal	109	69	21	5	19	223
<b>Brasil</b>	<b>81.862</b>	<b>19.072</b>	<b>19.447</b>	<b>8.985</b>	<b>11.107</b>	<b>140.473</b>

\* Antibrotantes, reguladores de crescimento, óleo mineral, espalhantes adesivos.

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG.

Minas Gerais e Paraná somam 67% da quantidade total comercializada. Quanto aos acaricidas, somente o Estado de São Paulo consome próximo a 90% do total do País, devido ao seu uso na cultura de citros.

As culturas que mais consumiram agrotóxicos, em 2000 e em ordem decrescente, foram: soja, milho, citros, cana-de-açúcar, café, algodão, batata inglesa, arroz irrigado, pastagem, feijão, trigo, horticultura, tomate envarado, maçã, fruticultura e tomate rasteiro (Tabela 3). Somente a cultura da soja é responsável por um terço do consumo de agrotóxicos no Brasil. Se as quatro culturas que mais consomem agrotóxicos forem tomadas em conjunto, elas representam

**Tabela 3.** Uso de agrotóxicos (em t de ingredientes ativos), por cultura, em 2000.

Cultura	Ingrediente Ativo (t)			Valor (US\$ 1.000)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Soja	42.015	41.344	46.274	885.798	803.861	879.534
Milho	15.253	16.140	21.201	185.035	185.120	250.183
Citros	12.672	14.833	14.486	163.105	128.588	101.466
Cana-de-açúcar	9.817	8.065	11.337	210.069	142.094	185.543
Café	8.780	9.391	9.085	188.653	185.727	161.493
Algodão	4.851	6.724	8.173	136.054	191.107	278.106
Batata inglesa	5.122	4.172	3.686	92.872	71.668	61.665
Arroz irrigado	4.241	3.956	3.616	81.795	74.728	75.766
Pastagem	...	953	2.826	...	22.919	42.161
Feijão	4.199	3.685	2.781	105.050	94.721	63.442
Trigo	1.956	1.639	1.914	65.476	56.212	53.851
Horticultura	3.094	3.060	1.863	57.983	59.083	40.209
Tomate envarado	...	1.775	1.473	...	37.288	29.199
Maçã	1.851	1.473	1.472	17.583	16.576	14.851
Fruticultura	1.625	892	1.221	29.128	14.499	14.449
Tomate rasteiro	...	1.132	1.016	...	21.669	20.549

dois terços da quantidade total utilizada no País. Se forem considerados os valores das vendas, a ordem decrescente em importância passa a ser: soja, algodão, milho, cana-de-açúcar, café, citros, arroz irrigado, feijão, batata inglesa, trigo, pastagem, horticultura, tomate envarado, tomate rasteiro, maçã e fruticultura.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de cada classe de agrotóxicos utilizada em cada cultura, em 2000. As culturas que mais consumiram herbicidas foram: soja, milho, cana-de-açúcar, café, arroz irrigado, pastagem e algodão. Para algumas culturas, os herbicidas representaram mais de 90% da quantidade

**Tabela 4.** Uso de agrotóxicos (ingredientes ativos, em t), por cultura e por classe de produto, em 2000.

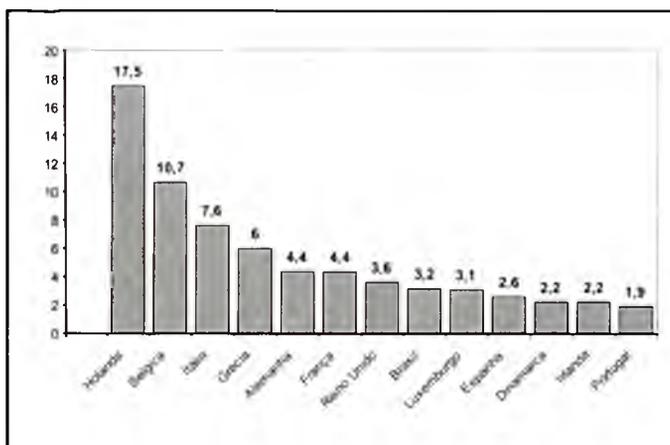
Cultura	Herbicidas		Inseticidas		Outros*	Total
		Fungicidas		Acaricidas		
Soja	32.625	1.626	5.690	3	6.330	46.274
Milho	19.231	29	1.390	...	551	21.201
Citros	1.449	2.130	824	8.515	1.568	14.486
Cana-de-açúcar	10.597	...	555	...	185	11.337
Café	3.579	3.680	1.479	7	340	9.085
Algodão	2.834	518	4.375	52	394	8.173
Batata inglesa	76	2.797	756	1	56	3.686
Arroz irrigado	3.061	97	113	...	345	3.616
Pastagem	2.811	...	15	...	...	2.826
Feijão	994	821	806	2	158	2.781
Trigo	1.396	299	142	...	77	1.914
Horticultura	204	948	486	59	166	1.863
Tomate envarado	6	1.125	306	2	34	1.473
Maçã	41	846	145	10	430	1.472
Fruticultura	374	385	255	2	119	1.221
Tomate rasteiro	9	789	198	1	19	1.016

\*Antibrotantes, reguladores de crescimento, óleo mineral, espalhantes adesivos.

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola – SINDAG.

tota de agrotóxicos consumida, tais como: milho, cana-de-açúcar, arroz irrigado e pastagem. Quanto aos fungicidas, destacaram-se o café, a batata inglesa, os citros, a soa e o tomate envarado. No caso da batata inglesa, os fungicidas representaram cerca de 76% do total de agrotóxicos utilizados na cultura. Para os inseticidas, os destaques foram para: soja, algodão, café e milho. No caso dos acaricidas, os citros foram os mais expressivos, sendo que esses produtos compuseram quase 60% da quantidade total de agrotóxicos utilizada nessa cultura.

Observando-se os consumos médios de ingredientes ativos por ha, em diferentes países, o Brasil ocupa o oitavo lugar, o que pode ser considerado expressivo, pois a extensa área cultivada dilui a grande quantidade de agrotóxicos utilizada (Figura 3). Na vanguarda do País, em termos de intensidade de uso de agrotóxicos, estão: Holanda, Bélgica, Itália, Grécia, Alemanha, França e Reino Unido.



**Figura 3.** Consumo médio de agrotóxicos (ingredientes ativos) por unidade de área, em alguns países (1995/96).

Entretanto, há culturas no País onde o uso de agrotóxicos por unidade de área é altamente expressivo, como pode ser visto na Tabela 5. Os destaques ficam por conta da maçã, do tomate e da batata., que em 2000 consumiram, em média 49,0; 43,8 e 24,2kg de ingredientes ativos de agrotóxicos por ha, respectivamente. Cabe destacar que, para todas as culturas abordadas na Tabela 5, houve um aumento das quantidades de agrotóxicos utilizadas em 2000, quando comparadas a 1990. Essa observação é surpreendente, pois retrata um aumento da dependência de

agrotóxicos para o controle fitossanitário, embora os produtos mais modernos tenham maior potência, ou seja, requerem doses bem menores para atingirem níveis adequados de controle dos organismos visados.

Diante dos dados apresentados, é possível definir duas classes de culturas agrícolas em relação ao emprego de agrotóxicos (Campanhola et al., 1998). A primeira classe refere-se àquelas culturas importantes pela quantidade total utilizada de agrotóxicos devido à abrangência geográfica da cultura, na qual o uso, embora não muito intenso, resulta em grandes quantidades totais (Tabela 3). E a segunda classe consiste daquelas culturas nas quais se emprega uma grande quantidade de agrotóxicos

**Tabela 5.** Consumo de agrotóxicos em quantidades de ingrediente ativo por unidade de área, em algumas culturas agrícolas no Brasil: 1990 e 2000.

<b>Cultura</b>	<b>kg/ha em 1990*</b>	<b>kg/ha em 2000**</b>
Maçã	-	49,0
Tomate	39,5	43,8
Batata	21,8	24,2
Citros	12,2	14,9
Algodão	2,4	10,1
Cana-de-Açúcar	1,6	2,3
Soja	0,9	2,4
Milho	0,4	1,7

\*Dados obtidos de Spadotto et al. (1996). In: XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, 4 a 8 de agosto, 1996, Águas de Lindóia, SP. CD-ROM.

\*\*Obtidos a partir de dados do SINDAG ([www.sindag.com.br](http://www.sindag.com.br)) e do IBGE (área plantada, em ha).

por unidade de área, resultando em cargas locais significativas, embora com quantidades totais menores (Tabelas 3 e 5).

Por exemplo, nota-se que as culturas de soja, milho, citros, cana-de-açúcar, café e algodão destacam-se por apresentarem grande consumo total de agrotóxicos, enquanto que maçã, tomate, batata, citros e algodão são importantes em

termos de intensidade de uso. Cabe ressaltar que, tanto os citros, quanto o algodão, são culturas que se enquadram nas duas categorias de uso de agrotóxicos.

A consideração dessas diferenças permite duas perspectivas de ganho potencial para um programa de racionalização do uso de agrotóxicos no País. Em primeiro lugar, reduções no uso de agrotóxicos naquelas culturas de ampla ocupação geográfica podem trazer ganhos reais em termos de economia financeira e de conservação do ambiente para o País, devido ao seu impacto na quantidade total consumida. Já em relação às culturas com uso intensivo de agrotóxicos, um programa de redução do uso pode trazer importantes ganhos contingenciais, no sentido de permitir uma sensível melhora da qualidade dos produtos agrícolas, com redução nos níveis de resíduos presentes, bem como ganhos na qualidade do ambiente agrícola local, com conseqüente melhora na segurança e saúde do trabalhador rural.

No que se refere à tendência no uso de agrotóxicos, é provável que os inseticidas/acaricidas tenham uma diminuição na quantidade total utilizada, com a ampliação da adoção do manejo integrado de pragas e na utilização de produtos mais potentes, ou seja, que eliminam as pragas em menor concentração. Por sua vez, os fungicidas tendem a se manter na situação atual de consumo com um leve decréscimo no volume total utilizado, como resultado da incorporação gradual de novas variedades de plantas resistentes a patógenos e ao uso do manejo integrado. Quanto aos herbicidas, o uso tende a aumentar devido à crescente adoção da prática do plantio direto na produção de grãos e à escassez de mão-de-obra no campo, resultante do êxodo rural causado pela própria modernização da agricultura.

Cabe ressaltar, no entanto, que a quantidade de agrotóxicos utilizada varia de ano para ano, havendo muitos fatores que contribuem para isso, podendo-se citar: custos financeiros do crédito agrícola, preços dos agrotóxicos, preços dos produtos agrícolas, nível de ocorrência de pragas e doenças nas culturas, que variam com as condições climáticas, utilização de variedades de plantas resistentes

às pragas e doenças e surgimento de novas pragas e doenças (Campanhola et al., 1998). Portanto, o mercado atual de agrotóxicos, embora aparentemente estável, pode ser alterado na medida em que esses fatores se modifiquem.

## Riscos ao homem e ao meio ambiente associados ao uso de agrotóxicos

A agricultura, paralelamente à concentração de atividades produtivas nos centros urbanos, tem sido apontada como uma das principais atividades produtivas responsáveis pela degradação do meio ambiente, principalmente devido à grande extensão de terra utilizada.

Com o processo de intensificação da agricultura, ela tornou-se dependente de insumos externos que consistem da utilização de sementes de variedades melhoradas, da mecanização, de fertilizantes e de agrotóxicos, com o objetivo de aumentar a produtividade. Os insumos químicos e mecânicos têm causado impactos negativos nos diferentes compartimentos dos ecossistemas, representados por erosão e compactação dos solos, contaminação de águas superficiais e subterrâneas, resíduos químicos nos solos, efeitos nos organismos edáficos e aquáticos e danos à saúde humana, entre outros.

O uso intensivo de agrotóxicos tem um alto potencial de impacto negativo, tanto dentro, quanto fora do agroecossistema. Nos limites do agroecossistema, o uso intensivo de agrotóxicos aumenta a dependência do seu uso, pois provoca desequilíbrios biológicos que eliminam os inimigos naturais das pragas e doenças de plantas e animais, favorecendo a reincidência de altas populações das pragas e patógenos (ressurgência), assim como o aparecimento de novas pragas que estavam sob controle natural (Campanhola et al., 1998). Há também o dano causado à saúde das pessoas que manipulam e aplicam os agrotóxicos no campo. Há ainda um maior potencial para o desenvolvimento da resistência das pragas, dos fitopatógenos e das plantas invasoras aos agrotóxicos,

que resulta na necessidade de se utilizar doses mais elevadas, ou de se misturar agrotóxicos ou ainda de se elevar a frequência das pulverizações, aumentando ainda mais o seu potencial de dano ao homem e ao meio ambiente.

Externamente aos limites dos agroecossistemas, os agrotóxicos causam danos à saúde do consumidor e da população em geral, assim como a poluição ou contaminação do solo, da água e do ar. Os seus efeitos podem se manifestar de diferentes formas e intensidades, intoxicando e eliminando espécies terrestres e aquáticas e, com isso, interferindo nos diferentes níveis tróficos e simplificando sistemas biológicos complexos e equilibrados.

O comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente está diretamente relacionado com as propriedades físico-químicas das formulações e dos ingredientes ativos (solubilidade em água, coeficiente de partição, hidrólise, ionização, pressão de vapor, reatividade), com a quantidade e frequência de uso, com os métodos de aplicação, com as características bióticas e abióticas do ambiente, e com as condições meteorológicas (Klingman et al., 1982, *apud* Frighetto, 1997). Isto significa que após a aplicação os agrotóxicos não permanecem intactos, mas são submetidos a uma série de transformações e movimentos que podem aumentar o seu potencial de dano ambiental. Segundo Frighetto (1997), os principais processos que determinam o destino dos agrotóxicos no ambiente são: retenção, transformação química e bioquímica e transporte para a atmosfera, água subterrânea e água superficial. Cabe ressaltar que muitas vezes o agrotóxico original é transformado em outras moléculas químicas que apresentam características distintas da molécula original, podendo ser, inclusive, mais tóxicos. Cada um desses processos não é exclusivo, ou seja, há sempre mais de um ocorrendo ao mesmo tempo e que conferem a cada agrotóxico características específicas de comportamento em cada situação particular, ou ecossistema. Por exemplo, o processo de adsorção ao solo, quando associado ao processo de erosão, pode resultar em um maior dano aos recursos hídricos, pois as partículas de solo carregam consigo os agrotóxicos que a elas estejam adsorvidos.

O envenenamento humano e as doenças são certamente o maior impacto causado pelo uso de agrotóxicos. Um relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) registra que mais de três milhões de pessoas são envenenadas com agrotóxicos a cada ano, com cerca de 220 mil mortes e de 750 mil pessoas que apresentam intoxicação crônica, câncer, problemas neurológicos, e assim por diante (Pimentel, 1998). Enquanto que os países desenvolvidos utilizam anualmente cerca de 80% de todo o agrotóxico produzido no mundo (Pimentel, 1990, *apud* Pimentel et al., 1993), menos da metade das mortes induzidas por agrotóxicos ocorrem nesses países. Portanto, uma grande parte dos envenenamentos e mortes causados por agrotóxicos ocorre em países em desenvolvimento, onde os padrões ocupacionais e de segurança são inadequados, a regulamentação e a rotulagem dos agrotóxicos são insuficientes, o nível de analfabetismo é elevado, a infra-estrutura para lavagem e o uso de equipamentos de proteção individuais são inexistentes ou inadequados, e os operadores desconhecem os perigos dos agrotóxicos à sua saúde (Bull, 1982, *apud* Pimentel et al., 1993). Ainda no caso específico dos países em desenvolvimento, estimativas mostram que o número de pessoas intoxicadas por agrotóxicos chega a 25 milhões (FAO, 1999). Além dessas deficiências, o guia da FAO (*op. cit.*, 1999) ainda atribui outras razões para os envenenamentos, como o manuseio inadequado dos resíduos e embalagens de agrotóxicos e a prática comum de se utilizar os recipientes de agrotóxicos para armazenar alimentos e água.

No Brasil, não se têm estimativas precisas dessa natureza, embora existam informações parciais sobre intoxicações por agrotóxicos em alguns centros de toxicologia de hospitais universitários. O problema é sério, principalmente porque os próprios agricultores ainda não têm consciência do perigo a que estão expostos quando utilizam agrotóxicos, o que os leva a desprezar as medidas de segurança recomendadas.

É importante ressaltar ainda que muitos dos efeitos causados pelos agrotóxicos não são agudos, mas crônicos, com os efeitos e sintomas se

manifestando ao longo da vida das pessoas, tais como alterações de natureza genética, fisiológica ou comportamental. São documentados casos de mortalidade embrionária, reprodução debilitada, inibição das atividades enzimáticas do cérebro, redução ou inibição de crescimento e de deformação da espinha dorsal e perda de apetite (Frighetto, 1997).

No que se refere à aplicação dos agrotóxicos no campo, sabe-se que menos que 50% de agrotóxico aplicado por avião atinge a área tida como alvo, sendo que o restante vai para o meio ambiente. A quantidade de agrotóxico que realmente atinge a praga ou patógeno é extremamente pequena, menos que 1%, o que significa que 99% ou mais vai para o ambiente (Pimentel, 1998). E no caso das aplicações terrestres, muito da quantidade aplicada tem como destino o próprio aplicador. Chaim et al. (1999) realizaram a avaliação de perdas de pulverização com trator em culturas de feijão e tomate, em condições de campo. Os resultados da deposição total da solução no solo e nas plantas, assim como a quantidade perdida por deriva foram transformados em porcentagem da dose aplicada. Verifica-se que as perdas para a cultura do feijão ficaram entre 49 e 88% do total aplicado, e as do tomate, entre 44 e 70%. No caso do feijão, de 30 a aproximadamente 74% do total aplicado foi para o solo, e de 6 a 40% foi perdido por deriva. Para o tomate, as perdas para o solo variaram de 9 a 36% e por deriva, de 16 a 53%, aproximadamente. Esses resultados comprovam a baixa eficiência dos equipamentos de aplicação de agrotóxicos no sentido de atingir o alvo desejado, o que contribui para aumentar ainda mais o potencial de dano dos agrotóxicos.

Os efeitos dos agrotóxicos no homem e nos organismos não-alvo são diretamente proporcionais à sua concentração e ao tempo de exposição. Portanto, deve-se buscar mecanismos que contribuam para que esses dois fatores sejam minimizados.

Em um trabalho de revisão para avaliar os dados publicados sobre a contaminação ambiental por agrotóxicos e resíduos nos países do Cone Sul, Rodrigues (1998) registra que: "os resíduos de agrotóxicos estão presentes em

todos os compartimentos ambientais do globo, desde as áreas mais remotas. Traços de DDT, BHC, aldrim, heptacloro, entre outros, podem ser detectados na atmosfera sobre o Atlântico Sul e Oceano Antártico, em amostras de solo, água, gelo e neve na Antártica, e em elevadas altitudes nos Andes Chilenos. A contaminação alcança as águas subterrâneas extraídas para consumo humano e é mantida mesmo em águas tratadas e oferecidas para consumo nas cidades, ainda que em níveis considerados seguros”. Ressalta o autor que resíduos de DDT alcançaram 0,37ppm em peixes capturados no poluído Rio Tietê que corre ao longo da cidade de São Paulo (Yokomizo et al., 1980, *apud* Rodrigues, 1998), e 41ppb no litoral da cidade de Santos, onde a contaminação por BHC era mais alarmante, atingindo 940ppb (Lara et al., 1980, *apud* Rodrigues, 1998). Esses exemplos servem para ilustrar o que aconteceu com o uso incontrolado de agrotóxicos clorados em passado recente. Esses produtos e seus derivados continuam presentes em praticamente todos os compartimentos ambientais de todas as regiões geográficas do planeta, devido à sua elevada estabilidade química e à bioacumulação que ocorre na medida em que se avança nos níveis tróficos. Mesmo que hoje se conheça mais sobre o comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente, não se pode assegurar que os danos causados sejam desprezíveis, pois torna-se praticamente impossível acompanhar toda a dinâmica do agrotóxico original, e das moléculas originadas de sua degradação, e os seus efeitos biológicos nas mais diversificadas situações ecológicas.

No que se refere aos alimentos, a contaminação de hortaliças por resíduos de fungicidas representa um problema mais sério (Ferreira, 1993, *apud* Rodrigues, 1998). Estudos realizados com fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos freqüentemente apontam a presença de resíduos nos produtos colhidos. Em um estudo detalhado analisando frutas e legumes prontos para comercialização no Rio de Janeiro, de 466 amostras havia resíduos em 63% delas, sendo que 24% apresentavam resíduos até 50% acima do limite de tolerância (Reis & Caldas, 1991, *apud* Rodrigues, 1998). Esses resultados são preocupantes uma vez que esses agrotóxicos (mancozeb, maneb, propineb, tiram

e zineb) apresentam como principal resíduo a substância etilenotiouréia, carcinogênica e muito estável (Toledo & Oliveira, 1988, *apud* Rodrigues, 1998).

Os agrotóxicos podem também influir no comportamento de organismos benéficos da natureza, como é o caso das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico para as plantas, das micorrizas que estimulam o desenvolvimento e conferem resistência às plantas, e dos microrganismos com função antagônica a fitopatógenos de solo.

Como exemplo das questões abordadas, a Tabela 6 reproduz resultados de uma estimativa de avaliação econômica e social dos danos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos nos EUA.

Por exemplo, os custos dos efeitos na saúde humana foram calculados a partir dos custos das internações hospitalares, do tratamento dos envenenamentos em pessoas que não foram internadas, de dias não trabalhados, do câncer gerado, e das mortes. Neste caso, é difícil e até antiético atribuir-se um valor monetário a uma vida humana, pois será que uma vida não vale mais que US\$ 2 milhões, que foi o valor considerado pelos autores (*op. cit.*, 1993)?

Embora os agrotóxicos representem uma economia de US\$ 16 bilhões por ano de perda de produtos agropecuários nos EUA, os dados da Tabela 6 mostram que os custos ambientais e sociais dos agrotóxicos podem chegar a cerca de US\$ 8 bilhões, valor que representa duas vezes o mercado americano anual de agrotóxicos, que é de US\$ 4 bilhões. Assim sendo, a relação benefício/custo, mesmo se considerados os custos indiretos ambientais e sociais, ainda é favorável (1,33 : 1), mas as estimativas apontadas estão longe de refletir todos os possíveis impactos que os agrotóxicos podem causar nos organismos dos diferentes compartimentos ambientais. Além disso, há as questões éticas e valores culturais que são alterados com o uso dos agrotóxicos, interferindo nas práticas agrícolas e no modo de vida das comunidades. Ainda, há que se considerar a distribuição dos custos associados ao uso dos agrotóxicos.

Pouco dos custos da poluição causada pelos agrotóxicos se revertem para os produtores ou para as empresas produtoras/formuladoras de agrotóxicos. Ao contrário, a maior parte dos custos se manifesta fora do seu domínio, gerando problemas de saúde pública e degradação ambiental. Há, portanto, que se distribuir melhor os custos sociais originados do uso de agrotóxicos, devendo recair a maior parte dos custos indiretos sobre as empresas produtoras e usuários.

**Tabela 6.** Estimativa anual dos custos ambientais e sociais decorrentes do uso de agrotóxicos na agricultura dos Estados Unidos.

<b>Danos</b>	<b>US\$ Milhões/ano</b>
Efeitos na saúde humana	787
Envenenamento de animais domésticos	30
Eliminação de inimigos naturais	520
Resistência das pragas aos agrotóxicos	1.400
Perda de abelhas e de polinização	320
Perda de culturas e de produtos	942
Perda de peixes	24
Perda de aves	2.100
Contaminação de águas subterrâneas	1.800
Controle governamental	200
Microrganismos e invertebrados do solo	?
<b>TOTAL</b>	<b>8.123</b>

Fonte: Pimentel et al.(1993).

## Gestão dos agrotóxicos no Brasil

### Legislação sobre agrotóxicos

A legislação ambiental brasileira apresentou expressivo avanço a partir da promulgação da revisão constitucional de 1988. A primeira grande mudança veio com a Lei no. 7.802, de 11/07/1989, que dispõe sobre a pesquisa, a

experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. De acordo com esta lei, os agrotóxicos só poderão ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura. É tratada a questão das responsabilidades em caso de infrações desta lei e a aplicação das sanções, que vão desde a suspensão ou cancelamento do registro do produto até a pena de reclusão.

O Decreto nº 8.816, de 11/01/1990 regulamenta a Lei no. 7.802 acima mencionada. Ele trata dos seguintes itens: a) das competências imputadas ao Ministério da Agricultura, ao Ministério da Saúde e ao Ministério do Interior (atualmente, competência atribuída ao Ministério do Meio Ambiente – IBAMA); b) das providências referentes ao registro do produto, produtos destinados à pesquisa e experimentação, das proibições, do cancelamento ou da impugnação, e do registro das empresas; c) da embalagem, da rotulagem e da propaganda comercial e da destinação final de resíduos e embalagens; d) do armazenamento e do transporte; e) do receituário; f) do controle, da inspeção e da fiscalização e g) das infrações, das sanções e do processo.

Dentre esses, cabe ressaltar que o Decreto estabelece que os agrotóxicos e afins só poderão ser comercializados diretamente ao usuário mediante apresentação de receituário próprio prescrito por profissional legalmente habilitado, o qual deve ter formação técnica no mínimo de nível médio ou segundo grau. Consideram-se como casos excepcionais as prescrições e as vendas de agrotóxicos destinados à higienização, desinfecção ou desinfestação de ambientes domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública.

As exigências apresentadas no referido Decreto referem-se não somente ao registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, mas também ao processo de renovação de registro e de extensão de uso dos produtos. Havia também um prazo de validade do registro que era de cinco anos, no fim do qual deveria ser realizada a renovação de registro com os mesmos procedimentos adotados para efeitos de registro. Com o argumento da inexecuibilidade de tal procedimento utilizado pelo “pool” das empresas produtoras e distribuidoras de agrotóxicos no país, houve alterações nos dispositivos que tratavam do assunto. Assim, pelo Decreto no. 991, de 24/11/1993, fica excluída a necessidade de renovação de registro de agrotóxicos, assim como o prazo de validade do registro, restando apenas a cláusula que estabelece que os agrotóxicos, seus componentes e afins que apresentam redução de sua eficiência agrônômica, riscos à saúde humana ou ao meio ambiente poderão ser reavaliados a qualquer tempo e ter seus registros alterados, suspensos ou cancelados.

Os estados e municípios podem ter sua legislação própria e complementar ao que estabelece a Lei 7.802, podendo ser mais restritivas, não podendo, contudo, conflitar com o conteúdo da legislação federal.

Por sua vez, cada um dos órgãos federais responsáveis pelo registro e sua fiscalização adotaram medidas complementares à legislação de agrotóxicos, por meio de Portarias referentes às suas respectivas competências. O Ministério da Saúde estabeleceu as diretrizes e exigências referentes à autorização de registros pela norma no. 1, de 09/12/1991, que trata especificamente dos aspectos de proteção à saúde (avaliação toxicológica, classificação toxicológica e fixação de limites máximos de resíduos de agrotóxicos, segurança dos aplicadores e da população em geral). A classificação toxicológica dos produtos técnicos, ingredientes ativos e produtos formulados é feita com base nas informações toxicológicas fornecidas pela instituição registrante com a alocação dos produtos nas seguintes classes: classe I – produtos extremamente tóxicos, classe II – produtos altamente tóxicos, classe III – produtos medianamente tóxicos e classe IV – produtos pouco tóxicos. Os limites máximos de resíduos,

ou tolerância, são estabelecidos com base em ensaios de campo para cada cultura alimentar. Os limites máximos de resíduos referem-se aos produtos agropecuários em bruto, após colheita do vegetal, abate ou ordenha do animal, por ocasião de sua comercialização, antes de qualquer processamento dos referidos produtos e com a remoção das partes não comestíveis. Esse procedimento é válido também para alimentos de animais e fumo. No caso de alimentos processados onde houver concentração ou desidratação do alimento, o cálculo se referirá ao alimento preparado para ser consumido. Os limites máximos de resíduo são aqueles estabelecidos pela Comissão do *Codex Alimentarius* para Resíduos de Agrotóxicos (CCPR/FAO/OMS) e são utilizados para se estabelecer os períodos de carência para os diferentes produtos e cultivos (o período de carência ou intervalo de confiança é o tempo decorrido após a última aplicação de agrotóxico e a colheita, necessário para que o nível de resíduo esteja abaixo do limite permitido).

A referida Norma trata ainda das informações referentes à saúde e aos cuidados a serem tomados que deverão constar do rótulo dos produtos, tais como: necessidade de uso de equipamentos de proteção individual e informações relativas aos cuidados com a saúde humana – primeiros-socorros, tratamento médico de emergência (dirigido ao médico), antídoto, telefones do Centro de Informações Toxicológicas da região e da empresa, e pictogramas. Os rótulos poderão conter ainda frases de advertência com relação a: precauções gerais (ex.: “não coma, não beba e não fume durante o manuseio do produto”); manuseio do produto (ex.: “use máscaras cobrindo o nariz e a boca”); aplicação propriamente dita (ex.: “não aplique o produto contra o vento”); precauções após aplicação (ex.: “não reutilize a embalagem vazia”), ingestão (ex.: “provoque vômito e procure logo o médico, levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônômico do produto”); olhos (ex.: “lave com água em abundância e procure o médico levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônômico do produto”); pele (ex.: “lave com água e sabão em abundância e, se houver

irritação, procure o médico levando a embalagem, rótulo, bula ou receituário agrônomico do produto”); inalação (ex.: “procure lugar arejado”). As bulas ou folhetos que acompanham os produtos deverão conter, além de todos os dados constantes do rótulo, as seguintes informações: mecanismo de ação, absorção e excreção para o ser humano, efeitos agudos e crônicos e efeitos colaterais.

E para as questões do meio ambiente, há a Portaria Normativa no. 84, de 15/10/1996, que estabelece procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, para efeito de registro e aprovação do potencial de periculosidade ambiental de agrotóxicos, seus componentes e afins. Esta Portaria instituiu também o Sistema Permanente da Avaliação e Controle dos Agrotóxicos, seus componentes e afins, que compreende os seguintes subsistemas: classificação do potencial de periculosidade ambiental; estudo de conformidade; avaliação do risco ambiental; divulgação de informações; monitoramento ambiental e fiscalização. A classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental baseia-se nos parâmetros de bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico, obedecendo a seguinte graduação: classe I – produto altamente perigoso; classe II – produto muito perigoso; classe III – produto perigoso e classe IV – produto pouco perigoso. Um dos itens impeditivos à obtenção de registro de um agrotóxico é se as suas classificações de potencial de periculosidade ambiental e/ou avaliação do risco ambiental indicarem índices não aceitáveis de periculosidade e/ou risco, considerando os usos propostos.

Os testes e informações necessárias à avaliação ecotoxicológica dos agrotóxicos e afins devem ser realizados tanto com o produto técnico (ingrediente ativo), como com o produto formulado, sendo que para alguns parâmetros aceitam-se apenas os resultados de produtos técnicos. Esses testes referem-se a: características físico-químicas (estado físico, cor, odor, identificação molecular, grau de pureza, ponto/faixa de fusão, ponto/faixa de ebulição

pressão de vapor, solubilidade/miscibilidade, pH, constante de dissociação em meio aquoso, hidrólise, fotólise, densidade, viscosidade, corrosividade, ponto de fulgor, volatilidade, entre outros), sendo que para algumas delas aceitam-se publicações científicas completas e informações referenciadas em substituição aos testes; toxicidade para organismos não-alvo (microrganismos, algas, organismos do solo, abelhas, microcrustáceos, peixes, aves, plantas); comportamento no solo (biodegradabilidade, mobilidade, adsorção/dessorção); toxicidade para animais superiores (ratos, cães, coelhos); potencial genotóxico, embriofetotóxico e carcinogênico. Entretanto, esta Portaria não se refere à avaliação ambiental de saneantes domissanitários, registro e avaliação ambiental de produtos biotecnológicos, e registro e avaliação de produtos destinados ao uso em ambientes aquáticos.

Uma outra ação inovadora foi introduzir a diferenciação nas exigências de registro de produtos semioquímicos e de microrganismos utilizados no controle biológico em relação aos agrotóxicos convencionais, pois pela Lei no. 7.802, de 11/07/1989, os procedimentos e exigências para registro junto aos órgãos competentes eram os mesmos para todos. O objetivo dessas portarias foi adequar e ao mesmo tempo simplificar o processo de registro de produtos alternativos aos agrotóxicos químicos, a fim de que eles possam ser registrados a custos menores e terem a sua viabilidade comercial assegurada. Isso porque, geralmente, esses produtos apresentam grande especificidade quando comparados aos agrotóxicos, o que reduz o seu potencial de mercado.

No caso dos semioquímicos, a Portaria no. 121, de 09/10/1997, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura estabelece as exigências para o seu registro. É interessante observar que não há exigências quanto aos testes toxicológicos ou ecotoxicológicos, ficando a apresentação do relatório técnico restrito a: teste e informações sobre a eficiência e praticabilidade agronômica do produto, modelo de rótulo e bula, e modelo e características da embalagem. Essa Portaria estabelece também que devem ser apresentadas in-

formações sobre o registro em outros países, inclusive o de origem, e que os órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e de meio ambiente deverão se manifestar, no prazo de trinta dias, caso haja restrições ao produto.

Para fins de registro e avaliação ambiental de agentes microbianos vivos de ocorrência natural empregados no controle de um outro organismo vivo considerado nocivo, o Ibama publicou a Portaria Normativa no. 131, de 03/11/1997. Esta Portaria estabelece os procedimentos a serem adotados, com a apresentação das seguintes informações: dados do requerente e informações gerais sobre o organismo a ser registrado, documentos relativos à avaliação da eficiência do produto comercial, documentos exigidos pelo Ministério da Saúde para fins de avaliação e classificação toxicológica do produto quanto ao aspecto de saúde humana, dados e informações referentes à avaliação ambiental do produto, modelo de rótulo e de bula e descrição da embalagem quanto ao tipo, material e capacidade volumétrica.

A avaliação toxicopatológica tem por objetivo verificar os efeitos adversos do agente microbiano de controle sobre mamíferos. Os principais aspectos a serem considerados são: patogenicidade, infectividade/persistência, e toxicidade do agente de biocontrole, de contaminantes microbianos e de seus subprodutos. Essa avaliação é realizada por meio de uma série de testes, dividida em três fases distintas. A Fase I consiste de uma bateria de testes de curta duração, onde o organismo-teste (mamífero) recebe uma dose máxima única do agente de controle com o objetivo de se obter a máxima chance do agente de controle causar toxicidade, infectividade e patogenicidade. Se nenhum efeito adverso for observado na Fase I, não há necessidade de se realizar nenhum dos testes das Fases II e III. A Fase II foi elaborada para avaliar uma situação particular, quando se observa toxicidade ou infectividade na Fase I, sem evidências de patogenicidade. Na Fase II, estudos de toxicidade aguda são normalmente exigidos com o componente tóxico da preparação do bioagente. Nas Fases II e III, estudos adicionais para avaliar o efeito de toxicidade de preparações do

agente de biocontrole deverão ser realizados de acordo com protocolos apropriados. Estudos subcrônicos de toxicidade/patogenicidade também constam da Fase II. A Fase III contém testes para identificar efeitos adversos particulares de parasitos de células de mamíferos, e só serão exigidos quando efeitos adversos forem observados na Fase II.

Por sua vez, a avaliação de danos sobre organismos não-visados e comportamento ambiental do agente biológico de controle também é feita por testes estabelecidos em três Fases. Na Fase I, os organismos indicadores, que representam os principais grupos de organismos não-alvo, são submetidos a uma dose única máxima do produto biológico, estabelecendo-se um sistema em que a chance de expressão dos efeitos indesejáveis é máxima. A ausência de danos aos organismos indicadores nesta fase implica um alto grau de confiança de que nenhum efeito adverso ocorrerá no uso prático do agente de biocontrole. Do mesmo modo que na avaliação toxicopatológica, aqui, se os efeitos adversos significativos forem observados na Fase I, então os testes da Fase II são realizados, onde a exposição potencial dos organismos não-alvo ao agente de biocontrole é estimada. Os testes desta Fase contemplam estudos de sobrevivência, persistência, multiplicação e dispersão do agente microbiano de controle, em diferentes ambientes. Se os testes da Fase II mostrarem que pode haver exposição significativa dos organismos não-alvo ao agente de biocontrole, então a Fase III torna-se necessária. Os testes da Fase III servem para determinar efeitos dose-resposta, ou certos efeitos crônicos. Há ainda os testes da Fase IV, que são exigidos apenas quando forem observados, na Fase III, efeitos patogênicos nas doses efetivas, ou em níveis residuais de exposição. São estudos simulados de curta duração ou efeitos em campo sobre aves e mamíferos, organismos aquáticos, insetos predadores e parasitóides e insetos polinizadores.

Considera-se que toda a legislação sobre agrotóxicos e uso de agentes microbianos de controle de pragas e doenças constitui-se em um grande avanço, pois disciplinou a oferta e, conseqüentemente, a utilização desses produ-

tos, o que tem contribuído para diminuir o potencial de dano dos agrotóxicos e de organismos vivos à saúde humana e ao meio ambiente.

Um novo avanço na legislação de agrotóxicos foi estabelecido com o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Entre os avanços encontra-se em sua Seção II, sobre a Destinação Final de Sobras e de Embalagens, o estabelecimento da criação de centro ou central de recolhimento, destinado ao recebimento e armazenamento provisório de embalagens vazias, de agrotóxicos e afins. Além disso, nos seus artigos 53 e 60, estabelece que os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra. Para isso as empresas produtoras e as comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão estruturar-se adequadamente para as operações de recebimento, recolhimento e destinação de embalagens vazias e produtos de que trata o decreto 4.074, até 31 de maio de 2002. O estabelecimento da devolução de embalagens de agrotóxicos vem suprir um dos graves problemas relacionados com a poluição ambiental.

### **O papel das indústrias de agrotóxicos**

A indústria de agrotóxicos está organizada por duas grandes associações nacionais: a ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal, que agrega apenas as empresas multinacionais e os grandes conglomerados internacionais, e a AENDA – Associação das Empresas Nacionais de Defensivos Agrícolas. Cabe ressaltar que as indústrias nacionais geralmente restringem as suas atividades à formulação de agrotóxicos, adquirindo os ingredientes ativos de terceiros.

As Organizações Não-Governamentais (ONGs) desempenham papel importante na restrição de uso de agrotóxicos na produção animal ou vegetal. Esse comportamento tem influenciado não só as decisões governamentais, como também as estratégias das empresas de agrotóxicos, que adotaram o discurso a favor do manejo integrado de pragas (MIP) e do uso adequado e

racional de agrotóxicos. Além de cursos de capacitação, as indústrias têm se envolvido no problema do descarte e da coleta de embalagens vazias de agrotóxicos. Há mais de cinco anos, a ANDEF lançou um programa para a tríplice lavagem das embalagens em todo o país, assumindo todo o trabalho de sua divulgação junto aos técnicos, extensionistas e agricultores. O processo da tríplice lavagem consiste em se lavar a embalagem com água, por três vezes, despejando a mistura no tanque de pulverização. Com esse procedimento, argumentam os técnicos das indústrias, elimina-se mais de 99,9% do agrotóxico que restaria na embalagem. Essa ação está vinculada à posterior coleta e reciclagem das embalagens.

A coleta de embalagens vazias continua sendo um problema bastante sério. Por exemplo, no município de Vinhedo, localizado a 70km da cidade de São Paulo, constatou-se que a sua atividade agrícola, baseada na fruticultura, consome 44 toneladas de agrotóxicos por ano e gera 18 mil embalagens que são jogadas em córregos ou terrenos<sup>1</sup>. Considerando-se que a população rural deste município é de 4,2 mil pessoas, esse número representa uma quantidade média de embalagens descartadas, inadequadamente, de 4,3 por habitante rural.

A partir de 1998, o “Programa nacional de destino final de embalagens de defensivos agrícolas”, coordenado pela ANDEF, foi colocado em prática. No país, há atualmente 29 centrais de recebimento de embalagens que as condensam antes da reciclagem. Entretanto, do total de embalagens consumidas por ano, que é de 100 milhões de unidades, apenas 10% é reciclado. Do total reciclado, 85% das embalagens são de plástico, 10% são de metal, e o restante são de vidro ou papelão.

Há exemplos de municípios onde se implantou um sistema de coleta de embalagens de agrotóxicos por iniciativa conjunta do poder público local, dos agri-

---

<sup>1</sup> Gazeta Mercantil, Cad. Planalto Paulista, 16/03/2000, p. 1 e.

cultores e suas associações, de cooperativas de trabalhadores, e das indústrias de agrotóxicos. O interessante é que as indústrias custeiam apenas parte da construção das centrais de coleta de embalagens vazias, desempenhando um papel mais educativo junto aos agricultores. Os custos do transporte são rateados entre as indústrias em função das vendas estimadas de cada uma no município considerado. Cabe ressaltar que as centrais de coleta estão sendo instaladas em municípios que conseguem exercer maior pressão sobre as indústrias de agrotóxicos para que tomem providências nesse sentido.

### **Situação do manejo integrado de pragas no Brasil**

As pesquisas realizadas com o objetivo de introduzir a prática do manejo integrado de pragas (MIP) no país iniciaram-se na década de 70. Muitos resultados concretos e promissores foram obtidos, mas não se pode dizer que o MIP seja uma prática amplamente utilizada pelos agricultores. Mesmo em casos de sucesso, para um mesmo cultivo, algumas práticas alternativas aos agrotóxicos são adotadas no controle de algumas pragas e doenças, mas não de outras. É na maioria das situações não há uma verdadeira integração dos diferentes métodos de controle dos problemas fitossanitários de pragas e doenças, como preconizam os princípios do MIP, mas sim o controle utilizando apenas diferentes agrotóxicos.

Vários fatores contribuem para a adoção limitada do MIP, destacando-se três deles. O primeiro, refere-se à cultura dos agricultores, que utilizam quase que exclusivamente agrotóxicos no controle das pragas e doenças de plantas e animais devido à facilidade de uso e à eficiência desses produtos químicos, associadas a um sistema público de assistência técnica e extensão rural pouco eficiente na divulgação e implementação do MIP. O segundo fator apoia-se na própria formação dos técnicos de assistência técnica e extensão rural, que está voltada à recomendação de agrotóxicos para a solução dos problemas fitossanitários, sem se preocupar com as causas que possam estar contribuindo para a

ocorrência de pragas e doenças nas culturas e na pecuária, e sem buscar conhecimento das alternativas existentes. E o terceiro fator refere-se à indústria de agrotóxicos, que tem um papel importante na assistência técnica aos produtores que adotaram as práticas preconizadas pela agricultura moderna. Os seus técnicos fazem visitas programadas aos agricultores para a oferta e venda de agrotóxicos e ao mesmo tempo prestam-lhes qualquer outro tipo de assistência técnica para os seus cultivos. Esse vínculo estreito tem de certo modo favorecido a continuidade da cultura do uso de agrotóxicos pelos agricultores, pois a recomendação básica é a integração de produtos e não de métodos.

Entretanto, com a pressão de grupos organizados contra o uso de agrotóxicos na agricultura, que se tornou mais forte na década de 80, as indústrias de agrotóxicos se organizaram para oferecer cursos de MIP e de uso adequado de agrotóxicos, que incluem o destino final de produtos e de embalagens e o uso de equipamentos individuais de proteção. Geralmente esses cursos têm duração de uma semana, são realizados nas diferentes regiões do país e visam atender principalmente técnicos do serviço de extensão, que repassam aos agricultores as informações recebidas. Na programação desses cursos atuam como palestrantes tanto técnicos do setor privado como pesquisadores de universidades públicas e de institutos de pesquisa oficiais. Porém, as táticas e práticas recomendadas nunca vão na direção da substituição dos agrotóxicos, mas no seu uso adequado, respeitando os limites de dano econômico das pragas e a integração desses produtos.

A divulgação e a implementação de muitas das práticas citadas se dá, na maioria dos casos, por canais não-públicos de comunicação, embora a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – tenha tido um papel essencial na geração desses resultados e na sua difusão aos agricultores.

### **Pontos fracos na operacionalização da gestão de agrotóxicos**

A seguir, são identificados problemas que requerem algum tipo de redirecionamento e de decisão para que não se constituam em pontos de estrangulamento para o controle de pragas e doenças agropecuárias, levando-se em conta os

aspectos de saúde pública e de proteção ao meio ambiente. É oportuno destacar a importância que o setor público tem na coordenação e implementação de grande parte das medidas de solução propostas, do mesmo modo que as empresas produtoras de agrotóxicos devem se responsabilizar por grande parte dos custos envolvidos para a implementação de medidas corretivas ou mitigadoras, face ao passivo ambiental já acumulado nos diferentes ecossistemas brasileiros.

Cabe destacar que as medidas propostas são apenas correções temporárias de um modelo de agricultura que requer profundas transformações para se privilegiar a qualidade ambiental. Isso significa que os pacotes químicos para controle de pragas, fitopatógenos e plantas invasoras deverão ser gradualmente substituídos por tecnologias mais amenas e integradas com cada sistema natural.

No que se refere aos aspectos legais, pode-se listar os seguintes problemas, acompanhados de propostas para o seu encaminhamento ou solução:

- a) há três órgãos oficiais responsáveis pelo registro de agrotóxicos que atuam individualmente, podendo gerar conflitos;
  - ▶ estabelecer uma estrutura única, supraministerial, que coordene todas as decisões sobre a concessão e reavaliação de registros de agrotóxicos;
- b) falta de registro de agrotóxicos para culturas de pouca expressão em uso total de agrotóxicos (mercado restrito); operacionalização ineficiente do receituário agrônomo, inclusive na sua fiscalização; uso de agrotóxicos proibidos em outros países; compatibilização entre as legislações estaduais, assim como a compatibilização da legislação brasileira com a de outros países do Mercosul;
  - ▶ avaliar e revisar a legislação de registro e uso de agrotóxicos, com apresentação de proposta concreta de alterações;
- c) não há a divulgação dos limites aceitáveis para os testes de ecotoxicidade utilizados na avaliação dos agrotóxicos pelo Ibama;
  - ▶ estabelecer critérios mais transparentes para a avaliação da ecotoxicidade de agrotóxicos e promover a sua ampla divulgação;

- d) não há o estabelecimento de limites de resíduos de agrotóxicos em solo e água;
  - ▶ estabelecer e divulgar esses limites para os diferentes ecossistemas terrestres e aquáticos, assim como identificar e implementar zonas/áreas de exclusão ou redução de uso de agrotóxicos (proteção de áreas de maior risco de contaminação, de recursos hídricos, de habitats selvagens, e de plantas e animais específicos);
- e) fraca fiscalização na produção e no consumo de agrotóxicos;
  - ▶ melhorar a fiscalização e estabelecer cotas de uso de agrotóxicos no campo, por região ou microrregião;
- f) riscos à saúde humana devido ao mau uso pelos aplicadores e aos resíduos nos alimentos;
  - ▶ treinar e habilitar aplicadores de produtos agrotóxicos e afins e introduzir mecanismos para melhorar a eficiência dos equipamentos de aplicação;
- g) descarte de embalagens de agrotóxicos no campo, próximo a residências e a recursos hídricos;
  - ▶ estabelecer procedimentos para o recolhimento das embalagens nos municípios, com envolvimento das empresas produtoras de agrotóxicos e dos produtores e suas corporações.
- h) uso significativo de produtos com alta periculosidade à saúde e ao meio ambiente;
  - ▶ estabelecer prazos curtos para a eliminação desses produtos do mercado.

No que se refere à utilização e manejo de agrotóxicos, pode-se apontar os seguintes problemas e propostas de soluções:

- a) estocagem de agrotóxicos obsoletos ou não utilizáveis a céu aberto; inexistência de registro dos agrotóxicos obsoletos presentes nos armazéns das empresas e das propriedades rurais;
  - ▶ fazer um diagnóstico nacional sobre agrotóxicos obsoletos, elaborar uma base de dados sobre os agrotóxicos que se encontram nessa situação e implementar ações para a sua utilização ou destino final;

- b) baixa disponibilidade de tecnologias alternativas não-químicas para o controle de pragas, doenças e plantas invasoras nos cultivos agrícolas;
  - ▶ implementar medidas de estímulo à geração, produção e comercialização de tecnologias alternativas que garantam a fitossanidade;
- c) inadequação dos equipamentos de proteção individual (EPIs) e das embalagens dos produtos agrotóxicos formulados;
  - ▶ incentivar o desenvolvimento de EPIs mais adequados às condições climáticas tropicais, de modo a facilitar o seu uso; retirar do mercado as embalagens mais poluentes, incentivando o desenvolvimento de embalagens hidrossolúveis ou outras que não gerem resíduos nem requeiram retorno às centrais de coleta para reciclagem;
- d) uso restrito do manejo integrado de pragas (MIP) e de métodos não-químicos de controle de pragas, doenças e plantas invasoras;
  - ▶ implementar medidas de estímulo à inclusão da resistência a pragas e doenças em programas/projetos de melhoramento genético de plantas; criar um programa nacional de incentivo ao manejo integrado de pragas e fitopatógenos; utilizar instrumentos políticos complementares de natureza legal e econômica que dêem suporte à pesquisa e à utilização do MIP pelos agricultores, tais como: isenção ou diminuição de taxas para a produção de agrotóxicos ambientalmente mais seguros, por um período determinado; subsídios para que os agricultores adquiram equipamentos de aplicação de agrotóxicos com certificado de qualidade; redução de impostos ou isenções fiscais para o agricultor que utilize produtos biológicos e práticas de manejo integrado de pragas.

E quanto ao mercado, apresentam-se os seguintes problemas e respectivas soluções:

- a) barreiras não-tarifárias aos produtos de exportação com níveis de resíduos acima dos limites estabelecidos pelos países importadores, ou por resíduos de produtos não permitidos nesses países;
  - ▶ elaborar bases de dados e divulgar informações referentes aos agrotóxicos,

para fins educacionais e de conscientização dos agricultores, dos técnicos e dos consumidores;

b) importação de alimentos contaminados por agrotóxicos;

▶ introduzir medidas de monitoramento e controle do nível de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, respeitando-se os limites estabelecidos por organismos internacionais, como a Comissão do *Codex Alimentarius*, e exigindo-se certificado de níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, que deverão ser apresentados pelas empresas antes do embarque.

## Considerações finais

Com a crescente importância dos movimentos sociais inspirados no paradigma ambientalista, nos países industrializados têm havido uma maior preocupação com a melhoria da qualidade ambiental e dos padrões de produção, com conseqüente aumento na procura por práticas agropecuárias favoráveis à conservação da qualidade do meio ambiente. Entre essas práticas tem-se destacado o manejo dos sistemas de produção (ou “produção integrada”) e a integração de sistemas produtivos em um mesmo espaço.

No país, embora essa tendência seja incipiente, há crescente interesse por práticas e tecnologias produtivas que não degradem o meio ambiente (Campanhola et al., 1997). Uma das explicações é a possibilidade de exclusão dos produtos brasileiros do mercado externo, por meio de barreiras não-tarifárias que restringem a aquisição de produtos obtidos às custas da degradação ambiental. É o caso, por exemplo, do setor de papel e celulose que teve que se organizar para obter a certificação ambiental – normas ISO 14000 - de seus produtos para continuarem competindo em igualdade de condições no mercado internacional. A tendência é que os países desenvolvidos demandem cada vez mais produtos de alta qualidade, livres de agrotóxicos e produzidos sob condições consideradas pela opinião pública internacional como socialmente aceitáveis e politicamente corretas (“mercado justo”). O

mercado interno tende a ser menos exigente, mas os padrões certamente serão superiores aos atuais.

Um movimento que cresceu muito no país nos últimos anos é o da agricultura orgânica e de suas variantes, tais como: agricultura biodinâmica, agricultura natural, agricultura alternativa, agricultura sustentável e agricultura ambiental. Esse movimento é liderado por ONGs nacionais e internacionais que se preocupam com a conservação do meio ambiente e com a produção de alimentos saudáveis e nutricionalmente equilibrados. Essa tem sido a tendência em muitos outros países do mundo: o mercado mundial de produtos orgânicos, em 1999, foi estimado em US\$ 23,5 bilhões, contra cerca de US\$ 10 bilhões em 1997, o que significa um aumento de 135% no período 1997-1999 (Anuário 2000 da Avicultura Industrial. nº 1074, dez 99/jan 2000, p.20-26). Como o mercado mundial de alimentos é estimado em US\$ 500 bilhões por ano, os produtos orgânicos já representam cerca de 5% do mercado.

No país, o mercado de produtos orgânicos é ainda pequeno, de US\$ 10 milhões por ano, mas houve um grande crescimento nos últimos anos. A grande novidade foi a aprovação pelo Ministro da Agricultura da Instrução Normativa nº 7, de 17/05/1999, que estabeleceu as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação de qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal. Apesar desse avanço, sob o ponto de vista legal, essas normas estão ainda muito vulneráveis a mudanças, pois dependem apenas da vontade política do Ministro da Agricultura para alterá-las ou mesmo extingui-las. A próxima etapa da luta das ONGs e das instituições de representação dos agricultores que trabalham com a agricultura orgânica será a de transformar essas normas em leis de abrangência nacional e em leis estaduais.

Essas novas possibilidades para a agricultura oferecem boas alternativas para se diminuir a dependência dos agrotóxicos e contribuir para se praticar uma agricultura que seja mais adequada às novas exigências de qualidade ambiental e de qualidade de vida da sociedade moderna.

Por fim, cabe acrescentar as novas realidades que têm sido observadas no meio rural brasileiro. Segundo Graziano da Silva (1999), o meio rural brasileiro não pode ser mais considerado como exclusivamente agrícola: há muitas atividades não-agrícolas que já ocupam quase 30% da população economicamente ativa que reside no meio rural. Essas atividades estão associadas principalmente aos setores de prestação de serviços, da indústria de transformação, da construção civil e dos serviços sociais. Uma das explicações para esse fenômeno é que as rendas agrícolas estão diminuindo em razão da queda de preços dos produtos agrícolas e da retirada dos subsídios oficiais, o que leva alguns membros das famílias a procurarem trabalho em outros setores, dentro ou fora do estabelecimento rural, para complementação da renda familiar. Outra explicação é que a modernização da agricultura gerou um excedente de mão-de-obra rural que acabou se engajando em outras atividades.

Por sua vez, o próprio meio rural brasileiro tem passado por transformações: há hoje um grande interesse das pessoas urbanas pelo que acontece no meio rural e pelo lazer que ele proporciona, ganhando destaque o ecoturismo e o agroturismo. Portanto, em áreas ou regiões em que a agricultura não gera renda suficiente ou onde ela representa potencial de danos ambientais, devem ser implementadas políticas públicas que estimulem o desenvolvimento de atividades alternativas geradoras de renda, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos habitantes rurais e de garantir a sua permanência no campo. Isso não significa que as atividades da produção agropecuária devam ser eliminadas. Ao contrário, o aproveitamento de oportunidades não-agrícolas de renda por alguns membros de famílias agrícolas deverá contribuir para o fortalecimento e melhoria tecnológica dos sistemas agropecuários de produção, principalmente nos períodos de crise.

## Referências

- CAMPANHOLA, C.; LUIZ, A.J.B.; LUCHIARI JUNIOR, A. O problema ambiental no Brasil: agricultura. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas: UNICAMP-IE, 1997. p.265-281.
- CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, G.S.; BETTIOL, W. Evolução, situação atual, projeção e perspectiva de sucesso de um Programa de Racionalização do Uso de Agrotóxicos no Brasil. In: RODRIGUES, G.S. **Racionalización del uso de pesticidas en el Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR, 1998. p.43-49. (IICA/PROCISUR. Diálogo, 50).
- CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 29p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 2).
- FAO. **Guidelines for the management of small quantities of unwanted and obsolete pesticides**. Rome: FAO, 1999. 25p. (FAO Pesticide Disposal Series, 7).
- FRIGHETTO, R.T.S. Impacto ambiental decorrente do uso de pesticidas agrícolas. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. de (Ed.). **Microbiologia ambiental**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. p.415-438. (Embrapa – CNPMA. Documentos, 11).
- GRAZIANO DA SILVA, J. **O novo rural brasileiro**. Campinas: Unicamp-IE, 1999. 153 p. (Coleção Pesquisa, 1).
- PIMENTEL, D.; ACQUAY, H.; BILTONEN, M.; RICE, P.; SILVA, M.; NELSON, J.; LIPNER, V.; GIORDANO, S.; HOROWITZ; D'AMORE, M. Assessment of environmental and economic impacts of pesticide use. In: PIMENTEL, D.; LEGMAN, H. (Ed.). **The pesticide question: environment, economics and ethics**. New York: Chapman & Hall, 1993. p.47-84.
- PIMENTEL, D. Judicious use of pesticides economic and environmental benefits. In: RODRIGUES, G.S. (Coord.). **Racionalización del uso de pesticidas en el Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR, 1998. p.81-84. (IICA/PROCISUR. Diálogo, 50).

RODRIGUES, G. S. Contaminação ambiental por pesticidas e resíduos no Cone Sul. In: RODRIGUES, G.S. (Coord.). **Raionalización del uso de pesticidas en el Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR, 1998. p.19-27. (IICA/PROCISUR. Diálogo, 50).



# 2

## Proposta para o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos

**Pedro Soares**

**Clayton Campanhola**

**Wagner Bettiol**

**Geraldo Stachetti Rodrigues**

### Introdução

O Protocolo Verde é um programa do governo brasileiro, lançado em novembro de 1995, que tem por objetivo a conservação do meio ambiente por meio da restrição de financiamento dos bancos oficiais a programas e projetos que causem degradação ambiental.

Com base nas orientações do Protocolo Verde, o grupo coordenador desse Protocolo, vinculado à Casa Civil da Presidência da República, entendeu que, no caso da agricultura, seria oportuno elaborar um programa que fosse direcionado ao tema dos agrotóxicos. Decidiu-se então dar início ao Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos (PNRUA). Com o intuito de dar andamento ao enfoque institucional e metodológico que deve orientar a implementação do PNRUA, gerou-se uma proposta preliminar para a ordenação do referido programa, a qual deverá passar por revisões e ajustes a serem processados não só pelo Comitê Coordenador do Programa, que deverá ser

instituído oficialmente por Portaria, mas, principalmente, por todos os agentes e participantes envolvidos.

A composição do Programa será aqui abordada, considerando-se os itens seguintes: justificativa do programa; avaliação da situação atual do uso de agrotóxicos; objetivos e metas prioritárias; ações previstas e seus instrumentos operacionais; articulação institucional e organização do programa; cronograma de metas e viabilização financeira.

A presente versão do Programa não aborda os aspectos relativos aos dois últimos itens, mas incorporou todas as contribuições e sugestões do Grupo de Trabalho do PNRUA, constituído, numa primeira etapa, por técnicos dos Ministérios da Saúde, do Meio Ambiente e da Agricultura, Banco do Brasil, Ibama e Embrapa, além do Grupo Coordenador do Protocolo Verde.

## Justificativa do Programa

A sustentabilidade dos agroecossistemas é um aspecto fundamental a ser considerado na formulação de qualquer política de desenvolvimento que seja integrado. Esta problemática está intimamente ligada à questão da utilização racional dos recursos naturais, evitando seu esgotamento, o que deverá concentrar cada vez mais esforços por parte do Poder Público, bem como de outros segmentos da sociedade envolvidos na questão.

No que se refere aos aspectos da saúde pública ligados à agricultura moderna, com o uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos, e seus efeitos danosos decorrentes da falta de controle no uso desses produtos e o pouco conhecimento da população em geral sobre os seus riscos, estima-se que os índices de intoxicação humana no país sejam bastante elevados.

Em 1993, segundo a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz/Sinitox), eram notificados no país aproximadamente 6 mil casos de intoxicação por agrotóxicos e afins, a que corresponderiam cerca de 200 a 300 mil casos de intoxicações, já

que, segundo a Organização Mundial da Saúde, para cada caso notificado de intoxicação podem ocorrer até 50 casos não notificados.

Dessa forma, é correto afirmar que o evento intoxicação, direta ou indiretamente devido aos agrotóxicos, e as doenças daí decorrentes, representam um grave problema de saúde pública, caracterizando-se claramente como uma epidemia.

Quanto ao passivo ambiental causado pelo uso de agrotóxicos, mais representativo nos aspectos ligados à poluição do solo e dos recursos hídricos e à agressão à fauna e flora nativas, vem assumindo proporções tais que tornam premente a adoção de ações concertadas entre o poder público e a sociedade, para a viabilização do uso de agrotóxicos menos danosos, até porque muitas das degradações detectadas vêm causando efeitos irreversíveis sobre o estoque de recursos naturais e nas suas funções.

## Avaliação da situação atual

### Considerações gerais

A necessidade de utilização de agrotóxicos como prática de controle de pragas, doenças e plantas invasoras causadoras de danos econômicos e sociais, é uma realidade irrefutável no curto prazo, na medida em que as técnicas e métodos alternativos de controle já desenvolvidos não são ainda suficientes para o atendimento de todas as necessidades.

O consumo mundial de agrotóxicos aumentou cerca de trinta vezes entre as décadas de 60 e 90, atingindo um montante de US\$ 26 bilhões (*Bank rolling successes: a portfolio of sustainable development projects, Friends of the Earth and NWF, 1995*). Por sua vez, o consumo anual de agrotóxicos no Brasil que, em 1995, atingia 151,8 mil toneladas de produto comercial e representava um mercado de US\$ 1,5 bilhão, está atualmente acima de US\$ 2 bilhões. Por exemplo, a dependência do uso de agrotóxicos contribuiu para que o

consumo passasse de 16,0 mil ton em 1964, para 60,2 mil ton em 1992. Nesse mesmo período, a área ocupada com lavouras expandiu de 28,4 para 50,0 milhões de ha (aumento de 76%), o que mostra que o aumento de 276,2% no consumo de agrotóxicos deveu-se em grande medida à expansão da fronteira agrícola no período considerado.

A despeito do aumento intensivo no uso desses produtos, as perdas atribuídas à pragas e doenças e à competição com plantas invasoras não sofreram reduções significativas. Além disso, os ganhos de produtividade foram relativamente baixos, como pode ser visto na Tabela 1, onde é comparada a produtividade de algumas culturas alimentícias na década dos 90 em relação a

**Tabela 1.** Produtividade de algumas culturas alimentícias, em 1985 e no período de 1992 - 1997.

<b>Cultura</b>	<b>1985</b>	<b>Amplitude no período 1992-1997</b>	<b>Média no período 1992-1997</b>	<b>% de aumento (média de 1992/97 em relação a 1985)</b>
Arroz	1.737	2.134 – 2.730	2.461	41,68
Feijão	377	543 – 645	600	59,15
Milho	1.476	2.282 – 2.622	2.480	68,02
Soja	1.773	2.035 – 2.297	2.178	22,84

(Fonte: IBGE)

1985. Neste período, a produtividade do arroz aumentou aproximadamente 42%, a do feijão 59%, a do milho 68% e a produtividade da soja, 23%. Mesmo considerando o crescimento do mercado de agrotóxicos em um período mais próximo (1992 a 1997) e o aumento de produtividade das culturas, constata-se que, embora o aumento de mercado desses produtos tenha sido de 131% (*ver Capítulo 1, deste livro*), os aumentos de produtividade foram de aproximadamente 28% para o arroz, 19% para o feijão, 15% para o milho e 13% para a soja.

Por outro lado, os problemas de contaminação de alimentos e do meio ambiente, e os casos de intoxicação de agricultores e trabalhadores rurais, aumentaram significativamente.

O baixo nível de educação e de conscientização ambiental da nossa população, aliado às dificuldades encontradas pelas instituições públicas para a fiscalização e controle desses produtos, assim como para a implementação de ações abrangentes de orientação a usuários e comerciantes, permitem dizer que resta muito a ser feito no intuito de se reduzir os danos provocados pela utilização dos agrotóxicos e afins: além do mais, os danos à saúde, às estruturas genéticas, à reprodução e à qualidade das águas, solo e ar, no longo prazo, são ainda pouco conhecidos.

Neste contexto, embora caiba ao setor empresarial importante papel junto aos usuários na promoção do uso correto dos produtos dentro das recomendações técnicas, ao Poder Público, indiscutivelmente, competirá realizar as ações necessárias para mudar a situação existente, até porque ainda é crescente a demanda pelo uso de agrotóxicos. Esse processo de envolvimento governamental se inicia com o registro, seguindo-se a inspeção, a fiscalização e o controle do uso dos produtos, envolvendo as atividades de: importação, exportação, produção, comércio, armazenamento, transporte e utilização.

Ao Poder Público cabe ainda a responsabilidade pelos procedimentos de assistência médico-ambulatorial e/ou hospitalar a intoxicados, recuperação de áreas contaminadas, realização de avaliações sobre a contaminação ambiental e levantamentos epidemiológicos, assim como o fomento à realização de pesquisas diversas relacionadas aos agrotóxicos e às conseqüências de suas utilizações.

Os tradicionalmente escassos recursos financeiros para a implementação dessas ações governamentais, assim como as deficientes capacidades operacionais dos órgãos envolvidos, têm ocasionado um acúmulo de sinais de ineficiência do Poder Público no cumprimento de suas atribuições. Isso

se verifica através do agravamento do quadro de contaminação ambiental, do desequilíbrio ecológico, da contaminação de alimentos e intoxicação humana, e de práticas irregulares de comércio e uso de agrotóxicos.

Reconhece-se que, entre os diversos instrumentos que integram o processo de controle governamental sobre esses produtos, os órgãos federais têm desenvolvido uma ação mais intensa em torno do instrumento básico, qual seja, o do seu registro; os órgãos setoriais vêm assumindo a incumbência de estudar e avaliar as peculiaridades agronômicas, toxicológicas e ambientais de cada produto, para a tomada de decisão quanto à conveniência ou não da sua concessão, e para o estabelecimento das restrições e recomendações de usos que se façam necessários, visando a maior segurança no seu emprego e a defesa dos interesses da coletividade.

O uso de agentes biológicos e métodos alternativos para o controle de pragas e doenças agropecuárias ainda é limitado devido, entre outras causas, ao pouco interesse manifestado pela indústria e por grupos econômicos em geral para a sua produção. Isso porque geralmente esses métodos são específicos e apresentam um mercado pequeno, e não há alocação de recursos ou outros incentivos pelos órgãos públicos que fomentem essa atividade. Além do mais, há a necessidade de adequação dos instrumentos legais para permitir o registro dos novos agentes, de forma ágil e com baixo custo, por se tratar de produtos ainda pouco conhecidos.

### **Levantamento da situação atual**

Para estruturar e implementar um Programa que atenda às prioridades mais prementes do impacto ambiental e dos danos à saúde humana resultantes do uso descontrolado de agrotóxicos, é necessário dispor-se de uma avaliação, o mais abrangente possível, dos seguintes temas:

- a) situação atual e tendências de uso de agrotóxicos, por cultura e região, e sua correlação com a evolução da produtividade agrícola e florestal;

- b) situação atual e tendências de uso de produtos químicos na prevenção de vetores de doenças humanas, inclusive aqueles de uso domiciliar;
- c) grau de divulgação e utilização de produtos alternativos já disponibilizados bem como de formas de manejo integrado de pragas e doenças agropecuárias, e dos obstáculos à sua maior participação na agricultura, devendo-se abordar aqueles de ordem econômica e tecnológica, de carência de assistência técnica, de oferta disponível e de informação acessível aos produtores;
- d) passivos ambientais atuais e seus ritmos evolutivos para os principais compartimentos de recursos naturais, renováveis ou não, e sua relação direta ou indireta com o uso de agrotóxicos;
- e) fontes de recursos atualmente disponíveis, na área pública e privada, que são ou poderiam ser utilizados em ações ligadas ao disciplinamento do uso de agrotóxicos e à difusão de produtos alternativos na agricultura e saúde pública;
- f) situação atual e tendências dos diferentes tipos de agressão à saúde humana que o uso indevido de agrotóxicos vem provocando, por tipo de produto/cultura e sua distribuição espacial;
- g) disponibilidade de resultados de pesquisas realizadas sobre técnicas e produtos alternativos e necessidade de sua implementação.

Quanto à questão do registro de agrotóxicos, os documentos produzidos pelo Departamento de Qualidade Ambiental – Deamb (Dicof – Ibama), “o sistema brasileiro de registro de defensivos agrícolas” e “avaliação ambiental de agrotóxicos – situação atual (12/09/1996)”, oferecem uma visão atual e abrangente dessa questão, apresentando, inclusive, sugestões para o “aprimoramento dos instrumentos de controle sobre produtos químicos e o fortalecimento da capacidade nacional para sua implementação”.

No que se refere aos levantamentos iniciados e a programar pode-se elencar os que seguem:

#### *Fontes de dados*

Foi iniciado o levantamento das “fontes de informação sobre agrotóxicos no Brasil”, que contém os seguintes itens: legislação; dados sobre registros; produção, comercialização e uso; mídia, boletins e informativos; materiais para treinamento e divulgação; sociedades e eventos científicos; outras publicações e referências técnico-científicas. Esse levantamento precisa ser concluído e atualizado periodicamente para que possa ser usado com segurança.

#### *Intoxicações diretas e indiretas (resíduos em alimentos)*

O Sistema de Vigilância Epidemiológica de Intoxicações Agudas por Agrotóxicos foi iniciado pela Organização Pan-Americana de Saúde (Opas) e o Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância Sanitária, e iniciou a implantação em cinco estados onde foram notificados e investigados casos de intoxicação decorrentes do uso de substâncias tóxicas, tendo a metodologia sido colocada à disposição do Sistema Único de Saúde (SUS).

Espera-se que essa metodologia venha a ser uma ferramenta a mais na análise dos riscos para a saúde humana advindos dos agrotóxicos, dando subsídios para políticas a serem adotadas no seu registro prévio. No entanto, a implantação desse sistema encontra-se sem coordenação na esfera nacional, estando em curso, inclusive, um remanejamento interno relativo às áreas ligadas à ecologia humana e meio ambiente. Mesmo sem essa definição, os Estados de Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina continuam coletando dados e os enviando ao Centro Nacional de Epidemiologia da Fundação Nacional de Saúde, em Brasília.

### *Monitoramento de resíduos em vegetais e produtos derivados*

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento está conduzindo, pela Secretaria de Defesa Agropecuária, um programa (PNCRV) de quantificação de resíduos em frutas, tanto de exportação como de consumo interno, com o apoio de um técnico que o Grupo de Exportadores colocou à disposição, remunerado pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq).

Este programa tem implicado a tomada de medidas punitivas a produtores devido à detecção do uso de agrotóxicos não registrados ou recomendados para uma determinada cultura. É fundamental que este programa não só tenha continuidade, mas que seja ampliado para outras culturas além das frutas.

### *Passivo ambiental devido ao uso abusivo de agrotóxicos*

Com base nas recomendações advindas de um “workshop” realizado em novembro de 1997, com a participação de especialistas em monitoramento de resíduos nos recursos hídricos e pedológicos, foi desenhado um projeto-piloto para levantamento da situação do passivo ambiental em área de Cerrado do entorno de Brasília, de exploração agrícola com o uso de agrotóxicos.

### *Levantamento da Codevasf*

Esta empresa estatal, que deverá ser incorporada às ações do PNRUA em curto prazo, vem se preocupando com a evolução do uso de agrotóxicos, tendo realizado levantamentos sistemáticos do seu impacto em perímetros de irrigação sob sua jurisdição, confirmando a oportunidade de um esforço conjunto na racionalização do uso desses produtos. Os resultados dos levantamentos, em várias áreas do Vale do Rio São Francisco, serão de grande importância para o diagnóstico que o PNRUA deverá realizar, no âmbito nacional.

### *Tecnologias e procedimentos alternativos*

A Embrapa Meio Ambiente está conduzindo um levantamento abrangente de tecnologias de defesa vegetal baseado em produtos não ou pouco

agressivos ao meio ambiente e à saúde pública, e procedimentos de manejo cultural, interativos com a diversidade biológica dos biomas preservados, em áreas circundantes àquelas cultivadas.

## Objetivos e metas prioritárias

### Objetivos

Nesta fase de desenho preliminar, os objetivos abaixo foram estabelecidos pelo conhecimento atual que os especialistas dos órgãos participantes do Grupo de Trabalho possuem, e deverão ser confirmados e/ou revistos, à luz dos levantamentos da situação atual que forem sendo realizados.

O programa em epígrafe tem os seguintes objetivos:

- a) promover a redução do uso de agrotóxicos, de modo a minimizar os efeitos negativos decorrentes do emprego desses produtos sobre o meio ambiente e a saúde pública;
- b) contribuir para o abatimento do passivo ambiental acumulado no país;
- c) atender aos requisitos do desenvolvimento sustentável;
- d) garantir, ou incrementar, os níveis de produção e produtividade agrícola em todas as fases de sua implantação, dentro do atendimento das demandas sociais dominantes;
- e) propiciar, aos setores de produção e comercialização de defensivos e fertilizantes, instrumentos econômicos e de mercado que garantam a sustentabilidade econômica desses atores nas fases de implantação do PNRUA.

Além disso, será buscado o atendimento das recomendações do Fórum Nacional de Agricultura, PR, e elaboradas pelo Grupo de Trabalho "Agricultura Sustentável", relativas a:

- a) defesa sanitária vegetal
- b) diversidade biológica
- c) agricultura familiar
- d) normas ISO 14000
- e) capacitação

### **Metas prioritárias**

Diversos programas que vêm sendo desenvolvidos em outros países, sobretudo europeus, que enfrentavam problemas socioambientais graves devido ao uso intensivo de agrotóxicos, comprovaram que a fixação de metas quantitativas de redução, que fossem de fácil monitoramento, tem sido uma condição essencial para a garantia do seu sucesso (Matteson, 1995).

Na fase preliminar do PNRUA deverá ser iniciada uma discussão sobre esse assunto e avaliada, consensualmente, que prioridades poderão ser adotadas.

Um documento que aborda a questão de um pacto interinstitucional de redução do uso de agrotóxicos é apresentado em anexo.

As metas quantitativas dizem respeito a, pelo menos, dois tipos de redução possível, com graus de dificuldade de atingimento bem diferenciados:

- a) redução das quantidades aplicadas por meio do manejo dos produtos que já vêm sendo utilizados, sem qualquer medida relativa à sua substituição por outros, menos agressivos;
- b) redução que ficaria dependente do manejo integrado de agrotóxicos, já envolvendo a difusão do uso de produtos alternativos ou, pelo menos, de menor grau de agressão e, numa fase mais elaborada, do manejo integrado de culturas, levando em conta a interação com a diversidade biológica circundante aos sistemas de produção agropecuária.

## Ações previstas e seus instrumentos operacionais

### Ações previstas e resultados esperados

A análise do consumo de agrotóxicos, seguindo os enfoques do consumo global e do uso intensivo nas culturas, permite estabelecer duas alternativas de ganho potencial, em curto prazo, para um programa de racionalização do uso desses produtos no país.

A primeira alternativa, que se refere a reduções no uso de agrotóxicos nas culturas de ampla ocupação geográfica, traria ganhos reais em termos de economia financeira e de conservação do ambiente para o país, devido à redução da quantidade total consumida.

A segunda, que trata das culturas com uso intensivo de agrotóxicos, significaria uma alternativa de importantes ganhos contingenciais, permitindo uma sensível melhora da qualidade dos produtos agrícolas, com redução nos níveis de resíduos presentes, bem como ganhos na qualidade do ambiente rural local e maior segurança do trabalhador rural.

Foram desenhados dois Subprogramas que compõem um Projeto-piloto de implantação imediata, que atendem às duas demandas citadas, respectivamente nas culturas de soja e de frutas tropicais irrigadas, preferencialmente voltadas para exportação.

A seguir são apresentadas sugestões de ações de curto, médio e longo prazos para compor um programa com os objetivos propostos.

### Ações de curto prazo

- ♦ Realizar um diagnóstico detalhado sobre a situação atual do uso de agrotóxicos e afins, contemplando cultura, área, agente, nível de infestação, quantidade e variedade de produtos, eficiência de controle, e perdas na produção.
- ♦ Conduzir um levantamento detalhado dos métodos alternativos de controle dis-

poníveis, juntamente com os níveis de eficiência, possibilidade de substituição, e demandas de desenvolvimento.

- ♦ Revisar e desburocratizar o receituário agrônomo, de modo a resgatar a sua credibilidade e melhorar a atuação dos órgãos fiscalizadores.
- ♦ Definir uma política de pesquisa e desenvolvimento na qual todos os projetos/programas de melhoramento genético contemplem, primordialmente, a resistência a pragas e doenças.
- ♦ Difundir amplamente o uso de técnicas de manejo integrado de pragas e de doenças de culturas.
- ♦ Capacitar agricultores e extensionistas em práticas de manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras.
- ♦ Treinar e habilitar aplicadores de produtos agrotóxicos e afins.
- ♦ Intensificar a fiscalização em todas as fases do ciclo de produção/consumo de agrotóxicos.
- ♦ Implantar um programa nacional de desenvolvimento rural, com apoio para a expansão da assistência técnica integral aos segmentos de produtores menos favorecidos.
- ♦ Restringir ou proibir, no comércio brasileiro, os produtos banidos para uso no país de origem da empresa produtora.
- ♦ Implantar e/ou ampliar a execução de programas de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos nos alimentos e no meio ambiente.

### **Ações de médio prazo**

- ♦ Criar um programa nacional de pesquisa de manejo de pragas, doenças e plantas invasoras.
- ♦ Incentivar o mercado para o uso de técnicas alternativas de controle fitossanitário, inclusive com instrumentos legais e creditícios para seu emprego.
- ♦ Executar um detalhamento do Zoneamento Agroecológico do Brasil, enfatizando aspectos de suscetibilidade regional a doenças e pragas agrícolas.

- ♦ Adequar a legislação para o registro e a regulamentação do uso de técnicas alternativas de controle.
- ♦ Estabelecer normas e padrões de qualidade para equipamentos de aplicação de agrotóxicos e de proteção individual.
- ♦ Promover a atualização da grade curricular de técnicos e engenheiros de Ciências Agrárias.
- ♦ Condicionar a concessão de crédito agrícola ao uso da assistência técnica integral.

### **Ações de longo prazo**

- ♦ Desenvolver e aperfeiçoar a formulação de produtos à base de agentes microbianos de controle biológico.
- ♦ Incentivar a construção e adaptação de laboratórios, especialmente junto à iniciativa privada, para a produção massiva de agentes de controle biológico.
- ♦ Incentivar a organização de associações e cooperativas de agricultura alternativa (agricultura natural, agricultura orgânica, entre outros).

Como resultados esperados do Programa, pode-se apontar:

- ♦ Atingimento de metas de redução do uso de agrotóxicos a serem quantificadas no Programa, com um cronograma de abatimento.
- ♦ Aumento no uso de métodos alternativos de defesa agropecuária.
- ♦ Geração de impactos positivos sobre a saúde pública.
- ♦ Geração de informação sobre a atividade agrícola no país para educação e conscientização dos agentes do ciclo produção/consumo.
- ♦ Melhoria da qualidade técnica e operacional das tecnologias de aplicação.
- ♦ Racionalização do uso de práticas fitossanitárias.
- ♦ Promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável por meio do uso de técnicas do manejo integrado de cultivos.

Além desses, busca-se ainda o desenvolvimento tecnológico, a disponibilidade de produtos e serviços, a organização da produção e comercialização e a conscientização do consumidor.

## **Instrumentos disponíveis ou a serem criados para o Programa**

### *Legislação e regulamentações disponíveis ou a implementar*

O elenco de leis e regulamentações vigentes para o setor de agrotóxicos foi analisado e compilado em relatório contratado pelo Grupo Coordenador do Protocolo Verde, por meio de consultoria especializada, denominado “Caderno de consulta à legislação ambiental”, referente ao tema em pauta.

A seguir são apresentados alguns exemplos de temas específicos que, eventualmente, exigirão complementação de instrumentos legais e regulamentações adequadas:

- ♦ Acautelar as indústrias fabricantes para a necessidade de assumirem responsabilidade por seus produtos, ao longo de todo o seu ciclo de vida, inclusive embalagens.
- ♦ Realizar monitoramento e notificação sistemática de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos, para alerta dos consumidores.
- ♦ Reduzir, progressivamente, as cotas de venda dos produtos a serem banidos, inclusive para atendimento das normas ISO 14000.
- ♦ Promover a redução do uso de agrotóxicos ou mesmo a sua interdição em áreas sensíveis aos seus efeitos ambientais.

### *Instrumentos econômicos*

**Política fiscal.** O uso de instrumentos fiscais deverá ser avaliado, seja para vir a fomentar mudanças a serem incentivadas no ciclo produção/consumo, como também para contribuir no financiamento dos custos da transição para uma situação de menores danos ambientais e maior sustentabilidade.

O princípio dessas políticas deverá ser que o incremento de arrecadação, advinda do setor produtivo de agrotóxicos, reverterá para atividades ligadas às reduções preconizadas nas metas propostas.

A taxação de produtos mais degradadores fará aumentar o custo final, a ser coberto pelo preço de consumo, de forma a desestimular o seu uso; já a isenção para produtos alternativos levará ao fomento do efeito inverso, com maior oferta de alimentos livres de resíduos e/ou menor nível de efeitos negativos no meio ambiente.

Outro tipo de instrumento fiscal seria o de aplicar um imposto ambiental sobre os alimentos produzidos com uso de agrotóxicos, e isentar aqueles que derivarem de tipos de agricultura que não usem esses produtos.

**Instrumentos financeiros.** Como instrumentos dessa modalidade pode-se apontar os seguintes:

- ♦ Aplicação de alíquotas do imposto de renda para penalizar o uso de agrotóxicos.
- ♦ Incentivo na diminuição dos custos de capital para investimentos ligados a empreendimentos agropecuários conservacionistas.
- ♦ Criação de mecanismos de compensação por perdas na produção, nos períodos de conversão de sistemas produtivos para o uso de métodos e produtos alternativos com menor poder de degradação e de poluição.
- ♦ Criação, para os equipamentos de aplicação, de mecanismos de incentivo à sua manutenção, por meio de linhas de crédito específicas, e renovação por meio de redução de carga fiscal incidente sobre este tipo de equipamento.

**Mecanismos ligados ao mercado.** Os instrumentos que venham a reduzir o uso de agrotóxicos, sem perda de produtividade agrícola, e que não dependam de medidas do poder público, a não ser na fase de sua implantação, terão sua sustentabilidade garantida se a dinâmica do próprio mercado os tornar viáveis. Há poucas experiências testadas, mas existem sugestões feitas para os seguintes mecanismos:

- ♦ Estabelecimento de direitos de uso de agrotóxicos, por área ou por produto, que iriam sendo diminuídos progressivamente, de forma anunciada, e que possam ser negociados no mercado, durante o seu período de vigência.
- ♦ Criação de um seguro para cobertura dos riscos eventuais causados por agrotóxicos, a ser contratado pela empresa produtora; no caso dos usuários serem levados a realizar um seguro semelhante, a redução do seu prêmio, quando baixarem os níveis de uso de produtos nocivos, pode significar um incentivo efetivo a um Programa como o que aqui se propõe.

#### *Extensão e treinamento*

Divulgar e implementar o Programa nos Estados, por intermédio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater ou órgãos públicos similares vinculados às Secretarias de Agricultura, em colaboração com técnicos de cooperativas, associações de produtores, prefeituras municipais, sindicatos de produtores e de trabalhadores rurais, escritórios de planejamento agrícola, entre outros, que venha a aderir ao Programa.

Realizar treinamento técnico com o objetivo de informar, capacitar e conscientizar os técnicos das instituições/entidades públicas e privadas sobre as ações projetadas, com vistas à consecução dos objetivos e ao atingimento das metas que vierem a ser fixados pelo Programa.

#### *Políticas de suporte às transformações do setor industrial*

Uma política de redução e/ou substituição de agrotóxicos poderá significar uma forte mudança nos tipos e quantidades de produtos a serem usados, com impacto nos setores de sua produção e comercialização.

Por outro lado, haverá um potencial para o desenvolvimento de produtos alternativos, assim como de tecnologias, sistemas de informação e de novos tipos de serviços.

Deverá haver um trabalho conjunto com as associações de classe da área industrial para a identificação das mudanças do perfil da produção e avaliar a necessidade de sua regulamentação pelo Poder Público, de incentivos econômicos e outros, e de quaisquer medidas que se apresentem como necessárias à consolidação da sustentabilidade do setor industrial.

#### *Sistema permanente de avaliação e controle dos agrotóxicos*

Esse sistema teria os seguintes objetivos:

- ♦ Realização de classificação do potencial de periculosidade ambiental.
- ♦ Realização de estudos de conformidade.
- ♦ Condução de avaliações do risco ambiental.
- ♦ Divulgação de informações.
- ♦ Condução de ações de monitoramento ambiental e de fiscalização na produção e no uso desses produtos

#### *Informação e educação*

Como estímulo à participação de produtores, comerciantes, usuários e profissionais para a consecução do Programa, dentro dos modelos orientados regionalmente, levando-se em conta as respectivas peculiaridades, seriam desenvolvidas as seguintes ações:

- ♦ Orientação e atendimento aos engenheiros agrônomos das Secretarias de Agricultura, Emater e similares, técnicos de cooperativas, de ONGs, entre outros, na prescrição do Receituário Agrônomo, no contexto da legislação vigente, utilizando o AGROFIT – Sistema de Controle de Produtos Fitossanitários, desenvolvido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e outros documentos existentes que apresentam informações básicas para a prescrição.
- ♦ Difusão do manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras para as principais culturas, com vistas a racionalizar o uso dos agrotóxicos.

Para tanto, são sugeridas as seguintes ações:

- ♦ Seleção, por região, das principais culturas e levantamento das publicações existentes sobre a matéria.
- ♦ Seleção e multiplicação do material que for considerado como principal fonte de informação para as respectivas culturas, em especial o levantamento realizado pela Embrapa Meio Ambiente, sobre tecnologias alternativas de controle de pragas, doenças e plantas invasoras em diferentes estágios de desenvolvimento e utilização prática, parcial ou generalizada.
- ♦ Composição dos multiplicadores que receberão o material, por região, e fornecimento de cópia dessas listagens às empresas fabricantes, para que estas forneçam informações pertinentes sobre cada produto diretamente a esses agentes.
- ♦ Seleção, com a colaboração das instituições de pesquisa, públicas e privadas, de publicações sobre práticas culturais, inclusive plantio direto, a serem fornecidas aos multiplicadores.

## Articulação institucional e organização do Programa

O Programa em questão exigirá, necessariamente, para sua implementação e operacionalização, o comprometimento e esforço conjunto de órgãos públicos das esferas federal, estadual e municipal, bem como de organizações não-governamentais, associações de classe e iniciativa privada, relacionados à matéria.

No detalhamento do Programa, a ser efetivado após a sua consolidação institucional, deverão ser delineados: o envolvimento e o grau de comprometimento das instituições, definindo as tarefas e responsabilidades de cada uma delas; e as funções do centro gerenciador do Programa, que se valerá do Sistema de Avaliação e Controle citado no item “Seleção permanente de avaliação e controle dos agrotóxicos”.

As instituições diretamente envolvidas seriam:

- ♦ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Secretarias de Política Agrícola e de Defesa Agropecuária, Embrapa).
- ♦ Ministério do Meio Ambiente e Ibama.
- ♦ Codevasf.
- ♦ Ministério da Saúde.
- ♦ Banco do Brasil SA.
- ♦ Finep, BNDES, BNB e Basa (a ser discutido).
- ♦ Instituições estaduais, tais como: Secretarias de Meio Ambiente e de Agricultura, Emater e similares.
- ♦ Ministério do Trabalho, a partir da fase de implantação do Programa.

Haverá também um elenco de entidades atingidas e/ou indiretamente envolvidas no Programa, com um grau de participação a ser definido e negociado caso a caso, cuja lista preliminar é a que segue:

- ♦ Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, sob a coordenação da Embrapa.
- ♦ Universidades e outras organizações de pesquisa e desenvolvimento.
- ♦ Entidades representativas dos seguintes setores: agricultura e agroindústria, florestal e madeireiro, produção e comercialização de agrotóxicos e fertilizantes.
- ♦ Órgãos reguladores do comércio externo.
- ♦ ONGs e Associações de consumidores.
- ♦ Cooperativas e associações de produtores.

O arcabouço institucional do Programa deverá contribuir para se ativar um sistema nacional de desenvolvimento rural sustentável, com o apoio à expansão da assistência técnica integral e otimização da extensão rural/ambiental.

## Considerações finais

A implantação de um programa de racionalização do uso de agrotóxicos requer ações de naturezas política, científica, técnica, legal, financeira e administrativa. A integração dos diferentes atores, a análise da viabilidade das medidas propostas e a divisão de atribuições e responsabilidades tornam-se muito importantes para o sucesso de um programa dessa natureza.

Como pode-se observar, o Programa estaria baseado no desenvolvimento de tecnologias alternativas aos agrotóxicos, na disponibilidade de informação, na capacitação de técnicos e produtores, em instrumentos que estimulem o uso restrito e adequado do controle químico, e na conscientização dos produtores e consumidores.

Cabe ressaltar que no modelo de produção agrícola atualmente praticado, os insumos, incluindo os agrotóxicos, tornam-se imprescindíveis para a manutenção de altas produtividades. A racionalização do uso de agrotóxicos passa por uma revisão mais profunda dos sistemas de produção praticados no que se refere à conservação do meio ambiente. Como esse processo é lento e gradual, há que se tratar, em uma primeira etapa, de reduzir o uso de agrotóxicos e de diminuir os riscos de sua aplicação por meio da utilização de doses mínimas, da diminuição do número de aplicações, da melhoria dos equipamentos de aplicação, do uso de equipamentos de proteção pelos aplicadores, da restrição ao uso dos produtos mais tóxicos e da seleção de produtos mais adequados em função também da localização da área tratada quanto à proximidade de mananciais e de riscos de contaminação de aquíferos. Somente assim será possível introduzir medidas mais restritivas ao uso dos agrotóxicos de modo a se preservar a qualidade ambiental, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população rural e da sociedade em geral.

## Referência

MATTESON, C.P. The "50% pesticide cuts" in Europe: a glimpse of our future? **American Entomologist**, Winter 1995, p.210-220, 1995.

## Anexo

### **Considerações sobre um compromisso de redução do uso de agrotóxicos a ser negociado entre os agentes reguladores, produtores, importadores e usuários**

#### **Importância de um pacto prévio de redução para o êxito de um programa de racionalização do uso de agrotóxicos no Brasil**

Existem inúmeros exemplos de programas de redução de agrotóxicos em países que decidiram implantá-los por necessidades prementes de defesa da saúde pública e da sustentabilidade dos recursos naturais envolvidos na produção agropecuária e florestal.

Os instrumentos que estão sendo usados nesses programas, com mais frequência, são os seguintes:

- treinamento, extensão e informação
- pesquisa
- legislação, regulação e reavaliação dos produtos
- testes compulsórios dos aspersores
- taxação

Todos eles se caracterizam por dois componentes, ou fases: uma, de redução das quantidades aplicadas, garantindo apenas o uso correto dos produtos que já vinham sendo usados, através de programas que atinjam os procedimentos e equipamentos de aplicação; e outra, de gradual redução e/ou substituição dos agrotóxicos mais agressivos, por meio da difusão progressiva de técnicas de manejo integrado dos sistemas produtivos e do uso, em maior ou menor grau, dos instrumentos citados.

O que se constata na maioria desses programas é que, apesar da sofisticação e eficiência com que são ativados os diferentes instrumentos que foram usados no componente ligado à racionalização do uso, cerca de metade

dos êxitos estavam ligados à redução conseguida pelo primeiro componente descrito, o qual, inclusive, é de realização bem mais facilitada, pois não envolve a necessidade do uso de outros tipos de produtos.

Estes resultados devem ser levados em conta ao implantar o PNRUA. Além disso, as lições que podem ser auferidas pela avaliação dos resultados já conseguidos em outros países, dizem respeito, principalmente, à constatação da vantagem em se fixarem, logo de início, metas quantitativas de fácil monitoramento, e de se negociar, entre todos os atores envolvidos, um pacto para o cumprimento dessas metas.

Assim sendo, recomenda-se que o Grupo de Trabalho do PNRUA discuta a possibilidade de se fazer uma proposta para se identificarem metas de redução de alguns ingredientes ativos, dentro de um prazo a ser negociado, tanto pela diminuição do quantitativo dos produtos comercializados como pela redução da freqüência das aplicações no campo.

### **Resultados obtidos em alguns programas de redução de uso de agrotóxicos**

Apresentam-se adiante as metas fixadas, tanto para a redução de quantidade de ingredientes ativos como de freqüência de aplicações, e o seu grau de cumprimento, assim como os principais instrumentos utilizados por alguns países, cujos programas foram implantados na primeira metade da década dos anos 80.

---

#### **Principais instrumentos utilizados**

---

##### **Dinamarca**

- Treinamento, extensão e informação
- Pesquisa
- Legislação, regulação e reavaliação de produtos
- Testes compulsórios dos aspersores
- Taxação

##### **Holanda**

- Extensão
- Treinamento e pesquisa
- Legislação, regulação e taxação
- Planos específicos de manejo do solo

##### **Suécia**

- Informação e extensão rural
  - Pesquisa
  - Legislação e regulações
  - Taxação
-

<b>Dinamarca</b>	<b>Metas de redução (em relação às quantidades de 1981/ 1985)</b>	<b>Resultados</b>
Redução das quantidades de ingredientes ativos	1990: -25 % 1997: -50%	1990: -19% 1992: -34%
Freqüência de aplicações .....	1990: -25% 1997: -50%	1990: + 35% 1991: + 14%

<b>Holanda</b>	<b>Metas de redução (em relação às quantidades de 1984/ 88)</b>	<b>Resultados</b>
Redução do uso total .....	1990/1995: -35 % 1995/2000: -50%	1993: -42%
Redução da contaminação:		
do ar .....	até 2000: -50%	
das águas superficiais .....	até 2000: -90%	
do solo e do lençol freático .....	até 2000: -75%	

<b>Suécia</b>	<b>Metas de redução (em relação às quantidades de 1981/ 1985)</b>	<b>Resultados</b>
Redução de quantidades <sup>1</sup> .....	1990: -50% 1997: -75%	1990: -46% 1993: -67%

<sup>1</sup> Na agricultura, 33% da redução foram atribuídos ao aperfeiçoamento dos equipamentos de aplicação, enquanto um outro levantamento atribuiu 45-50% da redução obtida à menor freqüência de aplicações.

## **Canadá**

Levantamentos de algumas províncias mostraram que as metas negociadas prevêm reduções entre 25 e 50% até 2000. Os instrumentos utilizados são basicamente os mesmos, com destaque ao manejo integrado dos agrotóxicos utilizados.



# 3

## Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos

**Wagner Bettiol**

**Raquel Ghini**

### Introdução

A preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com agrotóxicos vem alterando o cenário agrícola, resultando na presença de segmentos de mercado ávidos por produtos diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de agrotóxicos, como aqueles portadores de selos que garantem que os agrotóxicos foram utilizados adequadamente.

Essas pressões têm levado ao desenvolvimento de sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de agrotóxicos. O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (Bird et al., 1990). Esse enfoque altera as prioridades dos sistemas convencionais de agricultura em relação ao uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e

os impactos no ambiente. As alterações implicam na redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e no maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas.

A proteção de plantas com métodos convencionais, por meio do uso de agrotóxicos, apresenta características bastante atraentes, como a simplicidade, a previsibilidade e a necessidade de pouco entendimento dos processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação. Por exemplo, para obter-se sucesso com a aplicação de um herbicida de amplo espectro é importante o conhecimento de como aplicar o produto, sendo necessária pouca informação sobre a ecologia e a fisiologia de espécies. Muitos estudos de controle biológico adotam uma abordagem semelhante, onde é enfatizado o encontro entre patógeno-antagonista ou presa-predador. Nesses casos, após a introdução, por exemplo, de um agente microbiano de controle biológico, haverá o seu estabelecimento em um nicho, seguido da interação com o organismo alvo e outras espécies de organismos. Essas complexas interações são fundamentais para o sucesso do controle, devendo ser analisadas de modo holístico e consideradas a longo, e não a curto prazo. Assim sendo, há a necessidade de um amplo conhecimento da ecologia de sistemas (Atkinson & McKinlay, 1995).

Em contraste com a agricultura convencional, os sistemas alternativos buscam obter vantagens das interações de ocorrência natural. Os sistemas alternativos dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre praga e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao invés do uso de métodos químicos. O objetivo é aumentar e sustentar as interações biológicas nas quais a produção agrícola está baseada, ao invés de reduzir e simplificar essas interações (National Research Council, 1989).

Um dos principais problemas da agricultura sustentável refere-se ao controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Diversas técnicas utilizadas para minimizar os danos ocasionados por esses problemas fitossanitários contaminam o ambiente ou causam alterações que comprometem a sustentabilidade do

agrossistema. Neste capítulo, são discutidos os problemas do controle fitossanitário convencional; a complexidade dos sistemas naturais e dos agroecossistemas; as novas tecnologias de proteção de plantas desenvolvidas e as possíveis alterações dos sistemas de cultivo, visando à sustentabilidade agrícola.

## Problemas do controle convencional

O uso intensivo de agrotóxicos na agricultura tem, reconhecidamente, promovido diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e de plantas invasoras a certos agrotóxicos; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos e a redução da biodiversidade.

Boa parte dos agrotóxicos aplicados no campo é perdida. Estima-se que cerca de 90% dos agrotóxicos aplicados não atingem o alvo, sendo dissipados para o ambiente e tendo como ponto final reservatórios de água e, principalmente, o solo. As perdas se devem, de forma geral, à aplicação inadequada, tanto em relação à tecnologia, quanto ao momento de aplicação. Em alguns casos, porque a aplicação foi feita para proteger as plantas contra pragas ou patógenos que não estão presentes na área, ou seja, são realizadas pulverizações baseadas em calendários e não na ocorrência do problema. O uso de uma significativa quantidade de produtos químicos seria evitado se fossem tomadas medidas de controle somente quando atingidos os níveis de dano econômico.

O uso contínuo e exclusivo de agrotóxicos tem resultado na ocorrência de pragas ou patógenos resistentes a determinados produtos, que nem sempre são diagnosticadas (Ghini & Kimati, 2000). Assim, esses agrotóxicos continuam a ser aplicados, mesmo tendo sua eficiência comprometida pela ocorrência de resistência no organismo-alvo. Os efeitos dessas aplicações nos orga-

nismos não-alvo também podem causar sérios desequilíbrios no agroecossistema. O surgimento de doenças iatrogênicas (as que ocorrem devido ao uso de agrotóxicos) é um exemplo de problema que pode ocorrer. Vários aspectos do surgimento de pragas e doenças devido ao uso de agrotóxicos são discutidos por Chaboussou (1987).

Quanto à tecnologia de aplicação, a maior parte dos equipamentos apresenta baixa eficiência com relação à quantidade de produto que atinge o alvo e a quantidade total aplicada. Dessa forma, há necessidade do desenvolvimento de equipamentos para aplicação dos agrotóxicos, especialmente para os novos produtos que são aplicados em menores quantidades de princípio ativo por área.

Atualmente, sabe-se que é impossível erradicar patógenos, insetos ou plantas invasoras no campo e que, além de tudo, isso é desnecessário. Enquanto na agricultura convencional a recomendação é de que as invasoras são um obstáculo a ser superado, na agricultura orgânica tenta-se tirar proveito desse recurso para o processo produtivo. Incorporam-se os efeitos positivos das invasoras na ciclagem de nutrientes, no aporte de matéria orgânica ao solo, no controle da erosão, como abrigo de inimigos naturais e de predadores, como substrato para microrganismos do solo, como cobertura do solo e como importante fator na conservação da água no solo. As plantas invasoras contribuem também para a diversificação dos agroecossistemas e são um indicador das condições em que se encontra o solo no tocante à fertilidade, à estrutura e à compactação, dentre outros aspectos (Costa & Campanhola, 1997).

Porém, a tomada de decisão depende de informações seguras. Gravena et al. (1998), por exemplo, realizando o manejo ecológico de pragas e doenças do tomateiro envarado, demonstraram a possibilidade de reduzir acen-tuadamente o número de aplicações de inseticidas e fungicidas com o manejo ecológico de tripes, pulgão, mosca branca, traça, broca pequena, requeima, pinta preta e vira-cabeça, sem alterar a produtividade.

## Sistemas naturais *versus* agroecossistemas

As doenças de plantas ocorrem na natureza com o objetivo de, em parte, manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes, sendo, desse ponto de vista, benéficas. O que se observa é que as doenças e as pragas ocorrem na forma endêmica. Não ocorrem epidemias que poderiam destruir as espécies vegetais, haja vista que colocaria em risco a sobrevivência dos patógenos e das pragas. Porém, as epidemias são freqüentes em agroecossistemas, pois com a interferência humana, há alteração do equilíbrio da natureza. Uma das condições que favorecem o aumento da população de patógenos e pragas de forma epidêmica é o cultivo de plantas geneticamente homogêneas, o que é contrário à diversidade de variedades (Bergamin et al., 1995).

O resgate dos princípios e mecanismos que operam nos sistemas da natureza pode auxiliar a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis (Colégio, 1996; Reijntjes et al., 1992). Por isso, os sistemas de cultivo caracterizados pela mistura de culturas (policulturas ou consórcios) apresentam diversas vantagens na proteção de plantas. A freqüência de insetos-praga é menos abundante nas policulturas do que nas monoculturas, além do que vários mecanismos que diminuem a ocorrência de doenças operam favoravelmente na proteção de plantas das policulturas. Por exemplo, as espécies suscetíveis podem ser cultivadas em densidades menores, e o espaço entre elas pode ser ocupado por plantas resistentes que interessam ao produtor. A menor densidade de plantas suscetíveis e a barreira oferecida pelas plantas resistentes dificultam a disseminação do patógeno, reduzindo a quantidade de inóculo no campo (Liebman, 1989). Efeito semelhante é obtido com o uso de multilinhas, isto é, a mistura de linhagens agronomicamente semelhantes, mas que diferem entre si por apresentarem diferentes genes de resistência vertical. Além do aumento da diversidade no espaço, o aumento da diversidade no tempo, por meio da rotação de culturas, também faz com que os processos biológicos auxiliem a proteção de plan-

tas, como por exemplo, no controle de diversos fitopatógenos veiculados pelo solo (van Bruggen, 1995).

Uma outra forma de aumentar a diversidade, e conseqüentemente a complexidade do sistema, é o cultivo em faixas. As culturas devem ser de famílias diferentes, assim, os patógenos e as pragas de uma não atingem a outra e há uma redução da ocorrência dos problemas relacionados com a proteção de plantas. Essa seqüência pode ser usada nos cultivos de inverno, verão e, no ciclo seguinte as áreas são invertidas para funcionar como rotação de cultura no tempo e no espaço. No caso de plantas perenes, esse conceito pode ser até mais amplo, cultivando-se diferentes espécies florestais e formando-se uma agrofloresta. O uso dessa prática, além de trazer vantagens da redução do uso de agrotóxicos, reduz o risco econômico, pois há maior diversificação da renda. Nesse caso, precisa-se também utilizar adequadamente as plantas invasoras, selecionando as que poderão ser benéficas do ponto de vista nutricional e de equilíbrio biológico. As entrelinhas devem sempre estar cobertas por vegetação. Um exemplo desse manejo é o cultivo de seringueira na Amazônia consorciado com espécies nativas. Nesse sistema, a principal doença da seringueira, o mal-das-folhas, é controlada com o manejo integrado, isto é, a combinação dos controles genético, cultural e biológico. O controle genético ocorre devido ao uso de diversos clones de seringueira; o cultural, pelo plantio de espécies diferentes, como dendê, mogno, entre outros, e o biológico, pela multiplicação e/ou aplicação de microrganismos antagônicos (*Hansfordia pulvinata* (Berk. & Curt) Hugues) ao *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx., agente causal da doença.

Trenbath (1993) explica que vários mecanismos podem estar associados à redução da ocorrência de pragas e doenças em cultivos consorciados, sendo os principais: (1) alterações nas características da planta hospedeira, tornando-as menos atraentes para as pragas ou reduzindo as chances de infecção, devido às alterações no crescimento da planta e no microclima; (2) efeitos diretos nas pragas ou patógenos devido às condições impostas pela

menor concentração de hospedeiros, que resultam em chances menores de encontrarem plantas suscetíveis e, portanto, na redução da sua sobrevivência e fecundidade; (3) efeitos indiretos nas pragas ou patógenos devido às maiores diversidade e quantidade de inimigos naturais ou antagonistas que possuem chances de sobreviver nos microhabitats disponíveis.

A diversificação de culturas nas propriedades rurais, além dos benefícios agrônômicos e econômicos, traz benefícios sociais, pois estende a estação de trabalho dos empregados rurais, sendo esse aspecto parte integrante da sustentabilidade. Entretanto, a indiscriminada diversificação da vegetação dentro de um agroecossistema pode não resultar na redução do risco de ocorrência de pragas e doenças. Os efeitos de combinações planejadas de plantas devem ser estudados criteriosamente antes da sua aplicação em programas de manejo.

## Novas tecnologias e sustentabilidade

O desenvolvimento tecnológico tem colaborado para a adoção de sistemas mais sustentáveis, pois muitas dessas tecnologias foram desenvolvidas com ênfase na sustentabilidade e na conservação do ambiente. O uso de feromônios sexuais sintéticos de insetos-pragas permite uma considerável redução do uso de inseticidas e, conseqüentemente, do impacto ambiental. O controle de *Carpocapsa* da macieira já é realizado exclusivamente com feromônios em diversas localidades dos USA e Europa. As tecnologias de agricultura de precisão permitem o emprego de agrotóxicos apenas nas reboleiras onde ocorre a doença, a praga ou a planta invasora e não em toda a área, reduzindo sensivelmente o uso do controle químico. Nesse caso, a tecnologia aumenta a eficiência, minimiza os impactos ambientais e aumenta a competitividade do produto agrícola.

Também técnicas como o controle biológico e físico estão sendo desenvolvidas e muitas estão em uso, tais como: termoterapia de órgãos de

propagação e frutos; energia solar para controle de fitopatógenos do solo (solarização); radiação ultravioleta para o controle de patógenos em pós-colheita; emprego em estufas de cortinas que filtram determinados comprimentos de onda com conseqüente controle de doenças e pragas; premunização de plantas cítricas contra a tristeza dos citros e de plantas de abóbora contra o mosaico comum; *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja; controle da vespa da madeira com o nematóide *Delademus siricidicola*; *Bacillus thuringiensis* para o controle de larvas de lepidópteras; controle da broca da cana-de-açúcar com *Cotesia flavipes*; controle de numerosas pragas com óleo e extrato de nim (*Azadirachta indica*); leite de vaca, cru e diluído, para o controle de Oídios; controle de patógenos veiculados pelo solo causadores do tombamento do fumo com *Trichoderma* e outros. Também as técnicas de manejo integrado e manejo ecológico de pragas e doenças conduzem a sensíveis reduções de uso de agrotóxicos, com vantagens econômicas e ambientais. Abreu Junior (1998) apresenta uma coletânea de receitas para proteção de plantas e animais, utilizando especialmente produtos naturais, que podem ser adotadas em sistemas alternativos. Uma análise da agricultura alternativa no estado de São Paulo e informações sobre técnicas adotadas são descritas por Costa & Campanhola (1997). Essas tecnologias conduzem a um maior equilíbrio do agroecossistema, mas para serem empregadas exigem um melhor nível tecnológico dos agricultores.

O uso de cultivares resistentes é fundamental para os sistemas agrícolas alternativos. Trata-se de um método barato e de fácil utilização para o controle de importantes doenças e pragas (Innes, 1995). Porém, os métodos de melhoramento aplicados para a obtenção de variedades resistentes utilizadas nos sistemas convencionais nem sempre são os mais eficientes para os sistemas alternativos. Os agricultores orgânicos, por exemplo, são orientados no sentido de optar por espécies vegetais compatíveis com o ecossistema e utilizar sementes produzidas de forma diferenciada, para cada realidade ecológica. Mas, de modo geral, tem-se lançado mão de sementes disponíveis no mercado, melhoradas e produzidas de forma convencional (Costa & Campanhola, 1997).

O resgate de métodos de controle cultural é muito importante para a proteção de plantas em sistemas alternativos de cultivo. Entre as práticas estão a eliminação de plantas ou parte de plantas doentes (*roguing*), preparo e irrigação do solo de forma adequada, época e densidade de plantio, barreiras físicas (quebra-ventos), cultivo em ambiente protegido, enxertia e poda, entre outros. Nem sempre essas técnicas isoladamente são suficientes para a obtenção de um controle adequado, mas são fundamentais para o manejo integrado de pragas e doenças.

Outro aspecto importante é o equilíbrio nutricional das plantas. Normalmente, a adubação é baseada nas necessidades de NPK, não se considerando os micronutrientes e outros elementos que podem ser benéficos para as plantas. Diversos trabalhos mostram os efeitos dos nutrientes sobre doenças de plantas, e conseqüentemente a redução da necessidade de controle com uma equilibrada nutrição de plantas. Esses efeitos são amplamente discutidos no livro *Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro and microelements* (Engelhard, 1989).

O uso de matéria orgânica, tanto por meio de incorporação ao solo, como após transformação para posterior uso, deve ser considerado como método alternativo de controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Uma das transformações conhecidas é a digestão anaeróbia ou aeróbia, cujo produto é denominado biofertilizante, e pode ser usado em pulverizações foliares ou aplicações diretas ao solo (Bettiol et al. 1998). Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos, entre eles, antibióticos e hormônios. Assim, quanto mais ativa e diversificada a matéria-prima do biofertilizante, maior a possibilidade de liberação de diferentes substâncias orgânicas. Além disso, o biofertilizante atua devido ao considerável efeito nutricional para as plantas, face à presença de macro e micronutrientes. Dessa forma, a ação conjunta de diversos mecanismos é responsável pelo controle obtido.

O efeito de fontes de matéria orgânica na severidade de doenças de plantas depende do tipo de material utilizado, da relação C:N e do tempo

decorrido da incorporação. De modo geral, solos supressivos apresentam maior atividade da microbiota do que solos conducentes. Assim, a adição regular de fontes adequadas de matéria orgânica pode induzir supressividade por estimular a atividade de decompositores primários, principalmente bactérias, fungos e outros organismos como ácaros, nematóides e artrópodos, como Collembola, que podem ter importante função no controle de fitopatógenos (Larley et al., 1994). Os decompositores primários podem atuar como antagonistas de fitopatógenos por competição por nutrientes, antibiose e parasitismo, enquanto que a micro e mesofaunas podem contribuir para o controle por predação (van Bruggen, 1995). Um exemplo clássico de controle de doenças em sistema orgânico é a supressão de *Phytophthora cinnamomi* Rands. em abacate, na Austrália (Malajczuk, 1983). Altos teores de matéria orgânica foram mantidos na camada superficial dos solos dos pomares. O principal mecanismo de ação foi o aumento da lise de hifas por bactérias e actinomicetos. A atividade predadora da microfauna, em particular de diversas amebas, também foi aumentada nos solos com alto teor de matéria orgânica. Os solos conducentes continham amebas similares, mas em menor densidade populacional.

O reconhecimento de que as propriedades físicas e químicas do solo afetam diretamente a proteção de plantas está tornando-se evidente com o aumento de publicações a respeito e com o uso desses conhecimentos no manejo integrado de culturas. Determinadas doenças de plantas podem ser controladas com adequado manejo do solo.

Quanto às plantas invasoras, Forcella & Burnside (1994) fizeram uma análise de como foi o controle desde o advento da agricultura até os dias de hoje, e tentam prever como será o uso dos métodos químicos, físicos, biológicos e culturais. Os métodos físicos (capina manual ou mecânica) predominaram sobre os demais métodos durante muito tempo. Nesse período, provavelmente, os métodos culturais e biológicos ocorreram por obra do acaso, e não intencionalmente. Com o desenvolvimento dos herbicidas, o controle químico rapidamente dominou os demais métodos de manejo. Conseqüentemente, todas as

outras alternativas decresceram em importância, embora o controle físico ainda continue a ser hoje mais importante do que o cultural e o biológico. Esses autores esperam que, nos próximos 10 ou 20 anos, haja um decréscimo na importância do controle químico, devido principalmente a motivos sociais e ambientais.

Os métodos físicos devem ressurgir devido à sua facilidade em substituir o controle químico. Assim, o manejo sustentável das plantas invasoras no futuro terá uma distribuição mais equilibrada ou integrada entre as categorias de controle. Os produtos químicos continuarão a ser uma alternativa rápida para a solução dos problemas, porém, os novos produtos serão mais seguros e serão usados com mais critério, em um verdadeiro programa de manejo integrado. Os implementos mecânicos tradicionais ou novos serão de grande utilidade, mas seu uso estará acoplado ao conhecimento da ecologia das plantas invasoras. Os métodos culturais que serão mais explorados no futuro incluem: época e densidade de plantio, seleção da variedade, escolha do método de cultivo, rotação de culturas e culturas de cobertura (usadas para impedir a proliferação de plantas daninhas entre os ciclos das culturas principais). Os métodos físicos incluem o cultivo mínimo, descargas elétricas e solarização. E, nos métodos biológicos, estão incluídos insetos fitófagos e fungos e bactérias fitopatogênicos específicos de grupos de plantas invasoras.

## Obtenção de sistemas alternativos

A compreensão da natureza somente é possível num enfoque holístico, observando-se ciclos, trabalhando-se com sistemas e respeitando-se as inter-relações e proporções. Todos os fatores são interdependentes. Com o enfoque temático-analítico que vem predominando na agricultura, perdeu-se a visão geral do sistema e, assim, aumentaram os problemas relacionados com a proteção de plantas, devido a um manejo inadequado dos solos, da natureza e do próprio controle desses problemas.

O processo evolutivo para a conversão dos agroecossistemas em sistemas agrícolas de alto grau de sustentabilidade possui duas fases distintas: 1) melhora da eficiência do sistema convencional, com a substituição dos insumos e das práticas agrícolas e 2) redesenho dos sistemas agrícolas. A primeira fase vem sendo trabalhada de forma relativamente organizada, com a redução do uso de insumos, controle e manejo integrado, técnicas de cultivo mínimo do solo, previsão da ocorrência de pragas e doenças, controle biológico, variedades adequadas, feromônios, integração de culturas, cultivos em faixa ou intercalados, desenvolvimento de técnicas de aplicação que visem apenas o alvo e conscientização dos consumidores, entre outros. Em relação ao redesenho dos sistemas agrícolas há a necessidade de se conhecer a estrutura e o funcionamento dos diferentes sistemas, seus principais problemas e, conseqüentemente, desenvolver técnicas “limpas” para resolvê-los (Edwards, 1989). Devido à complexidade dessa tarefa, esforços vêm sendo dispendidos por diferentes correntes da pesquisa, mas todas consideram a mínima dependência externa de insumos, a biodiversidade, o aproveitamento dos ciclos de nutrientes, a exploração das atividades biológicas, o uso de técnicas não-poluente, o reaproveitamento de todos os subprodutos (reciclagem) e a integração do homem no processo. Essa forma de agricultura vem sendo denominada agricultura alternativa, onde diferentes correntes se destacam: agricultura orgânica, agricultura ecológica, agricultura natural, agricultura biodinâmica, entre outros. Em relação à sustentabilidade, pode-se afirmar que tanto os sistemas encontrados na primeira fase, quanto na segunda, apresentam maior grau de sustentabilidade que o convencional, mas não a auto-sustentabilidade.

O cultivo de dendê no sul de Belém/PA é um exemplo da evolução observada na primeira fase do processo evolutivo. Como o *Elaeidobios* (bicho nanico), polinizador da cultura, é essencial para a produção, ele não poderia ser eliminado com o uso de agrotóxicos para o controle de desfolhadores e de doenças. Assim, é realizado um monitoramento constante sobre a ocorrência de doenças, pragas e seus inimigos naturais. O controle é realizado de forma bioló-

gica, isto é, nos focos são aplicados agentes de controle biológico ou feito o monitoramento para verificar a presença de inimigos naturais no local. Quando se verifica a presença desses organismos, é aguardada a morte dos insetos, é feita a coleta e, após a trituração, o produto resultante é pulverizado sobre as plantas. Quando necessário, lança-se mão do *Bacillus thuringiensis*. A adubação nitrogenada é realizada pelo cultivo de uma leguminosa (puerária) que deposita no solo entre 300 e 400kg de N por hectare por ano. Essa leguminosa, além do fornecimento do N, protege o solo e impede o desenvolvimento de outras invasoras. Outra praga, a broca do coqueiro, transmissora do anel vermelho, é controlada exclusivamente com o uso de feromônios. Assim, o sistema tem se mantido estável.

Os cultivos orgânicos estão se expandindo rapidamente, tanto em países desenvolvidos, como em desenvolvimento, onde os produtos orgânicos freqüentemente são destinados ao mercado externo. Os novos produtores, de modo geral, ingressam no negócio a partir de informação de outros agricultores orgânicos. Esse fato ocorre porque a pesquisa encontra-se atrasada em relação às práticas agrícolas adotadas pelos produtores orgânicos, especialmente com relação à proteção de plantas. Há ainda muitas questões a serem respondidas sobre o desenvolvimento de doenças na agricultura orgânica. Muitas delas não podem ser resolvidas em curto espaço de tempo, em experimentos reducionistas, mas necessitam de um maior grau de integração. É necessária a estreita colaboração entre os vários especialistas, como da área de Biologia Molecular, para o desenvolvimento de ferramentas para determinação da biodiversidade, ou da área de Epidemiologia, para o desenvolvimento de estratégias para o estudo da distribuição espacial e temporal de patógenos em culturas e em ambientes seminaturais. A pesquisa em agricultura orgânica também requer a estreita colaboração entre agrônomos, ecologistas, especialistas em solos e proteção de plantas e economistas (van Bruggen, 2001).

Dos trabalhos de pesquisa realizados que comparam a severidade de doenças de plantas em sistemas orgânicos e convencionais, de modo geral, as doenças radiculares são menos severas nos cultivos orgânicos, enquanto que as doenças foliares podem ser mais ou menos severas ou similares, dependendo da reação do patógeno, do estado nutricional da planta (principalmente o teor de nitrogênio) e condições climáticas. Geralmente, há maiores dificuldades de controle de doenças foliares do que das radiculares por meio de métodos biológicos e culturais, especialmente em regiões de clima úmido (van Bruggen, 2001).

Uma abordagem sistêmica foi adotada por Gliessman et al. (1996), que conduziram estudos para verificar as limitações durante a conversão da produção de morangos para o sistema orgânico. Foi avaliada a eficiência dos métodos alternativos, alterações nas características do solo, ocorrência de pragas, doenças e populações benéficas (antagonistas e predadores), respostas da cultura, além de avaliação econômica. Trabalho com abordagem semelhante vem sendo desenvolvido na Universidade da Califórnia (Estados Unidos), para a cultura da maçã (Caprile, 1994). Em ambos os estudos, demonstrou-se que a agricultura orgânica conduz ao aumento da biodiversidade, melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo e o retorno econômico ainda depende do manejo de pragas e doenças.

O uso da informação, por meio de ferramentas como modelos matemáticos, é fundamental para a tomada de decisão em todos os tipos de sistemas. A reduzida capacidade de processar informações, no passado, restringiu a habilidade de redesenhar sistemas alternativos. Estudos epidemiológicos são fundamentais para uma maior compreensão da estrutura e do funcionamento dos sistemas de produção em relação ao comportamento das doenças e das pragas no campo e a otimização dos seus controles. Com o conhecimento da estrutura e do funcionamento dos sistemas de produção, pode-se entender melhor a saúde das plantas e não somente os fatores relacionados às pragas e doenças de cada cultura.

## Considerações finais

O desenvolvimento da proteção de plantas em sistemas alternativos de cultivo com maior grau de sustentabilidade requer estudos sobre a estrutura e o funcionamento dos agroecossistemas, com atenção especial às condições nutricionais e à biota do solo, à biodiversidade funcional, à elevação dos teores de matéria orgânica do solo e outros fatores que permitam um adequado manejo dos sistemas produtivos.

O conceito absoluto de agricultura sustentável pode ser impossível de ser obtido na prática, entretanto é função da pesquisa e da extensão oferecer opções para que sistemas mais sustentáveis sejam adotados. Para tanto, os projetos de pesquisa pontuais e de curta duração são de pouca utilidade. As discussões demonstram a necessidade da interdisciplinaridade dos projetos de pesquisa, pois somente estudos que incluam o monitoramento de sistemas de produção nas diversas áreas do conhecimento fornecerão informações suficientes para o entendimento das diferentes interações.

## Referências

- ABREU JUNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**. Campinas: EMOPI, 1998. 111p.
- ATKINSON, D.; MCKINLAY, R.G. Crop protection in sustainable farming systems. In: MCKINLAY, R.G.; ATKINSON, D. **Integrated crop protection: towards sustainability**. Farnham: British Crop Protection Council, 1995. p.483-488. (BCPC Symposium Proceedings, 63).
- BERGAMIN, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1995. v.1, 919 p.
- BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A.H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. 22p. (Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 2).

- BIRD, G.W.; EDENS, T.; DRUMMOND, F.; GRODEN, E.; Design of pest management systems for sustainable agriculture. In: FRANCIS, C.A.; FLORA, C.B.; KING, L.D. (Ed.). **Sustainable agriculture in temperate zones**. New York: John Wiley, 1990. p.55-110.
- CAPRILE, J. Regional experiences in organic apple production differ. **California Agriculture**, v. 48, p. 20, 1994.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (a teoria da trofobiose)**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.
- COLÉGIO OFICIAL DE INGENIEROS AGRONOMOS DE CENTRO Y CANARIAS. **Manual de prácticas y actuaciones agroambientales**. Madrid: Editorial Agrícola Española/Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 310p.
- COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA, C. **A agricultura alternativa no estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 63p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 7).
- EDWARDS, C.A. The importance of integration in sustainable agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 27, p. 25-35, 1989.
- ENGELHARD, A.W. **Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro- and microelements**. St. Paul: APS, 1989. 217p.
- FORCELLA, F.; BURNSIDE, O.C. Pest management-weeds. In: HATFIELD, J.L.; KARLEN, D.L. **Sustainable agriculture systems**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1994. p.157-197.
- GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p.
- GLIESSMAN, S.R.; WERNER, M.R.; SWEZEY, S.L.; CASWELL, E.; COCHRAN, J.; ROSADO-MAY, F. Conversion to organic strawberry management changes ecological processes. **California Agriculture**, v. 50, n. 1, p. 24-31, 1996.
- GRAVENA, S.; BENVENGA, S.; ABREU JR., H.; GROPPA, G. A.; ZANDER, R.; KLEIN-GUNNWIEN, R. Manejo ecológico de pragas e doenças do tomate envarado. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE IN TROPICAL AND SUBTROPICAL HIGHLANDS WITH SPECIAL REFERENCE TO LATIN AMERICA, 1998, Rio de Janeiro. **Abstracts**. [S.l.: s.n], 1998.

- INNES, N.L. A plant breeding contribution to sustainable agriculture. **Annals of Applied Biology**, v. 126, p. 1-18, 1995.
- LARTEY, R.T.; CURL, E.A.; PETERSON, C.M. Interactions of mycophagous Collembola and biological control fungi in the suppression of *Rhizoctonia solani*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n. 1, p. 81-88, 1994.
- LIEBMAN, M. Sistemas de policulturas. In: ALTIERI, M.A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240 p.
- MALAJCZUK, N. Microbial antagonism to *Phytophthora*. In: ERWIN, D.C. **Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology**. Saint Paul: APS, 1983. p.197-218.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Alternative agriculture**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 448p.
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture**. Leusden: Ilea, 1992. 250p.
- TRENBATH, B.R. Intercropping for the management of pests and diseases. **Field Crops Research**, v. 34, p. 381-405, 1993.
- VAN BRUGGEN, A.H.C. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. **Plant Disease**, v. 79, n. 10, p. 976-984, 1995.
- VAN BRUGGEN, A.H.C. Swirching over to organic farming systems: consequences for plant pathological research. **Summa Phytopathologica**, v. 27, n. 1, p. 145, 2001.



# 4

## Controle biológico de pragas e outras técnicas alternativas

Clayton Campanhola

Wagner Bettiol

### Introdução

O objetivo deste capítulo é mostrar que há práticas alternativas de controle de pragas que já estão disponíveis para uso pelos agricultores, mas que por uma série de razões não chegam ao seu conhecimento.

A seguir são listadas as práticas que são apresentadas, ficando evidente a grande predominância das possibilidades biológicas de controle: controle biológico da broca da cana-de-açúcar, da lagarta-da-soja, dos pulgões-do-trigo, da traça-do-tomateiro, do percevejo-da-soja, controle biológico das cigarrinhas-das-pastagens, da cigarrinha-da-folha-da-cana-de-açúcar, da lagarta-do-cartucho-do-milho, do mandarová-da-mandioca, da cochonilha *Orthezia* sp. dos citros, do pulgão-do-fumo, da broca ou moleque-da-bananeira, da broca-do-café, da mosca-dos-chifres, da vespa-da-madeira em espécies de *Pinus*, da mosca-da-renda da seringueira, de cochonilhas, fumagina e outros fungos de revestimento pelo caracol rajado em pomares cítricos, e de larvas de lepidópteros;

controle cultural do bicudo-da-cana-de-açúcar; manejo de cupins e outras pragas de solo em cana-de-açúcar; controle da broca-da-laranjeira com a planta armadilha “Maria preta”; monitoramento e controle de pragas com o uso de feromônios sintéticos; manejo de pragas do dendê e termoterapia de frutos para controle das moscas-das-frutas.

Para cada praga é apresentado o método comumente utilizado no seu controle, com a prática alternativa sendo descrita em seguida. Há um último item em que se analisam as possibilidades ou perspectivas de uso mais abrangente de cada técnica pelos agricultores.

## Controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar<sup>1</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A broca-da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabr.), é a principal praga dessa cultura. As lagartas penetram no colmo da cana, abrindo galerias, geralmente no sentido longitudinal. O ciclo reprodutivo da broca é de aproximadamente 60 dias, variando um pouco com a época do ano, mas no mínimo ocorrem 4 gerações anuais.

Os danos são causados pela abertura das galerias, com perda de peso da cana, e pela destruição das gemas, que podem causar a morte das plantas quando pequenas. Há também danos indiretos que são causados pela broca-da-cana-de-açúcar, decorrentes da invasão e crescimento de fungos nos orifícios e galerias. Esses fungos causam a podridão vermelha nos colmos e a inversão da sacarose, com conseqüente perda na produção de açúcar.

No Brasil, e em particular no Estado de São Paulo, o controle biológico pode ser atualmente denominado como método convencional de controle, uma vez que é praticado desde 1976.

---

<sup>1</sup> Informações fornecidas por Enrico de Beni Arrigoni, Copersucar, Piracicaba, SP.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

As espécies nativas empregadas no controle biológico da broca são: *Lydella minense* (Townsend) e *Paratheresia claripalpis* Wulp, ambas pertencentes à ordem Diptera e à família Tachinidae. São parasitóides da fase larval da praga. Atuam como endoparasitos e desenvolvem de 1 a 4 descendentes por broca parasitada. Apesar de terem sido amplamente criadas em laboratórios entomológicos de usinas e destilarias, atualmente são poucos os interessados em manter e multiplicar essas duas espécies, que continuam sendo encontradas em baixos níveis populacionais em praticamente todos os canaviais.

A partir de 1986, houve maior impulso na criação da espécie *Cotesia flavipes* (Cameron), anteriormente pertencente ao gênero *Apanteles*, que mostrou-se bem adaptada às condições brasileiras, além de ser um eficiente parasitóide da fase larval da broca. Nos dias de hoje, é a principal espécie produzida e liberada nos canaviais para o controle da broca. As vantagens que apresenta em relação às moscas taquinídeas são: maior agressividade, ciclo mais curto, maior número de descendentes por período de tempo, visto que se obtém 50 adultos de *Cotesia flavipes* por larva parasitada, em média, além da facilidade de criação e a não exigência de manutenção em laboratório durante o período de gestação, que é uma etapa necessária na criação das moscas citadas.

A vespinha é originária da Ásia, tendo ocorrido várias tentativas de introdução de diferentes linhagens no início das pesquisas, sendo que a linhagem atualmente multiplicada foi trazida do Paquistão. O método de multiplicação é artesanal, sendo produzidas larvas de *Diatraea saccharalis* em dietas artificiais que são oferecidas às fêmeas fecundadas de *Cotesia flavipes*, as quais prontamente depositam seus ovos no interior das lagartas por meio de uma "ferroada". Cerca de 80% das larvas inoculadas dão origem a massas de casulos, em cerca de duas semanas.

Para a liberação dos adultos no campo é necessário que se definam as áreas mais infestadas pela praga e que se determine a densidade populacional

e o estágio predominante do ciclo do inseto no momento da amostragem. Os levantamentos populacionais são realizados a partir de 3 meses após o plantio da cana-de-açúcar ou 2 a 3 meses após o corte da cana, nos canaviais após o primeiro corte. São então amostrados no mínimo 2 pontos/ha, sendo examinados todos os brotos e perfilhos em duas linhas duplas de 5m em cada ponto. São coletadas todas as formas biológicas da praga encontradas em cada ponto de amostragem, assim como os parasitóides (massas de casulos ou pupários de moscas taquinídeas) existentes no local. Os dados são anotados em fichas próprias e empregados para o cálculo da densidade populacional da praga e da idade ou instar larval predominante. Conhecendo-se a metragem amostrada e o espaçamento da cultura é possível estimar o número de brocas em idade ideal, por unidade de área, para serem parasitadas pelas fêmeas do braconídeo. A seguir é feito o cálculo do número de adultos do parasitóide a ser liberado no talhão de cana amostrado. A liberação é feita nas primeiras horas do dia, realizando o caminhamento em compasso pré-estabelecido em função do número de adultos a ser liberado, sendo que o funcionário de campo deverá atravessar o talhão de cana, andando no sentido das linhas e abrindo os copos com adultos de *Cotesia flavipes* que, desta forma, se dispersam pelo canavial. Nos locais com altas densidades populacionais da praga e em alguns outros locais, ao acaso, são efetuados levantamentos posteriores com a finalidade de realizar liberações complementares ou verificar os resultados do controle. As larvas da praga coletadas no campo são levadas ao laboratório, onde permanecem até a mudança de fase ou até que dêem origem a parasitóides, servindo as informações para o cálculo do parasitismo no campo antes e após a liberação dos parasitóides. Pode-se dizer que são liberados, em média, 6 a 7 mil adultos de *Cotesia flavipes*/ha.

São feitos acompanhamentos em todas as fases, desde as descritas até durante a colheita da cana, quando é avaliada a intensidade de infestação ou porcentagem de entrenós brocados, servindo para se determinar as perdas ocasionadas pela praga no decorrer de um ano-safra, bem como verificar o resultado alcançado de controle.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

Existem 38 laboratórios de produção deste parasitóide no Estado de São Paulo, sendo que apenas dois são independentes de unidades sucroalcooleiras. Estes têm sua produção de parasitóides adquirida por grandes e médios produtores de cana-de-açúcar que não possuem laboratórios próprios ou que não têm produção suficiente da vespinha. A comercialização é feita em copos plásticos descartáveis contendo, em geral, 1.500 adultos de *Cotesia flavipes* ou 30 massas de casulos do inseto. O preço é fornecido por unidade de massa, por copo contendo 30 massas ou por milhar de indivíduos adultos. O custo de utilização desse método de controle varia de US\$ 7,00 a US\$ 9,00/ha, por ano.

As empresas que comercializam os parasitóides são as próprias usinas de açúcar e destilarias de álcool, quando há excedentes de produção, e os laboratórios particulares não vinculados às unidades produtoras.

Praticamente todas as áreas de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, onde há problemas com a broca-da-cana, recebem direta ou indiretamente o benefício do controle biológico. Estimou-se, em 1995, um total de apenas 1.500ha em que havia sido realizado o controle químico da broca-da-cana, em função de densidades populacionais de praga muito elevadas. A eficácia do parasitóide pode ser determinada pela atual intensidade de infestação da broca-da-cana, que passou de 10% em 1980, para 2,8% em 1996, na média das unidades cooperadas da Copersucar.

A técnica acima descrita foi obtida junto ao Centro de Tecnologia da Copersucar (Piracicaba, SP), na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Piracicaba, SP) e nas estações de pesquisa do Centro de Ciências Agrárias da Universidade de São Carlos (Araras, SP).

O uso dos parasitóides não sofre pressões de legislação, em função do benefício que traz ao setor e ao meio ambiente. No entanto, existem problemas relacionados aos custos de produção dos parasitóides e à necessidade de número considerável de funcionários bem treinados para a realização dos trabalhos nos laboratórios e no campo.

A técnica descrita é atualmente empregada em virtude de se defender as vantagens que apresenta, traduzidas por maior preservação do equilíbrio natural das populações de broca-da-cana e de outras pragas em função da não aplicação de inseticidas na parte aérea da cultura canavieira durante todo o seu ciclo. Não pode ser esquecida a vantagem econômica, por ser um método de menor custo em relação ao controle químico. Outra vantagem é o domínio das técnicas de criação, multiplicação, amostragens e liberação, permitindo que haja um efeito benéfico de controle em vastas áreas, beneficiando grande número de produtores, mesmo aqueles que não efetuam qualquer tipo de controle.

Portanto, não existem problemas para a utilização deste método de controle, devendo a produção futura dos parasitóides se manter nos níveis atuais, com liberação anual de cerca de 2,7 bilhões de adultos de parasitóides para o controle da broca-da-cana.

## Controle biológico da lagarta-da-soja<sup>2</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

As lagartas-da-soja são de coloração variada, podendo ser verdes, avermelhadas ou pretas, apresentando 5 listras brancas longitudinais. São bastante ativas e atacam as folhas. Na medida em que crescem, se alimentam mais e chegam a destruir completamente as folhas das plantas de soja. Em infestações severas chegam a se alimentar também das hastes mais novas das plantas.

A forma convencional e ainda a mais utilizada para o controle deste inseto é a aplicação de inseticidas químicos.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

O *Baculovirus anticarsia* é um vírus de poliedrose nuclear (VPN) pertencente à família Baculoviridae, que é restrita a invertebrados. Este VPN foi isolado

<sup>2</sup> Informações fornecidas por Flávio Moscardi, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, SP.

de lagartas-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* Hueb., infectadas ou mortas naturalmente em lavouras de soja da região de Londrina, PR e se destina ao controle desta espécie de inseto.

O *Baculovirus* pode ser multiplicado tanto em laboratório, como em lavouras de soja. Em laboratório, o inseto é criado continuamente em dieta artificial. Larvas de início de quinto ínstar são inoculadas com o vírus mediante incorporação na dieta do inseto. Ao morrerem, as larvas são coletadas e armazenadas sob congelamento. No campo, o vírus é aplicado em lavouras de soja com populações moderadas a altas. A partir do sétimo dia da aplicação, as larvas mortas pelo patógeno são coletadas e armazenadas sob congelamento. O material é homogeneizado em água, filtrado e em seguida formulado. O material filtrado é misturado com caolin seco e moído, resultando em uma formulação pó-molhável.

As técnicas específicas para o VPN da lagarta-da-soja foram desenvolvidas pela Embrapa Soja, tendo sido dedicados vários anos à sua pesquisa. Esse método tem sido utilizado em substituição ao uso de inseticidas químicos, principalmente porque os produtos biológicos são seletivos, seguros à saúde do homem e outros vertebrados e não-poluentes do solo e água.

Quanto à aplicação do vírus, ela é feita quando a maioria das lagartas ainda são pequenas (< 1,5cm) e num número máximo de 10 lagartas por metro linear de fileira de soja (ou 20/pano de amostragem). A dose utilizada é de 20 a 25g da formulação/ha ou  $1,5-2,0 \times 10^{11}$  poliedros/ha. Em situações de seca prolongada durante a safra, o número máximo de lagartas para a aplicação do vírus deve ser a metade do descrito acima.

Para a aplicação do *Baculovirus* pode-se utilizar equipamento costal, tratorizado ou aéreo. Nos dois primeiros casos usa-se um volume mínimo de 100l de calda/ha. Para a aplicação aérea usam-se no mínimo 15l, quando o veículo for a água, ou 5 l/ha quando o veículo for óleo. Geralmente a aplicação é feita em meados de dezembro a meados de janeiro. De um modo geral, uma aplicação é sufi-

ciente para o controle da lagarta da soja, pois as lagartas que morrem em decorrência da aplicação repõem grande quantidade de vírus sobre as plantas, servindo de inóculo para contaminar as lagartas eclodidas posteriormente à aplicação.

O vírus pode ser misturado ao inseticida Curacron® (profenofós), a 30g de i.a./ha, ou ao inseticida endossulfam, a 35g i.a./ha, para situações em que a população de lagartas tenha ultrapassado o limite para o uso do vírus isoladamente. Estes dois produtos são, até o momento, os únicos inseticidas oficialmente registrados para a mistura com o vírus. No entanto, pesquisas têm demonstrado que os outros produtos também recomendados para o controle da lagarta, via de regra, funcionam na mistura a 1/4 da dose recomendada.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O produto à base de *Baculovirus* chega ao produtor a um custo médio de R\$1,80 – 2,00/ha, depois da sua produção e formulação por empresas privadas.

A área em que se utiliza esse controle manteve-se ao redor de 1 milhão de ha, desde a safra 1989/90 até a safra 1997/98, quando atingiu 1,4 milhão de ha. Posteriormente, o uso do vírus passou a oscilar entre 1 milhão e 1,4 milhão de ha. Desde que aplicado dentro das recomendações, a eficácia de controle é superior a 80%.

O produto encontra-se registrado no Ministério da Agricultura, conforme a legislação vigente para defensivos agrícolas. O mercado para empresas que comercializam o produto tem sido de 1 milhão a 1,4 milhão de ha. Na safra 1996/97 foram produzidas cerca de 35 toneladas de lagartas mortas pelas várias empresas que comercializam o produto, quantidade suficiente para tratar cerca de 1,75 milhão de ha na safra 1997/98, mas as empresas colocaram no mercado quantidades de vírus para tratar 1,4 milhão de ha.

Quanto aos problemas encontrados pelas empresas na implementação desse método de controle, destacam-se: a dificuldade para registro

do produto pelas empresas, que demorou praticamente 3 anos, e a necessidade de aprimorar a formulação atual e o método de produção em laboratório, que ainda é muito oneroso. E quanto aos problemas que dificultam o uso ainda mais extensivo desse método de controle destacam-se: ação relativamente mais lenta quando comparado aos químicos, uma vez que o inseto continua se alimentando por alguns dias, embora em menor quantidade. Daí a necessidade de ajustar a aplicação contra lagartas quando forem, em sua maioria, pequenas.

Caso seja possível aperfeiçoar consideravelmente os métodos de produção, principalmente em laboratório, acredita-se que a área tratada possa atingir 4 milhões de ha.

Os endereços das empresas que comercializam o produto na formulação em pó molhável podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico: <http://www.cnpso.embrapa.br/baculov.htm>. O controle de qualidade de lotes de produção das empresas é realizado na Embrapa Soja, Londrina, PR.

## Controle biológico dos pulgões-do-trigo<sup>3</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

O pulgão verde-pálido das folhas, *Metapolophium dirhodum* (Walk.), provoca o amarelecimento das folhas, ocorre no início da cultura de trigo e pode levar as plantas à morte. Entretanto, os maiores prejuízos resultam da transmissão do vírus do nanismo amarelo da cevada. Os prejuízos são maiores no período entre a germinação das plantas de trigo e o seu espigamento.

Por sua vez, o pulgão das espigas, *Sitobion avenae* (Fabr.), pode acarretar prejuízos quantitativos e qualitativos, devido ao enrugamento dos grãos e à perda do poder germinativo das sementes. Os maiores prejuízos são causados no período que vai do início do espigamento até a fase de grão formado (grão em massa).

---

<sup>3</sup> Informações prestadas por José Roberto Salvadori, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

O controle convencional dos pulgões antes do programa de controle biológico apoiava-se no uso de inseticidas químicos, com cerca de 4-5 aplicações em 95% da área tritícola do Estado do Rio Grande do Sul. O programa foi iniciado em 1978, na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, com o apoio técnico da Universidade da Califórnia, por intermédio de projeto de cooperação técnica com a FAO (*Food and Agriculture Organization*, das Nações Unidas).

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

O método alternativo utilizado refere-se ao controle biológico clássico com microhimenópteros parasitóides, introduzidos de diversos países (Chile, USA, França, Israel, Checoslováquia, Hungria e Espanha). Até 1982, foram introduzidas 14 espécies de microhimenópteros. A produção massal se dá em laboratório, sobre os próprios hospedeiros (pulgões-do-trigo), com posterior liberação a campo visando ao estabelecimento e a multiplicação natural dos parasitóides. O material é liberado no campo na forma de pulgões parasitados e mortos (múmias), antes da emergência dos parasitóides.

A Embrapa Trigo realizou levantamentos e estudos de adaptação e estabelecimento das espécies introduzidas e avaliou o seu efeito sobre as populações de pulgões.

As liberações inundativas dos parasitóides são feitas diretamente pela Embrapa Trigo ou por meio da distribuição aos agricultores via correio, transportadoras, serviços de assistência técnica, EMATERs e Cooperativas Agrícolas, entre outros.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O método de controle se propagou principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, mas também houve liberações no Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul, assim como houve envio de parasitóides para Castelar (Argentina). A grande vantagem é que o controle biológico utilizado não envolve custos adicionais

para os agricultores, pois uma vez liberados no campo os parasitóides se estabelecem e não há necessidade de liberações subseqüentes.

Como resultado do uso dos parasitóides, houve uma expressiva diminuição do problema de pulgões-do-trigo e o uso de inseticidas caiu significativamente. Estima-se que no RS, o uso de inseticidas foi reduzido para apenas uma aplicação em 5% da área tritícola do Estado.

Entretanto, a maior limitação do uso desses parasitóides é que eles não são eficientes contra o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani). Quanto às perspectivas de uso dessa tecnologia de controle, não há limitações, uma vez que o parasitismo tem se mantido em níveis eficientes para o controle natural na maioria dos locais, ao longo dos anos.

## Controle biológico da traça-do-tomateiro<sup>4</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae), é uma das pragas importantes do tomateiro cultivado, principalmente, sob condições de clima quente, como é o caso da região semi-árida do nordeste brasileiro. Esta praga ocorre durante todo o ciclo de desenvolvimento do tomateiro. As suas larvas atacam com severidade os brotos terminais, as gemas, as flores, as folhas, nas quais fazem galerias destruindo todo o mesófilo foliar. Abrem também galerias na inserção dos ramos e no interior dos frutos, deixando-os imprestáveis para a comercialização. Em infestações elevadas, a traça pode ocasionar a perda total da produção.

Até 1991, o controle convencional dessa praga era realizado principalmente com inseticidas do grupo dos organofosforados e piretróides. A partir de

---

<sup>4</sup> Informações fornecidas por Francisca Nemauro Pedrosa Haji, pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE.

então, os produtores adotaram o programa de manejo da traça, utilizando a combinação do controle biológico com o uso de produtos fisiológicos, *Bacillus thuringiensis*, calendário de plantio, práticas culturais e outros.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

Uma das práticas que tem sido utilizada na Colômbia com muito sucesso no controle da traça-do-tomateiro é o controle biológico pelo parasitóide *Trichogramma pretiosum* Riley. Com o objetivo de solucionar o problema da traça-do-tomateiro na região do Submédio do Vale do Francisco, a Embrapa Semi-Árido importou esse parasitóide da Colômbia, em 1990 e 1991, com a devida autorização da Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para ser liberado na cultura do tomate (áreas de 1.100 e 1.450 ha). Nessa época foram instalados laboratórios de produção massal desse parasitóide.

A produção massal de *Trichogramma pretiosum* é realizada utilizando-se como hospedeiro alternativo a traça-dos-cereais, *Sitotroga cerealelia* (Olivier), que por sua vez é criada em grãos de trigo. A vespinha é liberada no campo no estágio adulto ou em cartelas, no estágio de pupas.

Para a liberação no campo, cartelas contendo pupas de *Trichogramma pretiosum* são acondicionadas em pequenos sacos de papel branco, os quais são presos na extremidade de uma estaca de madeira com 60cm de altura. Estas cartelas são distribuídas em 30 a 50 pontos por hectare da cultura. Outra alternativa é colocar as cartelas em copos plásticos descartáveis com capacidade de 300ml, os quais são suspensos por um arame preso à extremidade de uma estaca de madeira, a cerca de 5cm acima do topo das plantas de tomate.

A liberação das vespinhas é feita em função da constatação da praga na cultura do tomate, que é monitorada por meio da amostragem de folíolos. Faz-se de uma a duas liberações por semana, dependendo do nível de

infestação da traça, em uma quantidade de 450 mil parasitóides no estádio adulto ou de 150po<sup>l</sup>2 de cartela com pupas, por hectare.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle biológico**

O custo de produção das vespinhas parasitóides é R\$15,00 por hectare, por liberação semanal, sendo que geralmente são feitas 10 liberações durante o ciclo do tomateiro. O custo de produção é considerado elevado, pois o trigo utilizado como substrato de criação da traça-dos-cereais é proveniente das regiões sul e sudeste do país.

Durante o período em que esse método de controle foi utilizado no manejo integrado da traça-do-tomateiro, na região do Submédio do Vale do São Francisco, as vespinhas foram liberadas em, aproximadamente, 5 mil hectares. O parasitismo médio em ovos da traça no campo variou de 19 a 46%, sendo que a média de frutos danificados de tomate esteve entre 1 e 13%.

Não existem atualmente laboratórios de produção massal de *Trichogramma* para fins comerciais. Até 1994, a empresa FRUTINOR dispôs de um laboratório de produção massal de *Trichogramma pretiosum*, com cerca de 2500 gabinetes ou unidades de criação deste parasitóide. Atualmente, no país, o maior laboratório é o da Embrapa Semi-Árido (200 gabinetes).

*Trichogramma pretiosum* deixou de ser utilizado na região semi-árida do nordeste devido, principalmente, à não disponibilidade deste insumo biológico no mercado brasileiro, e à ocorrência de doenças viróticas no tomateiro, transmitidas pela mosca-branca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring), vetor do geminivirus. A partir da constatação dessa nova praga na região, a traça-do-tomateiro praticamente desapareceu. Aventa-se a hipótese de que a mosca-branca tenha ocupado o nicho ecológico da traça, pois a infestação da mosca-branca em qualquer um de seus estádios (ovo, ninfa e adulto) é tão grande que cobre todos os folíolos, não sobrando espaço vazio para ser atacado pela traça. Mas em 2000, *Tuta absoluta* ressurgiu no Submédio do Vale São Francisco, em surto

semelhante ao ocorrido em 1989, quando esta praga ocasionou perdas em torno de 50% da produção de tomate, em uma área estimada em 15 mil ha. Pressupõe-se que, com o manejo da mosca branca desenvolvido e a utilização de tomate híbrido resistente ao geminivírus, o *Trichogramma* voltará a ser utilizado como parte do manejo integrado das pragas do tomateiro.

## Controle biológico dos percevejos-da-soja pela vespa *Trissolcus basal*<sup>5</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

Os percevejos que causam danos à soja pertencem à família Pentatomidae, sendo três as espécies principais: *Nezara viridula* (L.), também conhecido como percevejo-verde ou “fede-fede”, *Piezodorus guildinii* (Westwood) ou percevejo-pequeno e *Euschistus heros* (Fabr.) ou percevejo-marrom.

Os percevejos podem causar grandes prejuízos aos sojicultores pelo fato de se alimentarem diretamente dos grãos da soja, o que ocorre a partir do aparecimento das vagens. Os grãos atacados tornam-se menores, enrugados, mais escuros e muitas vezes são chochos, podendo ocorrer abortamento das vagens em ataques precoces. A qualidade do óleo também fica comprometida quando o ataque de percevejos é intenso.

Tanto as formas jovens como os adultos alimentam-se da seiva dos ramos, das hastes e das vagens. Com a sucção dos ramos e hastes injetam também toxinas que alteram a fisiologia das plantas de soja. Os percevejos transmitem doenças como a “soja louca”, que retarda a maturação dos frutos e provoca a retenção foliar, dificultando a colheita mecânica.

O controle dos percevejos é feito praticamente com o uso dos seguintes inseticidas: endossulfam, metamidofós, monocrotofós e triclorfom, sendo que

---

<sup>5</sup> Informações prestadas por Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.

o mais usado entre eles é o monocrotofós. Uma das maneiras de reduzir o uso do controle químico é misturar sal de cozinha refinado com metade da dose recomendada dos inseticidas. A quantidade de sal adicionada deve ser de 500g por 100l de água (ou 0,5%), em aplicação terrestre. Recomenda-se lavar o equipamento de aplicação após o uso, com detergente ou óleo mineral, para evitar a corrosão provocada pelo sal. Cabe ressaltar que esses inseticidas são bastante tóxicos aos inimigos naturais das pragas, contribuindo para a baixa eficiência de um possível controle natural de pragas.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

Uma das alternativas viáveis ao uso de inseticidas é o controle biológico dos percevejos-da-soja com a vespa *Trissolcus basalís* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae), que é um parasitóide de ovos.

*Trissolcus basalís* foi descrita por Wollaston em 1858 em material proveniente da Ilha da Madeira. No Brasil, foi encontrada em lavouras de soja e coletada pela primeira vez em dezembro de 1979 na região de Londrina, PR. Na safra seguinte, foi encontrada também em outros locais.

Os métodos de multiplicação das vespas em laboratório e de sua liberação no campo foram desenvolvidos na Embrapa Soja. Não há uma dieta artificial para a criação desse parasitóide, o que exige, portanto, a criação de um hospedeiro para a sua multiplicação. O percevejo-verde, ou *Nezara viridula*, é o hospedeiro mais adequado devido ao tamanho de sua massa de ovos, que tem em média de 80 a 100 ovos, enquanto os outros percevejos-da-soja têm um número menor - o percevejo-pequeno tem massa de ovos com uma média de 21 ovos e o percevejo-marrom, de 7 ovos. Além disso, o percevejo-verde era facilmente encontrado nas lavouras de soja, o que facilitava a sua coleta.

O percevejo-verde é criado em gaiolas teladas que são colocadas em câmaras climatizadas com temperaturas no intervalo de 23° a 27°C, umidade relativa em torno de 70% e fotoperíodo de 14h de luz em 24 horas. O alimento oferecido

às ninfas e aos adultos consiste de sementes secas de soja e amendoim, as quais são coladas em tiras de papel, sendo estas fixadas na parte superior das gaiolas. Como complemento alimentar são oferecidos frutos de *Ligustrum lucidum* Ait. (Oleaceae), que aumentam a taxa reprodutiva do percevejo-verde. Ainda, no interior das gaiolas é colocada uma planta de soja que serve como substrato para oviposição. A coleta dos ovos é feita diariamente, sendo armazenados em baixa temperatura para que possam permanecer viáveis para a multiplicação dos parasitóides. Em nitrogênio líquido (-195°C) duram até um ano, enquanto que em *freezer* (-15°C) podem ser conservados por seis meses.

O parasitismo dos ovos do percevejo-verde pela vespa *Trissolcus basalís* se dá em laboratório, no interior de tubos de celulóide. Cada fêmea oviposita em média 250 ovos, colocando um ovo em cada ovo de percevejo. O ciclo de vida da vespa – de ovo a adulto – varia de 10 dias, para os machos, a 12 dias, para as fêmeas. Após os ovos terem sido parasitados, eles são colados em cartelas de papelão para facilitar o transporte. Em seguida, as cartelas são revestidas com uma tela para evitar a predação dos ovos no campo, antes da emergência dos parasitóides. Nessas condições, os parasitóides sobrevivem por até 10 dias, tempo suficiente para o seu envio pelo correio e recebimento pelos interessados. Geralmente, há ao redor de 1.500 ovos por cartela e a recomendação é de que sejam colocadas 3 cartelas com ovos parasitados por ha. As cartelas são amarradas na parte mediana das plantas, na bordadura das lavouras de soja, que é por onde a infestação dos percevejos se inicia. A distribuição das vespas se dá por dispersão natural e mostra uma boa eficiência, pois as vespas voam em busca dos ovos dos hospedeiros.

A liberação também pode ser feita diretamente com adultos, recomendada especialmente para os locais mais próximos da sua criação. Recomenda-se a liberação de 5 mil adultos por ha, que são previamente acondicionados em tubos de plástico e alimentados com mel. A liberação deve ser feita no período do início da manhã ou no final da tarde, portanto, em períodos mais frescos do dia.

A liberação do *Trissolcus* no campo é feita no final do florescimento da soja, correspondendo ao período de colonização das lavouras pelos percevejos e início de oviposição. Este período geralmente ocorre no final de dezembro e início de janeiro, antes do estágio de formação das vagens, quando a soja é mais suscetível ao ataque dos percevejos.

A multiplicação das vespinhas se dá no próprio campo, havendo necessidade de apenas uma liberação por safra. Geralmente, ocorre sobrevivência de um ano a outro, onde há locais apropriados de refúgio (matas), pois em temperaturas baixas a longevidade dos adultos amplia-se bastante – a 18°C, a longevidade dos adultos pode chegar de 180 a 220 dias. Já, em condições de campo a 30°C, a longevidade média cai para 31 dias.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

A demanda dos interessados pelo uso desse método de controle tem sido muito grande. A capacidade de atendimento pela Embrapa Soja está em torno de 1,5 milhão de vespinhas por ano, quantidade suficiente apenas para atender as demandas da pesquisa para a realização de testes em diferentes localidades, com vistas à difusão da tecnologia e atendimento aos produtores em trabalhos desenvolvidos em microbacias hidrográficas ou comunidades, realizados em parceria. Por isso, a Embrapa Soja atua junto a seus parceiros – associações de produtores, cooperativas agrícolas, Emater, Prefeituras, Sanepar, Secretarias de Agricultura – no sentido de estimulá-los e orientá-los na produção da vespa parasitóide para atender aos produtores que estejam, preferencialmente, participando de programas de manejo integrado em microbacias hidrográficas no Estado do Paraná.

Na parceria, a Embrapa Soja envia cartelas apenas para dar início às criações das vespinhas pelos grupos organizados. Além da prioridade dada ao programa de microbacias hidrográficas, os produtores de soja orgânica também têm sido tratados como clientes preferenciais para o recebimento das cartelas com ovos contendo as

vespinhas. Nesses casos, os agricultores, associações, cooperativas, não pagam nada pelo material recebido, apenas se responsabilizam pelo pagamento das despesas de correio.

Uma das condições de sucesso no uso desse método de controle é que os agricultores utilizem o Manejo Integrado de Pragas, pois o uso de produtos mais seletivos no controle das pragas permite que as vespínhas liberadas, juntamente com todo o complexo de inimigos naturais presentes nas lavouras, sejam preservados na área.

Uma limitação ao uso desse método de controle é a necessidade de criação do hospedeiro para a reprodução das vespínhas. Os percevejos são difíceis de criar em condições de laboratório, além do que o percevejo-verde está tendo uma redução populacional no campo, o que tem dificultado a sua coleta para a manutenção das criações em laboratório. Nessa situação, tem-se optado pela criação do percevejo-marrom (*Euschistus heros*) como hospedeiro da vespínha.

Não se sabe ao certo em que área total as vespínhas estão sendo usadas para o controle dos percevejos na cultura de soja. No Estado do Paraná, estima-se que essa técnica esteja sendo usada em 20 mil ha, mas o seu uso tem se expandido também nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

A estimativa de área para uso do controle biológico dos percevejos-da-soja com *Trissolcus basalís* é em torno de 5 milhões de ha, considerando-se que cerca de 40% da área plantada com soja no Brasil tem problemas com percevejos e requerem a introdução de medidas para o seu controle.

A Embrapa Soja já conta com um outro parasitóide de ovos de percevejos-da-soja - *Telenomus podisi* Ashmead que pode ser utilizado como complemento ao uso de *Trissolcus basalís*. Toda essa tecnologia está pronta para uso no campo, mas na multiplicação deste parasitóide há a necessidade de criação do percevejo-marrom uma vez que esse parasitóide não se multiplica eficientemente em ovos do percevejo-verde.

## Controle biológico das cigarrinhas-das-pastagens

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

As cigarrinhas-das-pastagens, *Mahanarva fimbriolata* (Stal), *Deois flavopicta* (Stal) e *Zulia entreriana* (Berg.), depositam os ovos na base do capim, ou seja, junto às raízes das plantas. As ninfas procuram os coletores dos capins para sugar seiva, produzindo uma espuma branca para proteção contra predadores e dessecação. As cigarrinhas adultas também se alimentam da seiva das plantas. As cigarrinhas atacam as pastagens em épocas de alta umidade e são responsáveis pela secagem das folhas. Esse secamento é resultado da injeção de toxinas nos colmos das gramíneas, causando amarelecimento e posterior morte. Quando em estado endêmico, aparecem reboleiras de capim “queimado”, evoluindo para o pasto inteiro, com incidência maior nas áreas ensolaradas.

O controle dessa praga é realizado através da pulverização de inseticidas ou por colocação de fogo na pastagem.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

Os fungos *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin são normalmente encontrados na natureza parasitando cigarrinhas. Quando há um manejo inadequado de solos e pastagens sua ocorrência natural é baixa. Quando as cigarrinhas são atacadas pelos fungos elas morrem, tornando-se fonte de inóculo dos fungos entomopatogênicos.

O esquema de produção comercial é basicamente o seguinte:

- ♦ coleta, no campo, de insetos parasitados pelos fungos;
- ♦ isolamento do fungo;
- ♦ preparo do inóculo;
- ♦ preparo de matrizes;

- ♦ preparo de matrizes (inóculo básico - meio de arroz em sacos de polipropileno com 250g de meio);
- ♦ preparo dos recipientes (esterilização no caso de vidro);
- ♦ confecção do meio de cultura (arroz pré-cozido por 3 minutos em água fervente);
- ♦ preparo das embalagens com meio de cultura (coloca-se 400g em cada saco de polipropileno, fechando-o com grampeador);
- ♦ autoclavagem a 120°C, por 30 minutos;
- ♦ resfriamento do meio;
- ♦ inoculação (utiliza-se as matrizes - 10g de inóculo/saco);
- ♦ incubação a 25°C, por 15 dias;
- ♦ retirada do material;
- ♦ secagem em câmaras (salas com bandejas de 1m x 0,4m cobertas por papel *craft* e colocadas em prateleiras distanciadas em 35cm);
- ♦ separação dos conídios em peneira;
- ♦ moagem;
- ♦ mistura dos conídios com o material moído;
- ♦ embalagem;
- ♦ venda.

As técnicas de produção foram desenvolvidas na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, bem como pelas próprias empresas produtoras.

O material formulado consta de arroz moído com conídios em concentração que varia de  $6,5 \times 10^6$  a  $10^8$  conídios/ml. A comercialização é feita em embalagens plásticas de 1kg, sendo disponibilizadas de 40 a 60ton por safra. Algumas empresas produtoras multiplicam os fungos sob encomenda, mas mantêm uma reserva para venda imediata. O controle de qualidade do produto é feito por meio da contagem dos esporos viáveis e de uma avaliação para verificar se está ocorrendo infecção das cigarrinhas.

A pulverização dos fungos pode ser realizada com qualquer equipamento, que deverá estar limpo e sem resíduos de agrotóxicos. Para limpar o pulverizador, lavar com água e sabão e enxaguar com água limpa. Dissolver o produto em um balde com água, agitar e deixar descansar por cerca de 1 minuto para decantação do amido. Transferir essa suspensão para o pulverizador, sempre usando a peneira, repetindo a operação duas a três vezes. Em seguida, completar o volume do tanque do pulverizador com água.

A aplicação dos fungos é feita sempre isoladamente, uma vez por safra. Sugere-se realizar a aplicação quando a população atingir de 20 a 25 cigarrinhas/m<sup>2</sup>. Contudo, recomenda-se que seja realizada uma reaplicação nas áreas com problemas após a primeira aplicação.

Quanto à quantidade aplicada, no pulverizador de barra utiliza-se de 1 a 2kg de produto em 200 a 600 litros de água, por hectare. No pulverizador costal a quantidade utilizada é de 1 a 2kg de produto em 40 a 100 litros de água, por hectare. No atomizador, de 1 a 2kg de produto em 40 a 60 litros de água, por hectare. E no avião, de 1 a 2kg de produto em 20 a 30 litros de água, por hectare. A aplicação deve ser conduzida em área total, buscando-se pulverizar toda a pastagem de forma homogênea.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Os custos de controle por esses fungos correspondem a R\$25,00/kg do produto adicionados ao custo de aplicação de R\$8,00/ha. A eficácia de controle é de 85 a 90%.

O problema mais importante na fase de produção é a presença de contaminantes, o que leva a perdas de até 45%. E os problemas na fase de utilização do produto são: equipamentos com resíduos de agrotóxicos; a aplicação deve ser realizada em temperatura de no máximo 26°C, pela manhã ou à tarde; a umidade no momento da aplicação deve ser maior que 75%; e a pastagem deve ter em torno de 25cm de altura.

Ainda não existe registro desses fungos, mas a documentação necessária para o processo de registro está em preparação.

A área em que essa técnica é utilizada é de aproximadamente 50 mil hectares, mas a área em que o produto pode ser usado está estimada em 1 milhão de hectares. Para que esse montante seja atingido há necessidade de maior divulgação e aumento da oferta do produto.

As empresas que comercializam os fungos formulados são: Itaforte Bioprodutos Ltda. (Itapetininga, SP); Tecnocontrol Ltda. (Piracicaba, SP); Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (Recife, PE) e Instituto Biológico de São Paulo (Campinas, SP), entre outras.

## Controle biológico da cigarrinha-da-folha-da-cana-de-açúcar<sup>6</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

As formas jovens das cigarrinhas, *Mahanarva posticata* (Stal), as ninfas, fixam-se nas raízes, na base dos colmos, para sugar a seiva. Para a sua proteção, as larvas eliminam uma espuma esbranquiçada característica, que envolve a base da touceira da cana. Os adultos, ou cigarrinhas-das-folhas, vivem na parte aérea das plantas de cana e também sugam seiva.

Com a sucção da seiva, as folhas mostram estrias amareladas no sentido longitudinal, e as pontas tornam-se enroladas, o que pode ser confundido com o sintoma de estresse hídrico. Os colmos também definham, com encurtamento dos internódios. O maior prejuízo causado por essa praga, no entanto, é a perda de rendimento de açúcar.

---

<sup>6</sup> Informações fornecidas por Vanildo A. Leal B. Cavalcanti, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, Recife, PE.

O controle desses insetos é geralmente realizado com inseticidas do grupo dos carbamatos.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

A técnica alternativa utilizada é o controle biológico realizado com o uso do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin. O agente de controle é originário de diferentes regiões dos Estados de Sergipe e Rio de Janeiro.

A produção massal do fungo entomopatogênico se dá em meio de cultura constituído de arroz e água, em sacos de polipropileno autoclavado, que após o resfriamento à temperatura ambiente é inoculado com uma suspensão fúngica proveniente de uma matriz produzida em garrafas de Roux. O produto final é um granulado produzido sobre os grãos de arroz.

O produto está prontamente disponível para compra na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, Recife, PE, mas em alguns períodos a produção ocorre sob encomenda do cliente.

A vantagem do uso desta técnica é a facilidade de produção do patógeno, a sua eficiência de controle e, principalmente, a conservação ambiental pelo não uso de inseticidas químicos.

Os equipamentos utilizados para a aplicação do fungo são os pulverizadores costais, ou tratorizados, ou aéreos, dependendo da extensão da área infestada pela praga. Recomenda-se o tratamento quando a praga atinge o nível de controle que é em torno de 5 ninfas média/cana. Geralmente, se faz uma única aplicação por ano, na dose de 0,5kg/ha. É necessária a adição de espalhante adesivo na suspensão fúngica, mas não se faz mistura com outros produtos inseticidas.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O custo de aplicação do fungo é de R\$4,50/kg, adicionado da mão-de-obra e equipamento de aplicação. O produto está disponível no mercado e pode ser adquirido diretamente junto à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA.

A eficácia de controle está em torno de 30 a 35% para as ninfas, que é a fase de desenvolvimento da praga mais suscetível ao ataque do fungo, devido à sua imobilidade.

As perspectivas de uso são grandes, sendo que na região Nordeste já é bastante comum a utilização do fungo para o controle das cigarrinhas-da-cana-de-açúcar. Cabe ressaltar que o mesmo isolado de *Metarhizium anisopliae* também é utilizado para o controle da cigarrinha-das-pastagens, principalmente para a população de ninfas, na razão de 2kg/ha.

## Controle biológico da lagarta-do-cartucho-do-milho<sup>7</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), é uma praga que ataca as lavouras de milho desde o seu início. O sintoma característico de ataque dessa praga é o secamento das folhas apicais, o que vulgarmente se denomina de “coração morto”. Em plantas mais desenvolvidas, observa-se furos nas folhas centrais da planta, resultantes da alimentação das lagartas. Em anos de grande infestação inicial, pode levar plantas novas à morte, diminuindo a população de plantas por área e, conseqüentemente, a produtividade de milho. O controle convencional da praga é realizado com o uso de inseticidas, deve ser feito no início da infestação, quando as lagartas ainda não entraram no cartucho da planta, pois do contrário, o controle se torna mais difícil, uma vez que as lagartas ficam protegidas no interior das plantas.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

Um dos métodos alternativos para o controle da lagarta-do-cartucho-do-milho é o uso do *Baculovirus* obtido de lagartas infectadas no campo. Em laboratório, o vírus é multiplicado nas próprias lagartas, sendo posteriormente

---

<sup>7</sup> Informações fornecidas por Ivan Cruz, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

formulado sob a forma de pó molhável. Essa técnica foi desenvolvida na Embrapa Milho e Sorgo.

Amostras do produto para fins de pesquisa e para uso em unidades de observação ou demonstração são fornecidas pela Embrapa Milho e Sorgo.

A aplicação do baculovírus é realizada com os mesmos pulverizadores usados na aplicação de agrotóxicos, no início da infestação da lagarta-do-cartucho. Geralmente, faz-se de uma a duas aplicações durante o ciclo do milho, devendo-se aplicar o produto isoladamente. A quantidade aplicada deve ser de  $2,5 \times 10^{11}$  poliedros/ha, o que equivale a 50g do produto formulado/ha.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O custo de aplicação do baculovírus é de R\$4,00/ha, por aplicação. A eficácia de controle é elevada, estando entre 80 e 90%, mas atualmente a utilização do método se restringe a áreas experimentais e demonstrativas.

A Embrapa Milho e Sorgo já obteve a patente do processo de produção do patógeno. Entretanto, ainda não há empresas que comercializam o produto.

Portanto, há excelentes perspectivas para o uso generalizado do baculovírus no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho, mas ainda há dificuldades na produção do hospedeiro natural (lagarta) em grande escala para que quantidades maiores do produto formulado possam ser disponibilizadas aos agricultores.

## **Controle biológico do mandarová-da-mandioca<sup>8</sup>**

### **Características da praga e práticas de controle utilizadas**

O mandarová-da-mandioca, *Erinnyis ello ello* (L.), é considerado a praga de maior importância na cultura da mandioca. Em Santa Catarina, onde a

---

<sup>8</sup> Informações prestadas por Aurea Teresa Schmitt e Renato A. Pegoraro, EPAGRI, Florianópolis, SC.

cultura abrange uma área de 87 mil ha, esta praga, embora de ocorrência esporádica, causa danos expressivos. A maior incidência de *Erinnyis ello ello* dá-se de novembro a abril, correspondendo à fase inicial do cultivo e considerada a mais crítica. A larva pode consumir até 1.100cm<sup>2</sup> de folhagem durante seu ciclo. Dependendo da cultivar, da idade e vigor da planta e da intensidade do ataque, pode ocorrer até 50% de redução no rendimento de raízes. As maiores perdas ocorrem em plantas jovens com até 150 dias; após este período, a planta pode tolerar desfolhas de até 80% sem apresentar perdas significativas na produção de raízes.

Devido aos danos causados e aos preços menores pagos pelas indústrias de fécula para raízes provenientes de lavouras atacadas pela praga, os produtores rurais de Santa Catarina utilizam, muitas vezes, produtos químicos à base de piretróides, como Decis®, Ambush® e outros, ou o organofosforado Dipterex® para o controle do mandarová. Porém, estes produtos não são registrados no Ministério da Agricultura para uso na cultura da mandioca. A utilização irrestrita de produtos químicos ocasiona um desequilíbrio entre a praga e seus inimigos naturais, reduzindo o potencial de controle biológico e aumentando o custo de produção.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

Dentre os diversos inimigos naturais do mandarová-da-mandioca constatados em Santa Catarina, observou-se uma grande incidência de um vírus entomopatogênico.

A primeira constatação do vírus em Santa Catarina foi realizada pela pesquisadora da Estação Experimental de Itajaí - EPAGRI, Dra. Áurea Teresa Schmitt, na safra de 1980/81, nos municípios de Içara e Jaguaruna. O vírus foi identificado posteriormente pelo Dr. E.W. Kitajima como sendo *Baculovirus* (vírus de granulose), o qual passou a ser chamado de *Baculovirus erinnyis*.

A multiplicação do *Baculovirus erinnyis* tem sido realizada anualmente nas condições de campo, com pulverização e coleta de lagartas mortas

pelo vírus que são, posteriormente, armazenadas em *freezer* (2°C) para a sua conservação. As técnicas para a utilização do *Baculovirus erinnyis* foram desenvolvidas pela EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí, durante o período de 1980-1986. Portanto, o método já está disponível para uso.

Durante a safra, a solução de *Baculovirus* é preparada a partir de lagartas recém-mortas coletadas nas lavouras. As lagartas mortas são maceradas e a suspensão resultante é coada e filtrada para a coleta da fração líquida. As formulações à base de *Baculovirus* ainda estão sendo desenvolvidas pela pesquisa, não estando até o momento disponíveis no mercado.

A utilização desta técnica para o controle do mandarová-da-mandioca apresenta vantagens, tais como: redução do custo de produção; eficácia de controle; simplicidade e facilidade de aplicação; capacidade de dispersão; produção pelo próprio agricultor e conservação para uso posterior; segurança contra outros inimigos naturais e diminuição no uso de inseticidas químicos.

Os principais equipamentos utilizados para a aplicação do *Baculovirus erinnyis* são: pulverizador costal manual ou motorizado, pulverizador mecânico tratorizado de barras ou com atomizador e aviação agrícola.

Para maior sucesso, a aplicação do *Baculovirus* deve ser realizada quando se encontra uma população de cinco a sete lagartas pequenas (até 2cm) por planta. No entanto, este número é flexível dependendo, principalmente, da idade e vigor das plantas. Plantas com idade inferior a cinco meses devem receber maior atenção, pois os prejuízos causados pelo mandarová podem ser maiores. A melhor época de controle é de até cinco dias após a emergência das lagartas ou quando as lagartas têm até 5cm de tamanho (segundo ou terceiro estágio). O controle não será satisfatório se a aplicação for realizada em lavouras com lagartas maiores do que 5cm (quarto ou quinto estágio).

A frequência de aplicação depende da reinfestação de *Erinnyis ello ello*. Se a pulverização for realizada corretamente, uma única aplicação durante o cultivo tem sido suficiente para controlar a praga.

A solução de *Baculovirus* pode ser misturada com espalhante adesivo, ou aplicada isoladamente. Misturas com piretróides para o controle de lagartas maiores do que 5cm têm-se mostrado eficientes no sentido de evitar a reinfestação da praga.

A dose de aplicação recomendada é de 20ml por ha do líquido obtido após a maceração das lagartas mortas por *Baculovirus* e sua filtragem. Esta dose é equivalente a 10 lagartas grandes (7 a 9cm) ou 22 lagartas pequenas (4 a 6cm). O líquido filtrado contendo *Baculovirus* é misturado com uma quantidade de água suficiente para molhar as plantas a serem pulverizadas.

#### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O custo de uma amostra (20ml) para produtores do Estado de Santa Catarina é de R\$2,50. Para produtores de outros Estados, o custo de cada amostra é de R\$6,50 (excluindo o custo de transporte).

Por ser uma praga cíclica, com grandes infestações geralmente ocorrendo de 2 em 2 anos e em regiões e locais diferentes, estima-se que no Estado de Santa Catarina o seu uso ocorra em 1% da área plantada (87mil ha). Nos Estados do Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o *Baculovirus* está sendo amplamente utilizado, como por exemplo, nas safras de 1995/96 e 1996/97. Nesses Estados estima-se o seu uso em mais de 2% da área plantada.

A eficácia do vírus no controle do mandarová, quando aplicado corretamente, é de 90 a 95%. O *Baculovirus* tem apresentado boa estabilidade, não mostrando mudanças no DNA de isolados utilizados e coletados periodicamente em Santa Catarina.

A partir de 1990, a incidência do mandarová-da-mandioca no Estado de Santa Catarina tem sido considerada baixa. O desaparecimento das grandes infestações que normalmente ocorriam principalmente no sul do Estado não mais foram constatadas nos últimos seis anos. Este fato provavelmente está relacionado ao uso do *Baculovirus* durante o período de 1984 a 1990, quando anualmente

foram realizadas pulverizações com esse microrganismo. Nestas áreas é encontrada uma maior incidência de ovos e lagartas parasitadas, como também uma maior ocorrência de lagartas infectadas por *Baculovirus*. O assunto foi discutido em reunião com técnicos do CIAT, os quais também relataram que na Colômbia, nas áreas onde o uso do *Baculovirus* foi realizado por vários anos seguidos, foi constatada baixa incidência da praga e, em algumas regiões, houve o desaparecimento do mandarová. Isso provavelmente está relacionado com a persistência e disseminação do vírus no ambiente, que mantém a praga sob controle.

As amostras de *Baculovirus erinnyis*, cada uma com dose equivalente para o uso em um hectare, têm sido comercializadas junto aos produtores e industriais que queiram iniciar o controle biológico, e produzir seu próprio material de estoque. Portanto, o *Baculovirus erinnyis* não tem sido comercializado em grande escala, por ser um produto de fácil multiplicação pelos próprios produtores. Em Santa Catarina, a comercialização do *Baculovirus erinnyis* na sua forma natural tem sido realizada pela Epagri. No Paraná, a comercialização está sendo realizada pela Secretaria de Agricultura do município de Paranavaí e pela Emater. Ainda, a Emater/MS, algumas indústrias produtoras de amido, como também algumas cooperativas, principalmente do Estado do Paraná, estão produzindo o *Baculovirus* em quantidade suficiente apenas para atender aos seus produtores. Todas as amostras são acompanhadas com folheto informativo sobre o produto e sua forma de aplicação.

Vários trabalhos de pesquisa vêm sendo desenvolvidos a fim de realizar a caracterização e a formulação do vírus. Até o presente momento não foram observados problemas na saúde humana ou no meio ambiente resultantes da utilização desse agente de controle biológico.

Com relação às limitações ao uso do *Baculovirus erinnyis*, pode-se citar: falta de formulação do vírus, falta de maior estoque do produto, deficiência na análise e controle de qualidade, coleta e armazenamento inadequados, e ausência de acompanhamento do material coletado e utilizado pelo produtor.

A perspectiva de uso do *Baculovirus erinnyis* nas esferas nacional e internacional é muito grande. Ele já é utilizado em lavouras de mandioca dos Estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Rio Grande do Norte e Espírito Santo, como também em países como Colômbia, Paraguai e Venezuela. Ataques constantes da praga são registrados principalmente nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, oeste e norte do Paraná e nos Estados do Nordeste. No Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o uso do *Baculovirus* é uma prática corrente, principalmente nas áreas de produtores que recebem assistência técnica das indústrias de fécula e de técnicos da Emater.

O Brasil tem uma área de 1.635.933 ha de mandioca (IBGE, 1999)<sup>9</sup>, sendo que todas as regiões produtoras estão sujeitas ao ataque do mandarová. Além da cultura da mandioca, esta lagarta também é considerada praga da seringueira. Assim sendo, há uma tendência à ampliação na utilização do *Baculovirus* para o controle dessa praga em seringueira.

## Controle biológico da cochonilha

### *Orthezia* sp. dos citros<sup>10</sup>

#### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A ortézia dos citros, *Orthezia praelonga* Douglas (Homoptera: Ortheziidae), apresenta grande capacidade de multiplicação e causa sérios danos à cultura dos citros, comprometendo, quando o nível de disseminação dentro da planta está muito alto, sua produção econômica. O controle atualmente recomendado, em Sergipe, tem sido o controle químico com o uso do Aldicarb® aplicado no solo, na dose de 6,75g/planta.

9 Fonte: Produção Agrícola Municipal (<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>).

10 Informações fornecidas por Luiz Mano Santos da Silva - Emdagro, Aracaju, SE.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

O controle biológico da ortézia tem sido realizado com o uso dos fungos entomopatogênicos: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc., *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch. Quanto à sua obtenção, o *Colletotrichum* cepa CTAA foi cedido pelo Dr. Charles F. Robbs, da Embrapa Agroindústria de Alimentos; enquanto que inóculos de *Beauveria* spp. cepas CPATC028 e CPATC032 foram obtidos da Embrapa Tabuleiros Costeiros.

O método de multiplicação dos fungos constitui-se da inoculação destes em arroz autoclavado, não havendo, contudo, uma formulação do produto disponível no mercado. As técnicas utilizadas foram obtidas na literatura e ensaios de pesquisa em campo para comprovação da eficiência dos fungos.

A aplicação dos fungos entomopatogênicos é feita com pulverizador costal ou tratorizado, no período de junho a setembro, preferencialmente no final da tarde. A quantidade aplicada é de 200g de arroz + esporos/20 litros de água, em mistura com óleo mineral a 1%, pulverizados em 4 plantas. A frequência de aplicação é de 1 a 2 vezes ao ano. Esse método de controle é utilizado devido ao seu baixo custo, ao menor risco para o homem e ambiente, e à sua alta eficiência no controle da ortézia, já comprovada em campo.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Os custos de aplicação do fungo são de aproximadamente R\$0,06/planta, sendo que a área tratada em 1997 foi de 4ha. A eficiência de controle da cochonilha é superior a 90%.

O produto ainda não está registrado para uso nos órgãos competentes, o que impede a sua comercialização e aplicação mais generalizada. Outra limitação para o uso do produto é que o Estado de Sergipe dispõe de laboratório com pequena capacidade de produção.

Há grande perspectiva de uso desses fungos, pois somente no Estado de Sergipe há 300 mil plantas de citros infestadas com ortézia. A citricultura do Rio

de Janeiro, da Bahia, de São Paulo e do Pará também tem muitos focos da praga, o que aumenta ainda mais a potencialidade de uso do controle biológico por esses fungos.

## Controle biológico do pulgão-do-fumo<sup>11</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

Até 1986, o pulgão verde, *Myzus persicae* (Sulzer), ocorria em fumo nos Estados Unidos, sendo que em 1987 foi descrita uma forma vermelha desse inseto que foi classificada como *Myzus nicotianae* Blackman. O mesmo fenômeno ocorreu no Brasil. O *Myzus nicotianae* tomou-se a praga mais importante no cultivo do fumo no país. Essa importância é devida aos danos diretos causados pela contínua sucção da seiva e pelo surgimento de fumagina resultante da secreção da seiva das plantas pelos pulgões. Os danos indiretos são resultantes da transmissão dos vírus PVY e CMV por esses insetos. O controle químico é realizado com aplicações de inseticidas à base de acefato (Orthene®) e nitroguanidina (Confidor®).

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

Entre dezembro de 1991 e janeiro de 1992 foi verificada a morte natural dos pulgões em algumas fazendas de produção de fumo nos Estados do Paraná e Santa Catarina, com evidentes sinais de que um fungo entomopatogênico estava envolvido no fenômeno. Nessas situações, o fungo mostrava um alto nível de controle do inseto. Após isolamento, o fungo foi identificado como sendo *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries.

Uma única aplicação do fungo entomopatogênico *C. cladosporioides* substituiu quatro aplicações do inseticida Orthene®. Outra vantagem é que após um

<sup>11</sup> Informações prestadas por Shinobo Sudo e E. Galina. Souza Cruz S.A. R&D, Av. Suburbana 2066, Rio de Janeiro, RJ.

período de aplicação do fungo não há necessidade de reaplicações, pois ele se estabelece e se dissemina naturalmente.

A multiplicação do agente de controle é realizada em sacos plásticos contendo arroz parboilizado cozido e esterilizado, com adição de 40% de água. Para a aplicação, deve ser preparada uma suspensão do fungo misturando os grãos de arroz com água.

Durante três anos, o fungo foi multiplicado e distribuído gratuitamente pela empresa Souza Cruz aos produtores de fumo (500g/ produtor), num total de 5.000kg por ano. Como em muitos locais o fungo se estabeleceu, não havendo necessidade de reaplicações, a empresa não multiplica mais o fungo. Outro motivo do abandono temporário da técnica foi a introdução do inseticida à base de nitroguanidina (Confidor®), que além de outras pragas também controla o pulgão.

O equipamento utilizado para a aplicação do fungo é o pulverizador costal, no momento em que a cultura apresenta 1% de plantas atacadas. A aplicação deve ser dirigida às plantas atacadas pelo pulgão, mas não há necessidade de aplicação em área total, pois ocorre a disseminação natural do fungo para as demais áreas da lavoura. O fungo é aplicado isoladamente, ou seja, sem mistura com outros produtos químicos, em uma única aplicação no ciclo da cultura, visando-se somente as plantas atacadas por pulgões. A quantidade aplicada é de 100g/20 litros de água, o que representa uma concentração de aproximadamente 108 unidades formadoras de colônias/ml.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Para a avaliação da eficiência de controle pelo patógeno deve-se verificar se, após um a três dias da sua aplicação, os pulgões param de se alimentar e de se locomover, devendo estar mortos após uma semana da pulverização.

No período em que foi utilizado, foram tratados aproximadamente 20.000ha/ano nas regiões úmidas do Rio Grande do Sul (Lajeado, Santa Cruz do Sul) e Santa Catarina (litoral até Rio do Sul). A eficiência de controle é de 100% quando a umidade relativa é maior que 80%, o que exige que a aplicação seja feita em dias nublados ou no final do dia, dependendo da região.

Essa técnica foi desenvolvida pela Souza Cruz, com o objetivo de reduzir o uso de inseticidas em fumo e a conseqüente contaminação do ambiente, promovendo o bem-estar dos produtores e dos consumidores, além de reduzir o custo de controle da praga. Mas com a disponibilização do inseticida à base de nitroguanidina no mercado, que entre outras pragas controla o pulgão, a técnica deixou de ser utilizada.

Cabe ressaltar que esse fungo é eficiente contra pulgões que atacam outras plantas, havendo necessidade de se conhecer e viabilizar o seu uso em outras situações.

## Controle biológico da broca ou moleque-da-bananeira<sup>12</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A broca do rizoma, *Cosmopolites sordidus* Germ., vulgarmente conhecida por moleque, é uma praga disseminada por todas as regiões do Brasil. Constitui-se em um dos piores inimigos da bananeira. O adulto é um pequeno besouro que mede cerca de 11mm de comprimento por 4mm de largura, com coloração preta uniforme.

O moleque-da-bananeira é geralmente controlado pela utilização de iscas de pseudocaulis cortados longitudinalmente ao meio, tratados com inseticidas e colocados com a parte cortada para baixo, entre as touceiras de plantas. Utiliza-se uma isca-armadilha de 50cm para cada 5m<sup>2</sup> de cultura.

---

<sup>12</sup> Informações obtidas de Vanildo A. Leal B. Cavalcanti, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, Recife, PE.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

O controle biológico do moleque-da-bananeira pode ser feito com o uso do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, que foi coletado em diferentes regiões do Estado de Pernambuco.

A produção massal do fungo é realizada em meio de cultura constituído de arroz e água colocado em sacos de polipropileno autoclavado, que após o resfriamento à temperatura ambiente é inoculado com uma suspensão fúngica proveniente de uma matriz produzida em garrafas de Roux. Essa técnica foi desenvolvida pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, Recife, PE (maiores informações podem ser obtidas com o Dr. Gilson Melo).

A aplicação do fungo pode ser feita de duas formas: por meio de iscas de pseudocaulo ou pulverização do “lixão” entre as ruas do bananal. Recomenda-se a sua aplicação somente quando a população do inseto atinge 5 adultos/isca, o que representa de 4 a 6 aplicações por ano. A suspensão fúngica é aplicada isoladamente, com a adição de espalhante adesivo.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O custo de aplicação do fungo é de aproximadamente R\$4,50/kg, adicionado do custo da mão-de-obra de aplicação.

O fungo pode ser adquirido diretamente no IPA, Recife, PE. Dependendo da época do ano o fungo pode ser prontamente encontrado; caso contrário, a produção é ativada sob encomenda do cliente. A eficiência de controle proporcionada pelo método está entre 35 e 60%.

Os motivos que levaram à utilização dessa técnica de controle são vários, destacando-se entre eles: existência de resistência do moleque-da-bananeira a alguns inseticidas, facilidade de introdução do fungo e conservação ambiental que a técnica proporciona. A principal limitação ao uso mais generalizado dessa tecnologia diz respeito à dificuldade dos agricultores em aceitar e introduzir novas tecnologias em seu sistema de produção.

## Controle biológico da broca-do-café<sup>13</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), é um pequeno besouro que ataca os frutos de café em todos os estádios: verde, maduro e secos com teor de umidade em torno de 14%. Os prejuízos resultam na queda de frutos, perda de peso e da qualidade, alterando a bebida e a classificação do tipo do café.

Apesar de infestar todas as espécies de café, o conillon (*Coffea canephora* Pierre) é mais atacado do que o arábica (*Coffea arabica* L.), a exemplo do que ocorre na região norte do Estado do Espírito Santo, onde se cultiva a primeira espécie e a broca constitui-se no principal problema fitossanitário. Este fato é devido principalmente ao clima que favorece o seu desenvolvimento e à desigualdade de maturação dos frutos que fornece alimento durante um período maior de tempo, causando danos elevados.

O controle convencional no Estado do Espírito Santo é feito com o uso do inseticida clorado endossulfam.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

A vespa-de-Uganda, *Prorops nasuta* Waterson, foi importada de Kampala, Uganda, em 1929, e foi utilizada no controle biológico da broca-do-café durante o período de 1933 a 1940, sendo posteriormente abandonada e substituída pelos produtos químicos. A partir de 1990 foi detectada a sua ocorrência natural no Estado do Espírito Santo, passando-se então a multiplicá-la em laboratório e a liberá-la em algumas propriedades para reduzir a infestação da broca-do-café.

Por sua vez, a vespa-da-Costa-do-Marfim, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, foi importada da Colômbia pela Empresa Capixaba de

---

<sup>13</sup> Informações prestadas por Vera Lúcia R Machado Benassi (Emcaper), EEL - Linhares, ES.

Pesquisa Agropecuária - Emcapa<sup>14</sup>, em 1994, por intermédio do Laboratório de Quarentena "Costa Lima", da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Os parasitóides citados são multiplicados em laboratório na própria broca-do-café, que é criada em frutos frescos no período da safra e em frutos secos com pergaminho, no período da entressafra. Algumas tentativas têm sido feitas no sentido de utilizar dieta artificial para a multiplicação das brocas, mas ainda falta conhecimento para isso.

Para liberação no campo, os parasitóides são levados à cultura dentro dos próprios frutos onde se criaram, os quais são acondicionados em sacolas de filó. Esses agentes são liberados no campo durante o período de entressafra do café para redução da população da broca que permaneceu na área, e no período do início da maturação dos frutos, quando a broca já esteja ovipositando. Geralmente, são realizadas três liberações por ano, de acordo com a porcentagem de frutos atacados ou brocados. Quando, no início de maturação dos frutos, houver uma ocorrência de cerca de 0,06% de frutos brocados, libera-se 6.000 vespas/ha.

O grande impulso ao desenvolvimento dessa técnica deveu-se ao fato de, em 1985, ter sido proibido o uso do produto recomendado para o controle da broca, endosulfam, no Estado do Espírito Santo. Isto porque esse inseticida, além de pertencer ao grupo dos clorados, estava causando problemas de intoxicação a aplicadores e animais. Assim, por solicitação dos cafeicultores, foi iniciado um estudo pela Emcapa em busca de alternativas de controle da broca. Desde então, essa técnica foi desenvolvida e aprimorada por meio de projetos de pesquisa conduzidos, durante 11 anos, por essa instituição.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Em 1997, a área em que se utilizava os parasitóides para o controle da broca-do-café era de 15ha. Nessa área, pode-se constatar, no primeiro ano da

---

<sup>14</sup> Atualmente, Emcaper – Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, Linhares, ES.

liberação da vespa-de-Uganda, uma média de infestação da broca de 14,33%. No terceiro ano, a média de frutos brocados caiu para 0,88%, onde se conclui que o agente foi promissor na redução da população da praga.

Apesar de existirem dois laboratórios que receberam treinamento da Emcapa e exemplares das vespas para iniciarem a criação, um localizado em um colégio agrícola e outro em uma cooperativa de cafeicultores, ainda não há disponibilidade dos parasitóides no mercado para aquisição pelos cafeicultores.

A área cultivada no Espírito Santo com café conillon é extensa, sendo o Estado o primeiro produtor nacional do produto. Como a porcentagem de frutos brocados é grande, para o controle biológico ser efetivo e abrangente há a necessidade de se incrementar a estrutura física e os recursos humanos para que sejam aprofundados os conhecimentos em relação a esta tecnologia. Apoio também deve ser dado às entidades envolvidas com a cafeicultura para a implantação de mais laboratórios multiplicadores dos agentes biológicos de controle da broca.

Devido à grande difusão do método biológico de controle da broca-do-café e o próprio interesse dos cafeicultores em preservar a sua saúde e o ambiente, as perspectivas de implantação na região são grandes, mas não há oferta suficiente de parasitóides para atender toda a demanda. Portanto, recomenda-se incentivar a construção de pelo menos um laboratório para produção das vespinhas por município produtor de café, para atender aos cafeicultores.

## Controle biológico da mosca-dos-chifres em gado de corte<sup>15</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

A mosca-dos-chifres, *Haematobia irritans* (L.), é um inseto hematófago, pouco menor do que uma mosca doméstica, que só deixa o seu hospedeiro, preferencialmente bovino, durante uns poucos minutos para realizar a postura

---

<sup>15</sup> Informações prestadas por Willson Werner Koller, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

nas fezes do próprio hospedeiro. Alimenta-se várias vezes ao dia, submetendo os animais a dolorosas picadas, causando-lhes perturbações que interferem na sua alimentação e, com isso, causa prejuízo na produção de leite ou carne.

De procedência europeia, a mosca foi introduzida nos EUA há mais de cem anos, de onde alastrou-se para o resto do continente americano, tendo entrado no país há cerca de duas décadas. As regiões de clima tropical ou subtropical, ou seja, praticamente todo o território nacional, são favoráveis ao desenvolvimento dessa praga. O controle convencional é realizado por meio de inseticidas organofosforados e piretróides, aplicados na forma de pulverizações, banhos de imersão ou pour-on, ou com a colocação de brincos impregnados com inseticida.

A *Haematobia irritans*, a exemplo de muitas outras pragas, apresenta uma rápida seleção para resistência aos mais diversos inseticidas em uso, principalmente devido à não observância das doses recomendadas (quantidade do princípio ativo/solução indicada por animal ou peso vivo), bem como à aplicação sistemática de produtos sanitários sem a devida necessidade.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

A técnica alternativa utilizada é o controle biológico por meio da liberação do besouro africano, *Onthophagus gazella* Fabr. (Coleoptera: Scarabaeidae), que não atua como predador, mas sim enterra porções de fezes contendo ovos ou larvas de insetos-pragas até profundidades em que a maioria destes não consegue voltar à superfície.

Ele foi inicialmente introduzido pela Austrália e depois pelos EUA. A Embrapa Gado de Corte importou esse organismo, em outubro de 1989, do USDA (Departamento de Agricultura dos EUA), conforme autorização da Portaria nº 28, de 22.07.1988, da Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal, modificada pela SDSV. Após o cumprimento do período de quarentena, os besouros foram multiplicados naquele Centro da Embrapa, em condições de laboratório, utilizando-se dieta natural (fezes bovinas).

A introdução desta espécie de besouro coprófago teve como base as informações existentes na literatura produzida nos países que o importaram há mais tempo, comparando-as com muitas outras espécies e considerando suas exigências biológicas. As técnicas de multiplicação e uso foram igualmente adaptadas daquelas já relatadas na literatura.

O *Onthophagus gazella* contribui para a rápida reciclagem e melhor aproveitamento dos nutrientes contidos nas fezes bovinas, aumentando a aeração do solo, a quantidade de matéria orgânica incorporada ao solo e a população de minhocas. São também responsáveis pela redução de larvas de parasitas gastrointestinais de bovinos (nematóides endoparasitas), cujos ovos são expelidos junto com as fezes bovinas e nelas evoluem até a condição de larvas infectantes.

A criação do besouro é relativamente simples. Os cuidados principais dizem respeito à necessidade de aquecimento, quando houver queda de temperatura, e à prevenção contra o excesso de umidade. Para a sua criação, bastam uma sala com prateleiras ripadas, baldes plásticos com tampa (na qual se recorta uma abertura e coloca-se uma tela), peneiras para solo, pás, etiquetas, potes vazios de margarina e cubas plásticas. Em baldes plásticos com capacidade de 15 a 20 litros, coloca-se o solo (previamente peneirado e umedecido), deposita-se fezes na superfície do solo, e coloca-se os besouros, tapando-se o balde em seguida. O número de casais a ser utilizado é de um para cada três litros de solo no recipiente. Não se recomenda exceder este número, pois nesse caso, será menor a produção de “peras” e o enterramento de fezes. Os besouros devem ser alimentados diariamente com 300g de fezes/balde com 5 casais, até o décimo dia pós-acasalamento.

Passado esse período, retira-se qualquer material fecal ainda presente na superfície dos baldes, peneirando-o para coletar eventuais besouros que aí se encontrem. Em seguida, enterram-se as armadilhas nos baldes com a borda ao nível do solo, e coloca-se uma quantidade pequena de fezes em seu

interior (menos da metade da altura da armadilha). As armadilhas são trocadas diariamente após a coleta dos “besouros pais”, separando-os para novo acasalamento. Normalmente, a recuperação dos besouros é feita em três dias, mas se isto não ocorrer, deixa-se a armadilha durante cinco dias no balde, independente da recuperação total. No 15º dia pós-acasalamento, retira-se a armadilha. Nesta etapa, o balde contém apenas as “peras” de reprodução (segunda geração). Se o solo estiver seco é necessário umedecê-lo. Não mexer no balde até o 29º dia, ocasião em que se coloca novamente uma armadilha com fezes para a recuperação dos “filhos”, ou 2ª geração. A eclosão inicia-se em torno do 30º dia, podendo se estender até o 40º dia, dependendo da temperatura. Diariamente, são trocadas as fezes da armadilha, coletando-se os besouros, separando-os por sexo e identificando-os com a data de nascimento. Após o início da eclosão é necessário dar um prazo mínimo de 10 dias para então peneirar todo o solo do balde. Se eventualmente um balde for peneirado e ainda houver “peras” de gestação com larvas ou pupas, arrumá-las em recipientes intercalando-se camadas de solo (2cm) e de “peras”. Diariamente, os machos e fêmeas recuperados são alimentados e a partir do 5º dia da eclosão, são acasalados, iniciando-se um novo ciclo.

Quando a criação do besouro estiver estabelecida, liberar no campo todo o excedente da criação. Não há um equipamento específico para a liberação de *Onthophagus gazella* no campo. Eles são transportados até o local em caixas de papelão e despejados diretamente sobre massas fecais num único ponto. Recomenda-se a liberação de em torno de 30 a 80 casais do besouro por local. Como se trata de inseto de ciclo curto (30-35 dias) e altamente prolífico (80 descendentes por casal), a sua multiplicação será rápida, desde que condições favoráveis ao seu desenvolvimento estejam presentes, deslocando-se ativamente e povoando toda a vizinhança, podendo alastrar-se por alguns quilômetros a cada ano. Isto significa que não há necessidade de liberá-lo a distâncias inferiores a 10km de onde ele já se encontra presente.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

Atualmente, o besouro africano se encontra presente desde o norte do Paraná até o extremo norte do país, não se desenvolvendo em clima frio ou excessivamente seco.

Durante o período quente e chuvoso do ano, sua população pode remover totalmente as massas fecais bovinas de tamanho médio, em 24 horas. A técnica do uso de coleópteros coprófagos na incorporação/desestruturação de massa fecal representa a forma mais econômica e prática para a redução da massa fecal nas pastagens, embora não existam dados sobre os custos de sua utilização prática.

Para a transferência dessa tecnologia, foram integradas associações de criadores e sindicatos rurais nos municípios e estados interessados. Assim, além de treinamentos formais, foram distribuídos lotes de casais do besouro para que aquelas organizações, por meio do acesso e domínio da metodologia de criação e demais informações técnicas, multiplicassem os insetos e os distribuíssem entre os seus associados. Desse modo, a distribuição do besouro deu-se em tempo recorde e não implicou a montagem de infra-estrutura para sua criação massal. Não houve, por parte do Embrapa Gado de Corte, a prática da venda desses besouros e pode-se dizer que, atualmente no Brasil, ele se encontra presente na maioria das regiões favoráveis ao seu desenvolvimento e sobrevivência.

No que se refere às limitações ao uso dessa técnica, cabe ressaltar que as espécies coprófagas nativas de tamanho grande ou médio (incluindo o *Onthophagus gazella*) são em sua maioria de hábito noturno e são insuficientes para removerem as massas fecais presentes nas pastagens. Além disso, o uso abusivo de agrotóxicos vem provocando desequilíbrios biológicos da entomofauna fecal bovina, com destaque aos besouros coprófagos, besouros predadores (Histeridae: Staphylinidae), vespas parasitóides (microhimenóptera) e outros inimigos naturais de diferentes pragas de interesse veterinário. Portanto, há necessidade de introduzir

novas espécies coprófagas de hábito diurno, uma vez que a eficiente e rápida remoção das massas fecais das pastagens são interessantes do ponto de vista sanitário, da fertilidade do solo e do melhor aproveitamento da pastagem. Deve-se introduzir também medidas que limitem o uso de agrotóxicos e de outros químicos usados no controle de parasitoses bovinas que deixem resíduos tóxicos nas massas fecais, de modo que os inimigos naturais das pragas bovinas ali presentes possam ser preservados e desempenhem o seu papel.

## Controle biológico da vespa-da-madeira em espécies de *Pinus*<sup>16</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

O Brasil possui cerca de 6 milhões de ha reflorestados, dos quais aproximadamente 2 milhões são ocupados com espécies de *Pinus*. Desse total, na região Sul concentra-se 1 milhão de ha plantados basicamente com as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Grande parte desses plantios foram implantados com um número restrito de espécies e com alta densidade, utilizando-se regimes inadequados de manejo florestal. Essas características proporcionaram as condições ideais para o aparecimento de surtos de pragas e doenças.

O fato que despertou o setor florestal brasileiro para a necessidade de prevenir e monitorar a presença de pragas em povoamentos de *Pinus* foi o registro, em 1988, da espécie *Sirex noctilio* Fabr. (Hymenoptera: Siricidae), vespa-da-madeira, no Estado do Rio Grande do Sul. Atualmente, ela está presente em cerca de 350.000ha, tendo avançado nos Estados de Santa Catarina e Paraná. Uma estimativa de perdas indica que esta praga pode provocar um prejuízo de US\$6,6 milhões anuais, se medidas de controle não forem adotadas.

Na região de sua origem – Europa, Ásia e Norte da África –, a vespa-da-madeira é uma praga secundária, porém, nos países onde foi introduzida, como

---

<sup>16</sup> Informações prestadas por Susete do Rodo Chiarello Penteadó e Edson Tadeu Iede, pesquisadores da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

Nova Zelândia, Austrália, Uruguai, Argentina e Brasil e mais recentemente, África do Sul, tornou-se a principal praga das florestas de *Pinus*.

A utilização de agentes de controle biológico é a medida mais eficaz para o controle da vespa-da-madeira, destacando-se a ação de *Deladenus siricidicola* (Nematoda: Neotylenchidae), um nematóide que esteriliza as fêmeas, e de insetos parasitóides de ovos e larvas da vespa-da-madeira. Também, as experiências bem sucedidas na Austrália indicam que o manejo florestal associado à utilização de agentes de controle biológico podem manter a praga sob controle.

Assim, face à ameaça dessa praga ao patrimônio florestal brasileiro, foi criado, em 1989, o Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (Funceme), com a integração da iniciativa privada e órgãos públicos, para dar suporte ao Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM). Este programa contempla atividades de pesquisa para a geração e adaptação de tecnologias para o controle da vespa-da-madeira, sendo que, em uma primeira fase, priorizou-se a introdução e liberação do nematóide *Deladenus siricidicola*. O PNCVM contempla ainda as seguintes ações: 1) monitoramento para a detecção precoce e dispersão da praga por meio da utilização de árvores-armadilha, consistindo no estressamento de árvores com a utilização do herbicida Dicamba, a fim de atrair os insetos; 2) adoção de medidas de prevenção, pela atualização do manejo florestal, principalmente pela realização de desbastes, visando a melhoria das condições fitossanitárias dos plantios; 3) adoção de medidas quarentenárias, visando controlar e retardar, ao máximo, a dispersão da praga; 4) introdução dos parasitóides *Ibalia leucospoides* (Hoch.) (Hymenoptera: Ibalidae), *Rhyssa persuasoria* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Megarhyssa nortoni* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) com o objetivo de aumentar a diversidade de inimigos naturais; e 5) ações de divulgação, pela utilização da mídia e de pesquisadores envolvidos, com um amplo programa de treinamento e palestras para produtores e técnicos, propiciando a capacitação e a obtenção das informações pela comunidade.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

Na realidade não se trata de um método alternativo, pois o controle biológico tem sido a única possibilidade viável para o controle da vespa-da-madeira. Os agentes de controle biológico, *Deladenus siricidicola* e os parasitóides *Ibalia leucospoides*, *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria* são originários da Europa, Ásia e norte da África, tendo sido introduzidos na Austrália para o controle da vespa-da-madeira. Em 1990, a Embrapa Florestas fez a primeira importação do nematóide, do *Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation* (Csiro), Austrália, seguindo os procedimentos legais e obtendo junto ao Ministério da Agricultura a permissão para a sua introdução no país. O parasitóide *Ibalia leucospoides* foi introduzido naturalmente junto com seu hospedeiro, sendo detectado no Brasil em 1989. Por sua vez, *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria* foram introduzidos da Tasmânia, em 1996.

O parasitóide *Ibalia leucospoides* apresenta uma rápida dispersão e adaptação no campo, por isso, não são realizadas criações em laboratório para a sua liberação no campo. Algumas empresas têm feito a transferência de toretes de áreas com níveis mais altos de parasitismo para áreas com níveis mais baixos. Por outro lado, os parasitóides *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria* estão sendo criados massalmente na Embrapa Florestas para posterior liberação em áreas atacadas pela praga.

No processo de criação do nematóide, é necessária a produção de placas de cultura (placas-mãe). Estas contêm Batata-Dextrose-Agar (BDA) como meio de cultura, o fungo simbiote *Amylostereum areolatum* (Fr.) Boidin e o nematóide *Deladenus siricidicola*. As placas são mantidas em estufa incubadora BOD por cerca de 15 dias, quando então são utilizadas na produção de novas placas-mãe, assim como na produção de frascos de criação massal.

Nesse processo de criação, são utilizados dois meios de cultura diferentes: BDA, na produção de placas-mãe, e trigo em grão, na criação massal. Ambos devem ser preparados com antecedência, a fim de poderem ser descartados caso

ocorra alguma contaminação. As placas-mãe que apresentam condições ideais são repicadas para frascos de criação massal contendo grão de trigo esterilizado como meio de cultura. Essa operação é realizada em ambiente asséptico, em capela de fluxo laminar. Os frascos de criação massal são mantidos em sala com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade de  $70 \pm 10\%$  e no escuro, por um período médio de 38 dias.

Após o período de incubação, os frascos passam por um processo de lavagem com água destilada para a retirada dos nematóides, obtendo-se as doses que serão enviadas aos produtores. Cada dose de 20ml contém, aproximadamente, um milhão de nematóides. As doses têm período de validade de 7 dias e devem ser mantidas em geladeira a uma temperatura entre  $5$  e  $8^\circ\text{C}$  até a sua utilização.

Os equipamentos necessários para a aplicação dos nematóides no campo são: moto-serra, martelo especial, frasco aplicador e inóculo (nematóide + gelatina). Os nematóides são aplicados nas árvores atacadas entre março e agosto, época de maior ocorrência de larvas e de condições de umidade mais adequadas ao seu desenvolvimento. Aplicam-se os nematóides em 20% das árvores atacadas em um talhão, sendo que cada árvore é inoculada uma única vez.

Para a inoculação dos nematóides em árvores atacadas pela vespa-da-madeira, prepara-se uma gelatina na concentração de 10%, a qual é adicionada uma certa quantidade de doses, dependendo do número de árvores a serem inoculadas. A gelatina tem a função de garantir a hidratação dos nematóides até que estes penetrem no interior da madeira. Esta solução de gelatina com as doses de nematóides é denominada de inóculo. Para o transporte ao campo o inóculo é transferido para um saco plástico resistente e colocado em uma caixa de isopor com gelo. A temperatura do interior da caixa deverá ser mantida entre  $5$  e  $15^\circ\text{C}$ . O inóculo é transferido para um frasco aplicador e introduzido nos orifícios dos troncos, conforme descrição a seguir.

As árvores selecionadas para inoculação são aquelas recentemente mortas devido ao ataque da vespa-da-madeira, que apresentam a copa amarelada, respingos de resina no tronco, ausência de orifícios de emergência de adultos e que apresentam um teor de umidade em torno de 50% (baseado no peso seco).

As árvores são derrubadas, desgalhadas e, com o auxílio de um martelo especial, são realizadas perfurações a uma profundidade de cerca de 10mm, a cada 30cm de tronco. Em árvores com diâmetro de até 15cm, é realizada apenas uma fileira de orifícios. Em árvores com diâmetro superior a 15cm, são realizadas duas fileiras de orifícios, na posição “dez para as duas”. A inoculação deve ser realizada ao longo do tronco, até este apresentar um diâmetro mínimo de 8cm.

O martelo utilizado para a adaptação do inóculo apresenta uma ponteira de aço (vasador), a qual é responsável pelo corte da madeira. Estas ponteiras devem estar sempre bem afiadas, pois é necessário que as perfurações no tronco sejam perfeitas, para facilitar a penetração dos nematóides.

A temperatura ambiente, durante o período de aplicação, deve estar entre 7°C e 20°C. Fora desses limites pode ocorrer grande mortalidade dos nematóides, pois altas temperaturas tendem a derreter a gelatina rapidamente, antes que os nematóides tenham penetrado mais internamente na madeira, enquanto que baixas temperaturas podem congelar o inóculo.

Muitos desses detalhes técnicos foram obtidas por consultorias prestadas por pesquisadores australianos.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O orçamento anual do Funceme é, em média, de R\$ 40.000,00, sendo este valor rateado entre as empresas participantes do Fundo (mais de 100 empresas), em função da área plantada com *Pinus*. Sabendo-se que a estimativa de perda é da ordem de US\$ 6,6 milhões/ano, pode-se verificar que o controle apresenta um baixíssimo custo relativo.

As doses contendo nematóides e parasitóides são distribuídas gratuitamente aos produtores com plantios de *Pinus* atacados pela vespa-da-madeira, desde que contribuam mensalmente para o Funceme.

As doses de nematóides são produzidas exclusivamente pela Embrapa Florestas e estão disponíveis para uso durante março a agosto (época

recomendada para a aplicação em campo). São produzidas, anualmente, uma média de 8.000 doses, as quais são suficientes para atender a demanda, podendo esta produção ser aumentada caso seja necessário.

A Embrapa Florestas mantém culturas do nematóide desde 1990 e, no período de 1990 a 2001, produziu cerca de 90.000 doses, as quais foram suficientes para o tratamento de 900.000 árvores. O nematóide apresenta uma eficiência de controle média de 70%, podendo chegar a 100%.

O parasitóide *Ibalia leucospoides* foi encontrado em todas as áreas onde há a presença de seu hospedeiro. Por sua vez, o parasitóide *Megarhyssa nortoni* foi liberado pela primeira vez, em 1998 e *Rhyssa persuasoria*, em 1999. As liberações ainda estão restritas a pequenas áreas. Os níveis de parasitismo têm variado de 20 a 50%, sendo que as três espécies juntas podem controlar até 40% da população da praga.

As pessoas que realizam as atividades de controle da vespa-da-madeira, bem como os técnicos do Ministério da Agricultura que trabalham na área de fiscalização, são periodicamente treinados pela Embrapa Florestas sobre técnicas de identificação, prevenção e controle da vespa-da-madeira.

Para acompanhar a eficiência de controle do nematóide e dos insetos parasitóides, anualmente são coletadas amostras (toretas) de *Pinus*, em diferentes municípios. Na Embrapa Florestas, as amostras são acondicionadas em gaiolas teladas, e os insetos adultos (praga e parasitóides) são coletados e contados. Em seguida, os adultos da vespa-da-madeira são avaliados sob microscópio estereoscópico para se verificar a presença de nematóides em seu aparelho reprodutor.

Essa técnica apresenta uma boa perspectiva de uso, pois, atualmente, em 98% da área afetada pela vespa-da-madeira utiliza-se a medida de controle preconizada. Portanto, justifica-se o uso generalizado da técnica por ela ser a única alternativa viável, e por apresentar alta eficiência e baixo custo.

Porém, a maior limitação para a sua utilização é a necessidade de treinamento das pessoas que a utilizam.

## Controle biológico da mosca-de-renda-da-seringueira<sup>17</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

O percevejo-de-renda ou mosca-de-renda-da-seringueira, *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Hemiptera: Tingidae), é a praga mais importante da seringueira. É originária da Amazônia úmida e foi introduzida nas regiões Centro-Oeste e Sudeste por meio de caminhões transportadores de coágulos e outros tipos de borracha. No Estado de Mato Grosso, até 1990, seu controle era exclusivamente químico com o uso de produtos à base de monocrotofós, metamidofós e endossulfam e uma média de 10 a 12 pulverizações anuais, utilizando pulverizadores tratorizados ou avião, na dose de 1,0 a 1,5kg de produto/ha por aplicação. Esse tratamento induz, freqüentemente, a ataques severos de ácaros e mandarová na seringueira.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível<sup>18</sup>

Os agentes utilizados no controle biológico da mosca-de-renda são os fungos *Sporothrix insectorum* Hoog, originário da Amazônia Ocidental e coletado no Estado do Amazonas, e *Hirsutella verticillioides* Charles, coletado na Guiana Francesa. Esse método de controle foi desenvolvido pela Embrapa Cerrados e Embrapa Amazônia Ocidental.

Ambos os fungos podem ser multiplicados em arroz inteiro ou quirera, farelo de soja, farelo de trigo, torta de mamona ou pipoca processada, previamente esterilizados a 120°C e 1 atm de pressão, por 30min, em recipientes de vidro ou

<sup>17</sup> Informações prestadas por Nilton T. V. Junqueira, pesquisador Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

<sup>18</sup> Equipe de pesquisadores envolvidos: Nilton Tadeu Vilela Junqueira, Embrapa Cerrados, Eurico Pinheiro, Embrapa Amazônia Oriental, Pedro Celestino Filho, Embrapa Amazônia Oriental, Ailton Vitor Pereira, Embrapa Cerrados e Luadir Gaspariôfo, Embrapa Amazônia Ocidental.

sacos de plástico termo-estáveis. Esses fungos são comercializados e utilizados na forma de conídios (forma imperfeita). Para fins comerciais, são acondicionados em sacos termo-estáveis de plástico transparente, com capacidade de 250g a 1kg.

Para a aplicação dos fungos no campo, os equipamentos mais utilizados são os pulverizadores tipo canhão ou turbinados tratorizados. Os pulverizadores costais manuais ou motorizados podem também ser utilizados, dependendo da altura das árvores. A pulverização geralmente é feita a partir de setembro ou outubro, no fim do dia, desde que a umidade relativa do ar noturna esteja superior a 75% e quando há pelo menos um inseto adulto por folha. A infestação da mosca-de-renda tem início em setembro ou outubro, ou seja, um a dois meses após a renovação foliar e pode se prolongar até o próximo período de renovação foliar, que ocorre de julho a agosto do ano seguinte. Se a infestação for alta, ocorre um desfolhamento precoce ainda em janeiro e fevereiro, facilitando o ataque do *Microcyclus ulei* (Henn), fungo que causa o mal-das-folhas.

Se as condições climáticas forem favoráveis, ou seja, se principalmente a umidade relativa do ar for maior que 75%, é necessária apenas uma aplicação de fungos. Após esta, os fungos se estabelecem na plantação, controlando eficientemente a praga. Quanto mais alta a umidade relativa do ar na plantação, maior a eficiência de controle exercido pelos fungos.

Geralmente aplica-se os dois fungos, *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioides*, misturados. Em São José do Rio Claro, MT, os produtores acrescentam ainda esporos de *Hansforsia pulvinata* para controlar o mal-das-folhas. Recomenda-se a utilização de 1kg de inóculo (esporos, micélio + arroz) para 15 litros de água, que é a quantidade mínima necessária para a aplicação em 1ha, pulverizando-se ao acaso, pelo menos 15 plantas infectadas em cada grupo de 400 a 500. Após a infecção, o fungo se dissemina rapidamente na área.

## Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

A eficiência desses fungos tem sido acompanhada nos Estados de Mato Grosso e Goiás, por pesquisadores da Embrapa Cerrados e do Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento (Cirad - França) e por técnicos da empresa E. Michelin.

Estima-se que até o momento 30.000ha de seringueira são tratados anualmente. Desse total, 18.000ha estão localizados em São José do Rio Claro, MT; 8.000ha na E. Michelin, em Rondonópolis, MT; 1.000ha na Agropecuária Noroeste - Fazenda Tanguro, Canarana, MT; e os outros 3.000ha nos municípios de Barra do Bugres - MT, Poconé, MT; Pontes e Lacerda, MT e Palmeira de Goiás.

A eficácia de controle com o uso dos fungos varia com as condições do ambiente. Se a umidade relativa do ar a partir de outubro for alta, as eficiências técnicas e biológicas são altas<sup>19</sup>. No caso da mosca-de-renda da seringueira, a eficiência biológica dos fungos *Sporothrix* e *Hirsutella* geralmente chega a 90-100% de janeiro ou fevereiro. No entanto, a eficiência técnica ou econômica, medida pelo percentual de branqueamento ou redução no nível de clorofila causados pelo ataque da praga, estimado com base em escala diagramática, raramente ultrapassa 60%, mesmo naqueles anos em que a eficiência biológica chega a 100% em fevereiro. Cabe ressaltar que a eficiência técnica máxima obtida com a aplicação de inseticidas está em torno de 80%.

A comercialização dos fungos é feita em sacos plásticos com capacidade de 250 a 500g, que duram até 15 dias, se mantidos em condições ambientes. Se mantidos em câmara fria podem durar até 35 dias. O custo de 1kg de inóculo está em torno de R\$2,00.

---

<sup>19</sup> Entende-se como eficiência biológica a capacidade com que o agente de controle destrói o seu inimigo (praga ou patógeno). No caso, é medida pelo percentual de insetos mortos pelos fungos. A eficiência técnica ou econômica é a capacidade do agente de controle biológico de reduzir os danos causados pela praga ou doença. Ela é medida com base na incidência ou severidade de determinada doença e pelo índice de danos causados pela praga ou inseto que se deseja controlar.

As principais vantagens do uso desse método de controle são a redução de custo de controle da praga e redução na poluição ambiental, diminuindo o desequilíbrio biológico e riscos para o trabalhador que passa grande parte do tempo no interior do seringal. A E. Michelin, por exemplo, obteve redução de 75% no custo do controle da mosca-de-renda, após a introdução desses fungos em seus seringais. Entretanto, ainda são necessárias pesquisas no sentido de aumentar a eficiência técnica, diminuir os custos de produção massal do inóculo e selecionar cepas mais agressivas e adaptadas ao Estado de São Paulo e, futuramente, à Bahia.

O principal problema para o uso desses fungos é a falta de seu registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Meio Ambiente (Ibama) e Ministério da Saúde.

Quanto às perspectivas de uso desse método de controle, pode-se prever que a mosca-de-renda deverá afetar, a médio ou longo prazos, todas as plantações de seringueira do Brasil e até de outros países. Dessa forma, acredita-se que tais agentes de controle poderão ser utilizados em mais de 120.000ha de seringueira só no Brasil, pois sua disseminação é certa e rápida. O *Hirsutella verticillioides* também tem ação sobre o ácaro da seringueira e da mandioca, mas para esses casos ainda não foram realizados estudos mais detalhados, principalmente para a obtenção de cepas mais agressivas, para a avaliação da sua epidemiologia (epizootiologia) e para a identificação de substratos mais eficientes.

Atualmente, três laboratórios produzem esses fungos:

- ♦ Laboratório da Estação de Aviso Fitossanitário de São José do Rio Claro, MT.
- ♦ Laboratório da Plantação E. Michelin, em Rondonópolis, MT, que produz os fungos para uso próprio e para heveicultores integrados.
- ♦ Laboratório da Fazenda Triângulo Agroindustrial, MT, que produz para uso próprio.

## Controle biológico de cochonilhas, fumagina e outros fungos de revestimentos pelo caracol-rajado, em pomares cítricos<sup>20</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

As cochonilhas em geral, de carapaça ou não, inclusive *Orthezia praelonga* Douglas assim como os fungos de revestimento das plantas, como é o caso da fumagina (*Capnodium* sp.), são controlados por meio do uso de agrotóxicos e por métodos culturais e biológicos. Na realidade, o controle da fumagina e de outros fungos de revestimento é feito de modo indireto, pois estes se alimentam do líquido açucarado exudado pelas cochonilhas, que é o resultado da sua sucção contínua da seiva das plantas.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

O caracol-rajado, *Oxistyla pulchella*, é um organismo de controle biológico que, ao se deslocar na superfície do tronco, ramos e folhas da planta cítrica ingere os insetos presentes diminuindo a sua população.

O método atualmente utilizado resume-se na coleta do caracol em pomares onde a sua densidade populacional é alta e a sua liberação é subsequente em outros pomares. Ele está sendo implementado por meio de parceria entre a Embrapa Mandioca e Fruticultura e a Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia. Entretanto, é uma tecnologia não acabada, ou seja, ainda requer conhecimento para desenvolver a criação do molusco de forma massal para posterior liberação nas lavouras de citros. Uma vez dominada a técnica de multiplicação do organismo, a sua aplicação extensiva consistirá na simples distribuição dos caracóis aos agricultores para a colonização de novos pomares.

---

<sup>20</sup> Informações prestadas pelo pesquisador Antonio S. Nascimento, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Nos talhões onde a população do caracol se instala adequadamente, a eficiência de controle de cochonilhas é de 100%. A área total em que o método está sendo utilizado é de 100 a 200ha aproximadamente

Atualmente, são acompanhados cerca de oito pomares no Recôncavo Baiano, litoral norte da Bahia e sul de Sergipe, onde o desempenho do caracol mantém o nível populacional das cochonilhas muito baixo. Em uma das propriedades, após cada dia de funcionamento da unidade de processamento e embalagem das laranjas (*packing house*), os caracóis que chegam junto aos frutos são recolhidos para serem devolvidos ao pomar, tal é o nível de importância que é dado a este organismo de controle biológico. Isso comprova que os próprios citricultores têm reconhecido a importância e eficiência desse método de controle de cochonilhas. Aliás, essa linha de pesquisa foi estimulada por um citricultor da região ao identificar o caracol-rajado como um organismo útil.

O não estabelecimento da população do caracol em determinados ecossistemas constitui-se na principal limitação ao uso generalizado dessa prática de controle. Suspeita-se que ocorram impedimentos de diferentes naturezas, tais como: ausência de microelementos essenciais ao desenvolvimento das formas jovens, presença de predadores e microclima inadequado.

A técnica vem sendo usada, porém, de forma restrita em função dos problemas de multiplicação (criação massal) e estabelecimento do caracol rajado nas diferentes áreas.

## **Controle biológico de larvas de lepidópteros<sup>21</sup>**

### **Características da praga e práticas de controle utilizadas**

As larvas de lepidópteros, ou lagartas, são controladas convencionalmente com inseticidas químicos. Essas larvas atacam as principais plantas cultiva-

---

<sup>21</sup> Informações prestadas por: 1) José Luiz M. Luporini, Abbott Laboratórios do Brasil Ltda., Rua Nova York, 245; 04560.908 São Paulo, SP; e 2) Geratec S.A. Biotecnologia Aplicada, Londrina, PR.

das no Brasil, podendo causar grandes perdas econômicas se não forem controladas.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

No país, os produtos registrados são Dipel® e Bactur® (*Bacillus thuringiensis var. kurstaki*), estando em fase de registro o produto Xentari® (*B. thuringiensis var. aizawai*). A bactéria *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* é multiplicada basicamente por meio de fermentações, estando disponível no mercado em duas formulações: pó molhável e suspensão concentrada. A comercialização é realizada por cooperativas e revendas especializadas.

Para a sua aplicação são utilizados equipamentos convencionais, tais como: bomba costal, barra, canhão, avião, etc. A época de aplicação depende das características e condições da cultura e do nível populacional das lagartas. O produto pode ser aplicado tanto isoladamente como em mistura, mas não se deve misturá-lo com substâncias alcalinas. A quantidade aplicada depende do tipo de lagarta e da pressão da praga, mas em geral varia entre 0,3l a 1,0l ou 0,25 a 0,5kg do produto comercial por hectare.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O preço médio do produto no mercado é de R\$16,00 por kg ou litro. Em geral, há disponibilidade do produto em casas comerciais, exceto na região Norte, onde ele é mais difícil de ser encontrado.

O produto é muito eficiente para o controle das lagartas, com nível de controle acima de 80%, desde que aplicado corretamente, o que implica o uso de equipamentos adequados e pulverizações conduzidas em condições climáticas favoráveis e no estágio correto de desenvolvimento da praga. É sempre bom lembrar que lagartas pequenas são muito mais fáceis de controlar que lagartas grandes.

Quanto ao processo de comercialização, a Abbott Laboratórios do Brasil Ltda. repassa o produto ao seu distribuidor nacional, Hokko do Brasil Ltda.,

que o repassa para cooperativas e revendas regionais. A outra empresa formuladora é a Geratec S.A. Biotecnologia Aplicada, que repassa o produto a cooperativas e a revendas conveniadas.

Os produtos de ambas as empresas estão devidamente registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, segundo rege a legislação pertinente a essa categoria de produtos. Uma das empresas importa o produto formulado pronto, enquanto a outra produz a bactéria por meio da técnica de fermentação submersa e formula o produto localmente.

Os problemas encontrados para a comercialização e uso do *Bacillus thuringiensis* no controle de lagartas na agricultura são de várias naturezas. Há falta de apoio dos órgãos de pesquisa, assim como há dificuldades e demora na obtenção de registro ou de extensão de uso do produto para outros cultivos. Além disso, tanto as taxas de importação do produto técnico formulado como as taxas após o registro do produto são muito altas. Mas um dos maiores entraves é o preço maior em comparação aos inseticidas convencionais, que aliado à pouca eficácia das organizações de pesquisa e de extensão rural na divulgação dos bioinseticidas, e à cultura do agricultor de exigir controle imediato e total das pragas, dificultam ainda mais o uso generalizado dessa tecnologia.

Quanto às perspectivas de uso de produtos à base de *Bacillus thuringiensis*, espera-se que o seu mercado seja ampliado por uma maior associação com outras empresas produtoras, com órgãos de pesquisa, de extensão e universidades, com o objetivo de desenvolver e difundir melhor essa tecnologia a um maior número de agricultores.

## Controle cultural do bicudo-da-cana-de-açúcar<sup>22</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

O bicudo-da-cana-de-açúcar, *Sphenophorus levis* Vurie (Coleoptera: Curculionidae), ataca as bases de perfilhos, brotos e colmos da cana-de-açúcar em diversas fases do desenvolvimento da cultura, provocando a morte de partes ou de toda a touceira, originando falhas no campo, tanto em cana de primeiro ano (cana-planta), como nos cortes sucessivos. Em áreas com alta infestação, devido à redução na longevidade das soqueiras, é necessário que se proceda a reforma precoce dos canaviais, o que contribui para elevar os custos.

Não existe controle químico eficiente para esta praga, sendo que apenas os inseticidas clorados, em particular o heptacloro, apresentavam alguma eficiência na redução das populações e dos danos da praga. Após a proibição destes agrotóxicos, não foi registrado nenhum inseticida capaz de resolver este problema, bem como não foram identificados, em testes, compostos químicos com ação eficiente sobre larvas e adultos do bicudo-da-cana.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

A técnica alternativa utilizada é o controle cultural, que consiste na identificação das áreas com ocorrência da praga, por meio do monitoramento de pragas de solo, sendo planejada a reforma antecipada desses talhões na safra seguinte.

Recomenda-se que o solo permaneça sem cana-de-açúcar ou culturas hospedeiras pelo período mais prolongado possível, implantando um novo canavial somente de março a abril do ano posterior à reforma. Procedendo desta forma evitam-se dois picos populacionais de adultos (outubro e março). Como medida complementar e necessária, devem ser utilizados para muda apenas os canaviais isentos da praga.

---

<sup>22</sup> Informações fornecidas por Enrico de Beni Arrigoni, Copersucar, Piracicaba, SP.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Os custos são mais elevados em função da necessidade de amostragens da praga e da limitação quanto às épocas em que deve ser realizada a reforma e o novo plantio do canavial.

O controle do bicudo-da-cana-de-açúcar utilizando este método é realizado junto às unidades cooperadas da Copersucar, obtendo-se resultados positivos que viabilizam o cultivo da cana por 4 a 5 cortes em áreas infestadas, onde era possível a realização de apenas 2 a 3 cortes. Estima-se em 90 mil ha a área infestada pela praga nas cooperadas, que estão localizadas em 28 municípios próximos à região de Piracicaba, SP.

Esse método de controle foi desenvolvido no Centro de Tecnologia da Copersucar, não existindo até o momento uma alternativa melhor. É possível que ele continue a ser utilizado por muito tempo, até que se possam testar e utilizar plantas transgênicas com genes de toxinas de *Bacillus thuringiensis* Berliner, por exemplo, como alternativa de controle das fases larval e adulta desta praga.

## **Manejo de cupins e outras pragas de solo em cana-de-açúcar<sup>23</sup>**

### **Características da praga e práticas de controle utilizadas**

Há um grupo formado por 14 espécies de cupins e diversas espécies de elaterídeos, escarabeídeos, curculionídeos, crisomelídeos, percevejo-castanho e pérola-da-terra que danificam o sistema radicular, toletes-sementes, base de colmos e de perfilhos e até mesmo colmos em fase de maturação, ocasionando perdas de, em média, 10 toneladas de cana/ha/corte.

O controle tradicionalmente utilizado para essas pragas é a aplicação preventiva de inseticidas no sulco de plantio.

---

23 Informações fornecidas por Enrico de Beni Arrigoni, Copersucar, Piracicaba, SP.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

A técnica alternativa utilizada é o monitoramento de pragas de solo em áreas destinadas à reforma do canavial. Este levantamento é realizado até um mês após o último corte da cana, antes da reforma do canavial, quando se examina o dano existente no sistema radicular e as espécies de pragas presentes. Com base nos dados de amostragem e no histórico de produtividade da área, é tomada a decisão de uso de inseticida no próximo plantio.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Os resultados obtidos com a utilização deste método de monitoramento demonstram que houve redução de 85% no uso de inseticidas no controle de pragas de solo em cana-de-açúcar, nas unidades cooperadas da Copersucar que adotam esta prática. A técnica de monitoramento foi desenvolvida pelo Centro de Tecnologia da Copersucar junto às usinas cooperadas.

Há um acréscimo nos custos de mão-de-obra necessária para as amostragens de campo, porém, o uso da técnica é economicamente viável devido à redução no consumo de inseticidas e do respectivo custo de sua aplicação.

## Controle da broca-da-laranjeira com a planta-armadilha Maria preta<sup>24</sup>

### Características da praga e práticas de controle utilizadas

O controle convencional da broca-da-laranjeira, *Cratosomus flavofasciatus* Guerin (Coleoptera: Cerambycidae), é realizado injetando-se inseticida no orifício causado pela larva no tronco e ramos da planta cítrica. Se o controle não é realizado no início da infestação da broca, as galerias formadas podem comprometer o desenvolvimento das plantas e, dependendo da severidade dos danos provocados, podem levar à sua morte.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

Um dos métodos alternativos ao uso de inseticidas para o controle da broca-da-laranjeira é o plantio de uma espécie de planta-armadilha vulgarmente conhecida como “Maria preta”, “chá de Maria”, “Maria milagrosa” e outros (*Cordia verbenaceae* (Guerin), família Borraginaceae). Esse método foi desenvolvido em trabalhos cooperativos entre a Embrapa Mandioca e Fruticultura, produtores, Escola de Agronomia da UFBA e Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. (EBDA).

As plantas-armadilhas são intercaladas entre as plantas cítricas a uma distância de 150 a 200m uma da outra, dando prioridade à periferia do pomar. Essas plantas atraem os insetos adultos, que são coletados sobre as plantas-armadilhas uma a duas vezes por semana.

As plantas-armadilhas são produzidas por sementes ou estaquia, com as mudas ficando acondicionadas em sacos plásticos até serem transplantadas no campo.

---

<sup>24</sup> Informações prestadas pelo pesquisador Antonio S. Nascimento, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

As mudas de “Maria preta” tanto podem ser produzidas na própria propriedade, como podem ser obtidas gratuitamente na Embrapa Mandioca e Fruticultura. A eficiência de controle da broca-da-laranjeira por esse método varia de 50 a 90%, dependendo do cuidado do produtor em efetuar a coleta sistemática dos insetos.

Os custos são estimados em R\$8,00 a R\$10,00 por ha para a produção e plantio das mudas, acrescidos de R\$3,00/ha/ano para a coleta dos insetos adultos. Este método está em uso efetivo, sendo praticado em uma área estimada de 10 a 20 mil ha.

O principal problema relacionado ao uso dessa técnica é que, por se tratar de planta-armadilha, exige alto grau de comprometimento do produtor na sua aplicação correta.

## **Monitoramento e controle de pragas com o uso de feromônios sintéticos<sup>25</sup>**

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

Os feromônios dos insetos são substâncias voláteis, oriundas de glândulas exócrinas, que têm a função de promover a comunicação entre indivíduos adultos de uma mesma espécie para fins de acasalamento, de alerta da presença de intrusos e de aglomeração. Quimicamente, são acetatos, álcoois ou aldeídos de cadeia linear, com 10 a 18 átomos de carbono, e na maioria das vezes contêm ligações duplas entre os átomos de carbono.

Os feromônios sexuais de insetos são muito específicos, ou seja, só funcionam para uma espécie de praga. Podem ser utilizados de diferentes formas.

---

<sup>25</sup> Informações prestadas por Evaldo Ferreira Vilela, UFViosa, Núcleo de Biotecnologia, Viçosa – MG.

Como medida direta de controle introduz-se um grande número de armadilhas por hectare, visando à coleta massal dos insetos na área. Outra aplicação dos feromônios sexuais refere-se ao uso de armadilhas para o monitoramento da população da praga, de modo a auxiliar na introdução mais eficaz de medidas de controle de pragas. Os feromônios podem ainda ser diretamente aplicados no campo, dificultando o encontro entre os sexos e causando a interrupção do processo de acasalamento dos insetos-praga. Neste caso, o resultado é uma diminuição drástica no nível populacional da praga na geração seguinte.

As armadilhas utilizadas podem ser de vários tipos: adesivas, de água ou simplesmente sem orifícios de saída para os insetos atraídos. Além dos feromônios sexuais, também são empregados outros, como o de agregação, em estratégias de manejo integrado de pragas.

Os feromônios são obtidos por meio de síntese orgânica. Para a sua utilização prática eles são impregnados em dispositivos plásticos ou envolvidos em membranas plásticas, semelhantes aos utilizados para liberar odores em ambientes domésticos.

Para uso em monitoramento e coleta massal de pragas, as armadilhas devem conter o feromônio sintético na quantidade de 100 microgramas a 100 miligramas, em liberador plástico apropriado. Para fins de monitoramento, as armadilhas são mantidas no campo desde as fases de pré-plantio da lavoura até o final da safra, sendo normalmente utilizadas 1 a 2 armadilhas por hectare. No caso de coleta massal, as armadilhas são colocadas no campo desde o início da lavoura, utilizando-se um número de armadilhas por área pelos menos 20 vezes maior que aquele usado para o monitoramento populacional da praga.

Para a interrupção do acasalamento, fibras plásticas contendo o feromônio são fixadas nas plantas manualmente ou liberadas no agroecossistema, via pulverização. Devem ser usadas no início da lavoura, seguindo recomendação técnica. Geralmente, fazem-se 2 a 3 aplicações ao longo do ciclo da cultura, dependendo das condições de ataque da praga, utilizando-se, em média, 15g de feromônio por hectare.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

No que se refere ao registro de semioquímicos<sup>26</sup> (feromônios, alomônios e cairomônios), a Portaria no. 121, de 09/10/1997, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece os procedimentos para esse fim. Os requisitos para o registro de feromônios eram os mesmos exigidos para os agrotóxicos, o que inviabilizava o seu uso prático. Isso não fazia nenhum sentido, pois os feromônios são substâncias naturais e são utilizados em quantidades muito pequenas quando comparados aos agrotóxicos. É interessante observar que agora não há exigências quanto aos testes toxicológicos ou ecotoxicológicos para os feromônios, ficando a apresentação do relatório técnico restrito aos seguintes itens: teste e informações sobre a eficiência e aplicabilidade agrônômica do produto, modelo de rótulo e bula, e modelo e características da embalagem. Essa Portaria estabelece também que devem ser apresentadas informações sobre o registro em outros países, inclusive o de origem, e que os órgãos federais responsáveis pelos setores de saúde pública e de meio ambiente deverão se manifestar, no prazo de trinta dias, caso haja restrições ao uso do produto em processo de registro.

As armadilhas para insetos chegam a custar R\$ 5,00 cada uma. Neste caso, geralmente, a comercialização é feita em *kits* contendo armadilhas e respectivas iscas de feromônio. Os dispositivos plásticos impregnados com feromônios (*pellets* ou fibras) usados na interrupção de acasalamentos custam entre R\$0,50 a R\$4,00 por embalagem. Um exemplo de empresa que comercializa feromônios no país é a Bio Controle (São Paulo, SP).

Não há limitação do tamanho da área para o uso de feromônios, mas

---

<sup>26</sup> Entende-se por semioquímicos as substâncias químicas emitidas por plantas e animais que modificam o comportamento de organismos receptores, incluindo-se nesta classe os feromônios, alomônios e cairomônios. Os feromônios são substâncias emitidas por membros de uma mesma espécie que modificam o comportamento de outros membros da mesma espécie; os alomônios são substâncias emitidas por uma espécie que modificam o comportamento de diferentes espécies, em benefício da espécie emitente; e os cairomônios são substâncias emitidas por uma espécie que modificam o comportamento de uma espécie diferente, em benefício da espécie receptora.

quanto maior a área abrangida, maiores são as chances de sucesso, uma vez que há uma interferência maior sobre a população da praga. Mas mesmo sendo os feromônios produtos não tóxicos, para o seu uso eficiente exigem conhecimentos técnicos específicos, o que, por sua vez, requer que os agricultores sejam devidamente instruídos e recebam assistência técnica adequada.

Os feromônios sexuais estão sendo crescentemente utilizados em todo o mundo, principalmente em armadilhas. No país, o uso de armadilhas com feromônios constitui-se em ferramenta importante em monitoramento do nível populacional das pragas e, conseqüentemente, em programas de MIP.

## Manejo de pragas do dendê<sup>27</sup>

O cultivo do dendê, *Elaeis guineensis* (Jacq.), depende do bichonico, *Elaeidobious* sp., para a polinização, sendo que a sua introdução ocorreu em 1986. Como esse inseto polinizador é sensível aos agrotóxicos, há necessidade de se realizar o manejo integrado da cultura para que ele não seja afetado.

O fundamento do manejo está no monitoramento constante da plantação, que é realizado por trabalhadores em lombo de mulas. O trabalhador percorre a plantação obtendo informações sobre pragas, doenças, plantas mortas por raio, ocorrência de agentes de controle biológico, etc. As principais pragas do dendezeiro são as lagartas desfolhadoras, e o seu controle é realizado com produtos comerciais à base de *Bacillus thuringiensis* e com agentes de controle biológico coletados diretamente na área durante a prática do monitoramento da plantação. Para tanto, as lagartas com alguma indicação de que estejam parasitadas ou infectadas por um agente de controle biológico são coletadas, transportadas para o laboratório, trituradas e reaplicadas no campo. Além desses organismos, outros agentes de controle biológico natural de pragas (percevejos sugadores, aranhas, moscas, vespas, pássaros, etc.) também agem em condições de campo.

<sup>27</sup> Informações: Agropalma - Rod. Arthur Bernardes, 5555, Bairro Tapanã, 66.825-000 Belém, PA.

Por sua vez, o anel vermelho, que é causado por *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) e transmitido pela broca-do-coqueiro (*Rhynchophorus palmarum* L.), é controlado por meio de feromônios para a atração do inseto transmissor. Os insetos são capturados em armadilhas que contêm um sachê com o feromônio, sendo então eliminados manualmente. Cada armadilha tem um raio de ação de 80ha, e o feromônio age por 90 dias. Com essa técnica o nível de infecção do patógeno é mantido dentro de limites toleráveis. Em 1996, foram eliminadas apenas cinco plantas doentes de um total de 1,3 milhão de plantas, sendo que as plantas doentes, juntamente com as atingidas por raio, são arrancadas e enterradas.

Como planta de cobertura utiliza-se a puerária (*Pueraria phaseoloides*), que também funciona como adubo verde e é responsável pela incorporação de 300 a 400kg de nitrogênio/ano/ha de solo. É importante ressaltar que todas as técnicas empregadas no cultivo do dendê visam a manutenção da população do inseto polinizador.

## Termoterapia de frutos para controle das moscas-das-frutas<sup>28</sup>

### Características do problema e práticas de controle utilizadas

As moscas-das-frutas (*Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart) e *Anastrepha sororcula* Zucchi) são controladas em pré-colheita com iscas tóxicas à base de inseticidas químicos. O controle em pós-colheita é realizado por fumigação com brometo de metila.

### Método de controle alternativo utilizado e disponível

O método alternativo de controle das moscas-das-frutas se dá por meio da inersão dos frutos em água quente. O controle hidrotérmico ou físico é

---

<sup>28</sup> Informações fornecidas por Antonio S. Nascimento, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Alnas, BA.

obtido pela imersão dos frutos em água a 46°C, com o calor sendo obtido em caldeiras industriais. É importante se controlar a temperatura do banho para garantir a eficiência do tratamento.

A termoterapia dos frutos é realizada isoladamente e uma única vez em cada partida de frutos, sem a necessidade de se acrescentar produtos químicos no banho. Esse tratamento é realizado durante todo o ano desde que haja colheita. Para manga, é realizado principalmente no período de novembro a janeiro, que é a época de sua exportação.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Até fins de 1997, cerca de oito desses equipamentos estavam em operação no Brasil para o tratamento hidrotérmico para manga, sendo seis em Petrolina, PE e Juazeiro, BA e dois no Estado de São Paulo. O equipamento deve estar localizado na *packing house*, podendo-se chegar a uma eficiência de controle de 100%.

O custo estimado do equipamento é de US\$100 mil. Além do custo, outro problema apresentado pela técnica é a redução do tempo de prateleira da fruta.

Esta tecnologia tem permitido a exportação de manga brasileira para o mercado norte-americano, com perspectiva de abertura para o mercado japonês.

## Agradecimentos

Agradecemos aos colegas pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente: Deise Maria Fontana Capalbo, Fernando Junqueira Tambasco, Franco Lucchini e Luiz Alexandre Nogueira de Sá, por seu auxílio no levantamento das informações que compõem este capítulo.

Ao Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi, do Depto. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, pelo apoio na nomenclatura de algumas espécies citadas no texto.



# 5

## Controle físico de doenças e de plantas invasoras

**Wagner Bettiol**

**Raquel Ghini**

### Introdução

O controle físico de doenças de plantas e de plantas invasoras disponíveis para uso pelos agricultores são discutidos nesse capítulo. Para cada método físico são apresentadas as suas características, as práticas de controle comumente utilizadas, o método de controle físico e as possibilidades ou perspectivas de seu uso pelos agricultores.

Nesse capítulo são relatados os seguintes métodos físicos: solarização do solo para o controle de fitopatógenos habitantes do solo; coletor solar para a desinfestação de substratos para a produção de mudas; tratamento térmico e desinfestação de instrumentos de corte visando diminuir a propagação de raquitismo da soqueira e a escaldadura das folhas em cana-de-açúcar; termoterapia em videira; utilização de luz UVC para o controle de podridão de maçãs em pós-colheita; eliminação de determinados comprimentos de onda para o controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação e controle de plantas invasoras por meio de descargas elétricas.

## Solarização do solo para o controle de fitopatógenos habitantes do solo

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

As doenças veiculadas por fitopatógenos habitantes do solo são um dos mais importantes problemas fitossanitários. Esses patógenos incluem diversas espécies de fungos, bactérias e nematóides, que podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar danos em plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha, devido a danos no sistema vascular.

As principais medidas recomendadas são baseadas na exclusão, consistindo na prevenção da entrada e estabelecimento do patógeno no solo.

Um método físico utilizado para a desinfestação de solo é a aplicação de vapor, porém, está restrito a pequenas áreas devido ao custo do equipamento necessário. Dessa forma, tem sido praticado em estufas, canteiros para produção de mudas ou campos de culturas altamente rendosas. O solo é coberto por uma lona e o vapor, produzido por uma caldeira, é injetado, promovendo o controle de patógenos, plantas daninhas e pragas, por meio da elevação da temperatura do solo.

O tratamento com vapor é feito por pelo menos 30 min., sendo que o solo deve atingir a temperatura mínima de 80°C. Esse aquecimento durante a desinfestação pode causar diversas reações químicas. A decomposição da matéria orgânica é acelerada, causando a liberação de amônia, dióxido de carbono e produtos orgânicos. Os materiais inorgânicos são degradados ou alterados; os nitratos e nitritos são reduzidos a amônia e a solubilidade ou disponibilidade dos nutrientes é modificada, podendo haver o acúmulo em nível tóxico, como o manganês, por exemplo.

Uma das vantagens do tratamento com vapor é a inespecificidade, mas também é um de seus maiores problemas. De modo geral, as altas temperaturas atingidas, que tornam o tratamento não seletivo, resultam na erradicação

da microbiota, criando espaços estéreis denominados “vácuos biológicos”. O equilíbrio da comunidade microbiana do solo é destruído ou profundamente modificado. A recolonização é feita, basicamente, por microrganismos termotolerantes sobreviventes, microrganismos do solo adjacente não tratado, do ar, da água ou aqueles introduzidos com material vegetal. Esse pode ser um sério risco do tratamento, já que a redução da população de antagonistas, geralmente, significa uma rápida disseminação do patógeno reintroduzido.

O controle químico com o uso de fungicidas erradicantes, como os fumigantes, também apresenta o problema de criação de “vácuo biológico”, como descrito para o tratamento com vapor, além de problemas quanto a custo, eficiência e resíduos, podendo causar a contaminação do aplicador, do alimento produzido e do ambiente.

Um dos principais produtos utilizados, o brometo de metila, possui ação destruidora da camada de ozônio da estratosfera terrestre. Por esse motivo, a Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, realizada em Viena, em dezembro de 1995, estabeleceu prazos para sua eliminação do mercado. Outros produtos estão disponíveis, mas nenhum possui as características do brometo, isto é, devido à sua versatilidade, não há um produto que possa substituí-lo integralmente no tratamento de solo, para o controle de uma ampla gama de organismos. Além disso, a pressão da sociedade por uma agricultura com menores impactos ambientais tem incentivado trabalhos de pesquisa com métodos não-químicos em substituição ao brometo.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

A solarização é um método que utiliza a energia solar para a desinfestação do solo, resultando no controle de fitopatógenos, plantas invasoras e pragas do solo. O método consiste na cobertura do solo, preferencialmente úmido e em pré-plantio, com um filme plástico transparente, durante o período de maior radiação solar.

*Sclerotinia*, *Pyrenochaeta*, *Phytophthora*, *Thielaviopsis*, *Rosellinia* e *Macrophomina*. A solarização controla também bactérias (*Pseudomonas*) e nematóides (*Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Platylenchus*, *Ditylenchus*, *Paratrichodorus*, *Criconebella*, *Xiphinema*, *Helicotylenchus* e *Paratylenchus*). A redução na incidência de doenças pode durar vários ciclos da cultura sem a necessidade de se repetir o tratamento de solarização. O efeito prolongado é resultado da pronunciada redução na quantidade de inóculo associada a uma mudança no equilíbrio biológico do solo, em favor de antagonistas, retardando a reinfestação.

Além dos patógenos, diversas plantas invasoras também podem ser controladas pela solarização. Em muitas hortas comerciais, a solarização está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas invasoras, visto que significa uma grande redução de mão-de-obra. Devido às dificuldades do agricultor em monitorar a temperatura do solo ou a população do patógeno durante a solarização, o controle de invasoras constitui-se num excelente indicador da eficiência do método. A presença de plantas invasoras pode significar que as temperaturas atingidas não foram suficientes para um controle satisfatório. Quando a solarização é bem sucedida, há o controle de plantas invasoras (Figura 3).

Um maior crescimento de plantas é freqüentemente observado nos solos solarizados, assim como uma maior produtividade. Esse efeito, que pode ocorrer mesmo na ausência de patógenos, deve-se a diversos processos desenvolvidos durante a solarização, que envolvem mudanças nos componentes bióticos e abióticos do solo.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Devido à simplicidade e disponibilidade de bobinas plásticas em todas as regiões, a solarização pode ser utilizada de forma geral em todo o país. Há, entretanto, a necessidade de se conhecer o melhor período para sua utilização em cada região. Por exemplo, para a região de Campinas, SP, o melhor período é entre setembro a março (Figuras 1 e 2).

Foto: Rogério Chesi



**Figura 3.** Coletor solar utilizado para a desinfestação de substrato, modelo Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 4.** Coletores do Núcleo de Produção de Mudas da CATI situado em São Bento do Sapucaí, SP.

A solarização tem se mostrado viável para diversas culturas, apresentando, principalmente, as vantagens decorrentes do fato de não ser um método químico. A energia solar, elevando a temperatura do solo, promove uma alteração na composição da microbiota do solo, sem eliminá-la totalmente, dificultando a reinfestação com patógenos. Além disso, apresenta também como vantagens a sua simplicidade e a facilidade de aplicação.

Entre as desvantagens, pode-se citar: a necessidade de máquinas para a colocação do plástico em áreas extensas; a necessidade do solo

permanecer sem cultivo durante o tratamento; as limitações climáticas; e o custo proibitivo para algumas culturas menos rentáveis.

## Coletor solar para a desinfestação de substratos para produção de mudas

### Características das doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo e práticas de controle utilizadas

As doenças de plantas causadas por patógenos habitantes do solo constituem um dos principais problemas para a produção de mudas em viveiros. Esses patógenos podem destruir as sementes ou outros órgãos de propagação, causar tombamento de plântulas, murcha devido a danos no sistema vascular, apodrecimento e destruição de raízes. Como conseqüência, há uma queda na quantidade e qualidade das mudas produzidas, resultando em graves prejuízos para o viveirista. Além disso, um dos mais sérios problemas é a disseminação de patógenos pelas mudas contaminadas para áreas ainda não infestadas, haja vista que, uma vez introduzidos no solo, tanto a convivência quanto a erradicação desses patógenos apresentam problemas, devido aos poucos métodos de controle disponíveis e suas desvantagens.

Entre os patógenos habitantes do solo estão, principalmente, diversos gêneros de fungos, tais como *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Colletotrichum*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*; bactérias, tais como *Xanthomonas* e *Pseudomonas*; e nematóides, especialmente, do gênero *Meloidogyne*.

O controle preventivo é o mais recomendável, evitando-se a entrada do patógeno no viveiro, por exemplo, por meio de cuidados com a qualidade da água de irrigação, sementes, mudas, além de outros materiais que serão utilizados no preparo do substrato e que possam conter propágulos do patógeno.

A utilização de vapor para a desinfestação de substrato é restrita devido ao custo do equipamento necessário. O vapor, produzido por uma caldeira, é

injetado no substrato, promovendo o controle de patógenos, plantas daninhas e pragas, por meio da elevação da temperatura do substrato.

O controle químico com o uso de fungicidas erradicantes, como os fumigantes, tem sido o método convencional de controle de patógenos habitantes do solo, na maioria dos viveiros. O produto mais utilizado é o brometo de metila, que é um fumigante altamente tóxico. O brometo de metila se apresenta na forma gasosa, comprimido em latas e é aplicado sob uma cobertura plástica, a qual é retirada 24 a 48 horas após a aplicação. Há a necessidade de um período mínimo de 7 dias de aeração antes do plantio. As principais vantagens do uso de brometo de metila são: 1) ação rápida e consistente; 2) o espectro de ação contra patógenos do solo é mais amplo do que os demais tratamentos, exceto a vaporização; 3) não ocorrem problemas com resistência; 4) fácil penetração no solo; 5) pode ser usado em solos com uma maior variedade de umidade e temperatura do que outros produtos; 6) dissipa-se rapidamente após o tratamento; 7) apresenta ação viricida, que nenhum outro fumigante apresenta. Entretanto, entre as principais desvantagens do seu uso, estão: 1) a alta toxicidade e volatilidade tornam importantíssima a adoção de medidas de proteção dos trabalhadores; 2) reduz a biodiversidade do solo; 3) resíduos de brometo são formados no solo, podendo causar problemas a algumas culturas; 4) poluição do ar em áreas próximas; 5) contaminação da água em áreas com lençol freático alto, isto é, mais superficial; 6) problemas referentes ao destino final dos plásticos usados no tratamento; 7) elimina todos os microrganismos do solo, inclusive os antagonistas, criando o chamado “vácuo biológico”, que facilita a reinfestação por patógenos. Além dos riscos à saúde do trabalhador e dos demais problemas apresentados, recentemente descobriu-se que o brometo de metila possui ação destruidora da camada de ozônio da estratosfera terrestre. Por esse motivo, medidas foram tomadas para restringir o seu uso até a completa proibição em 2010. Devido à sua versatilidade, não há um único tratamento químico alternativo ou uma combinação de produtos que possam substituir o brometo de metila em todos os seus diversos usos na fumigação do solo.

### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

Um equipamento, denominado coletor solar, foi desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente e Instituto Agronômico de Campinas (Divisão de Engenharia Agrícola) para desinfestar substratos utilizados em recipientes em viveiros de plantas, com o uso da energia solar. Alguns patógenos habitantes do solo, como fungos, bactérias e nematóides, podem ser inativados no coletor em algumas horas de tratamento, devido às altas temperaturas atingidas (70 a 80°C, no período da tarde), porém recomenda-se o tratamento por 1 ou 2 dias.

Por não se tratar de um método químico, apresenta vantagens quanto à segurança do aplicador, ausência de resíduos e não contaminação do ambiente. O substrato tratado nos coletores pode ser prontamente utilizado, enquanto que no caso do brometo é necessário um período para aeração e eliminação dos resíduos do produto, que podem ser tóxicos, tanto para a planta, quanto para o trabalhador que manuseá-lo.

Além disso, o coletor solar não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil construção e manutenção e tem baixo custo.

O tratamento com o coletor permite a sobrevivência de microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação do substrato pelo patógeno, o que não ocorre no tratamento com brometo de metila que esteriliza o solo, criando um “vácuo biológico”.

O coletor solar apresentado na Figura 3 foi desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente, com apoio financeiro da Fapesp – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, consistindo, basicamente, de uma caixa de madeira que contém tubos de ferro galvanizado e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares. O solo é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, retirado pela inferior, através da força da gravidade. Os coletores são instalados com exposição na face norte e um ângulo de inclinação semelhante à latitude local acrescida de 10°. A tampa refletora, constituída por uma chapa de alumínio, tem a finalidade de aumen-

tar a radiação recebida pelos tubos. Entretanto, a tampa não é essencial para o funcionamento do equipamento, haja vista que além de onerar a sua construção, eleva a temperatura em apenas alguns graus. Os detalhes de sua construção são apresentados por Ghini & Bettiol (1991) e por Ghini (1998).

O Núcleo de Produção de Mudas da Cati situado em São Bento do Sapucaí, SP é um exemplo de um viveiro que adotou a nova técnica para tratamento em larga escala de substrato para produção de mudas. Nesse viveiro, o brometo de metila foi totalmente substituído pelos coletores solares em 1998. Na Figura 4 observa-se a disposição dos coletores solares no Núcleo de Produção de Mudas da Cati.

O coletor solar pode ser usado durante o ano todo, exceto em dias de baixa radiação solar. Por exemplo, na região de São Bento do Sapucaí, SP, o maior período sem possibilidade de uso dos coletores foi de aproximadamente 20 dias, durante outubro/novembro, devido à intensa precipitação. Entretanto, há a possibilidade de se estocar o substrato tratado para esses períodos.

As temperaturas do substrato atingidas dentro de um coletor solar com 15cm de diâmetro são apresentadas na Figura 5, demonstrando a eficiência do equipamento no seu aquecimento.

O coletor solar mostrado na Figura 3 tem capacidade para tratar 116 litros de substrato. Em períodos de radiação plena, os coletores podem ser recarregados diariamente.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O coletor solar substituiu integralmente o uso do brometo de metila e outros produtos químicos, sem a necessidade de tratamentos complementares.

O custo para a construção de um coletor solar utilizando-se materiais de boa qualidade é de, aproximadamente, R\$200,00. Desse valor, R\$91,00 são relativos ao custo do material e o restante à mão-de-obra para sua construção. Entretanto, o coletor pode ser construído com sucatas, o que reduz

ainda mais o seu custo. Com cuidados mínimos de manutenção, o coletor pode durar muitos anos.

O substrato tratado no coletor apresenta as mesmas características do substrato tratado por brometo de metila e outros produtos químicos, no que se refere ao controle de fitopatógenos. Por permitir a sobrevivência de microrganismos termotolerantes, o substrato tratado no coletor apresenta maior dificuldade de reinfestação por patógenos habitantes do solo, sendo essa mais uma das vantagens do equipamento.

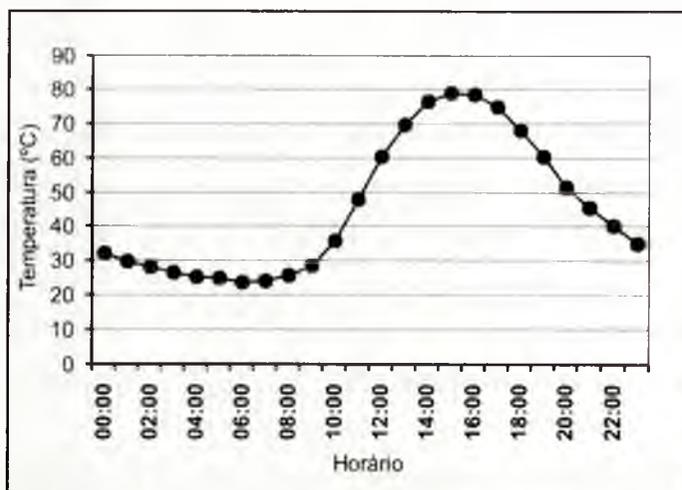


Figura 5. Temperaturas do substrato dentro de um coletor solar modelo Embrapa Meio Ambiente.

Atualmente, a Embrapa Meio Ambiente está negociando uma parceria com empresas privadas para a fabricação do coletor solar. Assim, no momento ele não está disponível no mercado para compra, devendo ser construído pelo viveirista.

Do ponto de vista legal sua utilização não apresenta restrições, pois trata-se de um método que não apresenta riscos ao ser humano, a outros organismos e ao ambiente.

Os principais problemas relatados quanto ao uso do coletor são: não pode ser usado em dias chuvosos; emprega o dobro da mão-de-obra neces-

sária para o tratamento com brometo de metila; requer manutenção, ainda que simples, para garantir a sua durabilidade. Entretanto, as vantagens dessa tecnologia são amplamente compensatórias, inclusive do ponto de vista financeiro, pois o custo final do tratamento é inferior aos dos produtos químicos empregados.

## Tratamento térmico e desinfestação de instrumentos de corte para o controle do raquitismo e da escaldadura em cana-de-açúcar<sup>1</sup>

### Características das doenças e práticas de controle utilizadas

No cultivo da cana-de-açúcar, o uso de fungicidas para o controle de doenças não é uma prática usual. Na maior parte dos casos, o controle baseia-se na exclusão, sanidade das mudas e uso de variedades resistentes ou tolerantes obtidas em programas de melhoramento. Contudo, algumas práticas podem ser adotadas visando auxiliar este controle, uma vez que é muito difícil obter uma variedade que seja resistente a todas as doenças.

Entre as doenças da cana-de-açúcar, as bacterioses sistêmicas, causadoras do raquitismo e da escaldadura, apresentam sérios problemas para o seu controle, visto que podem ser disseminadas pelos toletes e pelos instrumentos de corte, por ocasião das operações de plantio, colheita e, possivelmente, durante os tratos culturais. O raquitismo-da-soqueira é causado por *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* Davis, Gillaspie, Vidaver & Harris que infecta o xilema das plantas podendo provocar reduções de 10 a 30% na produtividade, dependendo da variedade envolvida e grau de infecção. A *C. xyli* subsp. *xyli* pertence à Divisão Firmicutes, Classe Firmibacteria e Gênero *Clavibacter*. A doença vem ocasionando perdas em todas as áreas canavieiras do mundo, as quais nem sempre podem ser avaliadas devido à falta

---

<sup>1</sup> Informações básicas fornecidas por Marcos Virgílio Casagrande, da Copersucar, Piracicaba, SP

de sintomas externos. Por esse motivo, também a prática de *roguing*, adotada com êxito no controle de outras doenças da cana-de-açúcar, não pode ser utilizada, tal como o uso de variedades resistentes, devido à ausência de fontes de resistência.

A escaldadura é causada por uma bactéria e, como o raquitismo, propaga-se pelo plantio de toletes infectados e instrumentos de corte, especialmente facões. A bactéria causadora da escaldadura é *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson, pertencente a Divisão Gracilicutes, a Classe Scotobactéria, a Família Pseudomonadaceae e ao Gênero *Xanthomonas*.

Assim sendo, o controle dessas doenças é baseado na termoterapia, ou tratamento térmico de toletes ou gemas isoladas, e na desinfestação de instrumentos de corte visando diminuir a propagação dessas doenças sistêmicas.

#### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

O tratamento com água quente do material de propagação para a formação de viveiros deve proporcionar uma redução das gemas infectadas e uma alta porcentagem de brotação, além de uma alta produtividade do material no campo.

O tratamento térmico de toletes em água é usado principalmente para controlar o raquitismo-da-soqueira, uma das principais doenças da cana-de-açúcar. A escolha da temperatura utilizada e do tempo de tratamento são fundamentais para a obtenção dos resultados esperados, com um menor custo de produção. Através do diagnóstico pela microscopia de contraste de fase, a eficiência de diversas temperaturas e tempo de tratamento foi testada no Centro de Tecnologia Copersucar no controle da doença. A maior eficiência foi obtida com 52°C durante 30 minutos, para o tratamento de toletes com uma gema. Este binômio tempo/temperatura diminui o tempo e o custo do tratamento, é menos prejudicial à brotação das gemas e controla o patógeno de maneira eficiente. O estudo permitiu que esse tratamento fosse recomendado em substituição ao utilizado, de 50,5°C por 2 horas. Neste processo, toletes de uma gema com aproximadamente 8cm de comprimento são trata-

dos em tanques modelo Copersucar com capacidade para 250 litros. Todavia, o usuário poderá optar por outros modelos de tanque existentes no mercado, com maior ou menor capacidade, desde que certifique-se que este equipamento proporciona um perfeito controle de temperatura.

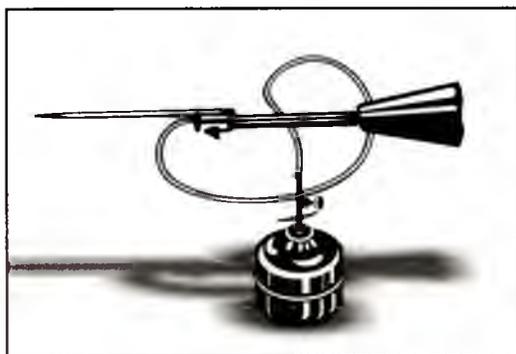
O tratamento térmico é realizado no material destinado ao plantio de viveiros, podendo ser feito em qualquer época do ano, embora o período compreendido entre setembro e março seja o mais aconselhável por apresentar uma faixa de temperatura ideal à brotação das gemas tatadas. O material usado para o tratamento térmico deve ser o melhor possível, com ótima sanidade e vigor. Deve ser dada preferência às canas de soqueira de viveiros tratados termicamente, de maneira a melhorar a sanidade do material a cada tratamento. O material a ser tratado deve apresentar de 10 a 12 meses de idade, os colmos devem ser cortados com facões desinfestados a fogo (técnica descrita a seguir), sem despalha e carregados cuidadosamente para evitar danos mecânicos às gemas. Este processo não é 100% eficiente, pois depende de fatores ligados à variedade, ao diâmetro dos colmos e aos cuidados na execução do processo. A eficiência aumenta quando se promove o tratamento seriado, ou seja, tratam-se colmos oriundos de plantas previamente submetidas ao tratamento térmico. Para o adequado funcionamento de uma unidade de tratamento térmico são necessários de 10 a 12 homens/dia para realizaras diversas atividades ligadas ao processo.

A desinfestação de ferramentas de corte é outra prática que, aliada à citada, contribui para a redução da disseminação de doenças sistêmicas, como o raquitismo-da-soqueira e a escaldadura-das-folhas. A desinfestação das ferramentas de corte pode ser feita por meio de vapor d'água ou água fervente, produtos químicos ou fogo. O uso de vapor d'água ou água quente é impraticável em condições de campo. Entre os produtos químicos que podem ser usados está a creolina em solução a 10% em água; neste caso, as ferramentas devem permanecer na solução por pelo menos meia hora antes do uso. A desinfestação usando creolina, além de demorada, torna-se inconveniente por deixar um odor desagradável nas mãos dos cortadores que invariavelmente se mostram reatários ao processo. A desinfestação pelo fogo,

através de flambadores, mostra-se a alternativa mais viável e eficiente. Nesta prática, um facão de corte leva em média 15 segundos para ser esterilizado com 100% de eficiência. A esterilização das ferramentas de corte deve ser realizada em momentos específicos e muitas unidades produtoras possuem unidades móveis com todos os equipamentos necessários para a desinfestação a fogo. O equipamento usado é bastante simples, constituindo-se por um flambador modelo Copersucar acoplado a um pequeno botijão de gás. É importante salientar que os usuários do método devem ser previamente treinados para evitar acidentes. Conforme mencionado, a desinfestação das ferramentas de corte deve ser feita em momentos específicos, tais como: no início da jornada de trabalho, nas pausas para almoço ou café, sempre que mudar de talhão e sempre que mudar de variedade. Esta prática deve ser adotada tanto no corte de viveiros como de áreas comerciais. A Figura 6 apresenta o modelo do equipamento-protótipo desenvolvido pela Copersucar.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

A técnica, além de estar totalmente disponível para uso, é utilizada em grande escala pelas empresas plantadoras de cana. Os equipamentos aqui relatados estão disponíveis no mercado. Por exemplo, o equipamento para o tratamento térmico é comercializado pela Fertron, Av. César Mingossi, 108; Sertãozinho, SP; e o flambador de facões, pela Damaceno & Oliveira Ltda., Rua Humberto Alves Tossi, 1000; Lençóis Paulista, SP.



**Figura 6.** Equipamento protótipo para desinfestação de facões de corte (Copersucar, 1985).

## Termoterapia em videira<sup>2</sup>

### Características das doenças e práticas de controle utilizadas

O controle das doenças causadas por vírus, atribuídas a vírus da videira, é baseado no emprego de material propagativo sadio de variedades produtoras de frutos e de porta-enxertos, que é obtido principalmente por meio de indexação biológica ou imunológica e de processos como a termoterapia. No Brasil, a termoterapia desempenha um papel fundamental, pois a maioria das variedades de copa e de porta-enxerto encontra-se infectada pelo menos por um vírus, tornando indispensável promover a limpeza de material propagativo mediante eliminação por calor desses agentes infecciosos.

Apesar da alta incidência com que os vírus infectam as videiras no país, eles não se disseminam naturalmente dentro das plantações através de vetor ou por meios mecânicos. Se isso ocorrer, deve ser de modo pouco eficiente. Assim sendo, o acúmulo de vírus decorre do uso de material propagativo de plantas infectadas e, conseqüentemente, não envolve a aplicação de produtos químicos para o controle desses agentes infecciosos. A termoterapia é um processo que só deve ser aplicado para variedades de copa e de porta-enxerto de importância nacional ou regional, tradicionais ou de obtenção recente, cujos materiais sadios não existam em outros países para importação.

O uso de material propagativo sadio de variedades de copa e de porta-enxerto vem se ampliando gradativamente, à medida que os vicultores se conscientizam dos problemas causados por doenças de vírus na cultura da videira. É recomendado que o uso desse tipo de material seja feito no início da instalação ou ampliação dos vinhedos.

---

<sup>2</sup> Informações fornecidas por Hugo Kuniyuki, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP.

### **Método de controle alternativo utilizado e disponível**

O método usual de termoterapia baseia-se no tratamento de videiras infetadas por vírus a 36-38°C, sob 12-16 horas de luz, durante 60-80 dias, associado à propagação de ápices caulinares, de cerca de 1cm de comprimento, em plantas obtidas de semente. As plantas conseguidas, após atingirem tamanho adequado, são submetidas a testes de indexação biológica ou imunológica, se cabíveis, para verificar se houve inativação de vírus. Outro método que pode ser usado de forma alternativa ou paralela ao de rotina, consiste no tratamento de gemas verdes de plantas infetadas em porta-enxertos sadios. As plantas resultantes das gemas tratadas são indexadas.

O tratamento é realizado numa câmara de temperatura e luminosidade controladas durante o período vegetativo da videira. Desde que a obtenção de clones das plantas submetidas ao tratamento seja bem sucedida, uma vez é suficiente para produção de material sadio.

As técnicas de termoterapia são simples, de fácil execução, não exigem custos adicionais, além da câmara de termoterapia, e geralmente oferecem bons resultados. Não apresenta também riscos de variação somática dos clones obtidos. A limitação da termoterapia é o longo tempo exigido para a obtenção dos resultados (obtenção dos clones e indexação para vírus), mas isso é um fato inerente às plantas perenes e decíduas, como a videira.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Dependendo do vírus, da variedade e da planta tratada, a eficácia do método é de 50 a 100%. Atualmente, somente as instituições onde são desenvolvidas pesquisas sobre viroses da videira dispõem desse tipo de material propagativo para fornecimento ou comercialização. Dessa forma, como a termoterapia de videiras não envolve o tratamento de muitas plantas, uma câmara com 2 a 3m<sup>3</sup> é suficiente.

A técnica não envolve custos adicionais, além dos referentes à aquisição ou construção da câmara de termoterapia, pois não envolve tratamentos especiais na condução das plantas tratadas ou obtidas. A termoterapia é um processo amplamente conhecido e utilizado para a produção de clones livres de vírus de plantas de propagação vegetativa na maioria dos países, desde longa data. A variação é quanto à técnica.

A aplicação da termoterapia exige muita familiarização com a cultura e com os vírus que a infectam. Além disso, por se tratar de planta perene, os resultados a serem obtidos demandam longo tempo (2 a 3 anos ou mais). Por serem tratamentos drásticos, é indispensável que as videiras a serem tratadas estejam bem estabelecidas em vasos, ou seja, tenham sido transplantadas para vasos há mais de um ano.

Os clones sadios obtidos não apresentam problemas na sua utilização, pois tratam-se simplesmente de plantas livres de vírus, com a manutenção de suas características fenotípicas e genotípicas originais.

## Utilização da luz UVC para controle de podridão de maçãs em pós-colheita<sup>3</sup>

### Características do problema e práticas de controle utilizadas

A podridão de maçãs causadas por *Penicillium expansum* Link., em pós-colheita, é controlada basicamente pela utilização de fungicidas e/ou desinfestação prévia na estocagem e nas embalagem das frutas.

### Método de controle alternativo utilizado e disponível

A técnica alternativa desenvolvida consiste basicamente na aplicação da luz fornecida por lâmpadas ultravioletas (UV) germicidas, instaladas em túnel de seca-

---

<sup>3</sup> Informações fornecidas por Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

gem dos frutos de maçã que giram permanentemente e recebem  $180\text{mW}/\text{cm}^2/\text{min}$ . Essa operação é realizada isoladamente no momento da pré-embalagem.

A eficiência da técnica gira em torno de 80 a 100% de controle da população do fungo nos frutos de maçãs. Assim, a técnica visa reduzir o uso de agroquímicos na fruta para consumo *in natura*.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

A técnica vem sendo utilizada por empresas localizadas em Fraiburgo, SC e Vacaria, RS, sendo tratados aproximadamente 50.000 toneladas de frutos de maçãs por safra.

As lâmpadas, bem como os materiais necessários, podem ser obtidos nas revendas de lâmpadas UV. O custo aproximado é de R\$3.000,00, sendo que as lâmpadas devem ser renovadas no início de cada safra, com um custo aproximado de R\$ 900,00. Cuidados especiais devem ser tomados durante a manutenção do equipamento, que deve ser feita em compartimento fechado para não expor os trabalhadores à UVC.

É interessante considerar que essa técnica poderá ser de utilidade não só para maçãs, mas também na desinfestação de outros frutos.

## **Eliminação de determinados comprimentos de onda para o controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação**

### **Características do problema e práticas de controle utilizadas**

As diversas doenças que ocorrem nas plantas cultivadas sob condições de cultivo protegido são geralmente controladas com o uso de fungicidas. Entretanto, a aplicação de pesticidas nesse ambiente merece atenção especial devido aos inúmeros problemas que podem ocorrer, tais como fitotoxicidade, resíduos, seleção de estirpes resistentes e outros.

### Método de controle alternativo utilizado e disponível

Filmes plásticos com capacidade de absorver luz ultravioleta podem ser utilizados para reduzir a incidência de doenças fúngicas de plantas cultivadas em casa de vegetação. Filtros que limitam a passagem dos comprimentos de ondas menores do que 390nm têm sido eficientes no controle do mofo cinzento (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.) do tomateiro, da podridão do caule (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) do pepino e da berinjela, da queima das folhas (*Alternaria dauci* (Kühn) Groves & Skolko) da cenoura, da queima das pontas das folhas (*Alternaria porri*) da cebola e da mancha foliar de estenfilio (*Stemphylium botryosum* Wallr.) em aspargo.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

Sasaki et al. (1985) verificaram que a produção média por planta de tomate, cultivada sob plástico que absorve a luz ultravioleta, foi de 3,3kg, contra 2,5kg por planta cultivada sob plástico de uso comum na agricultura. A diferença na produção foi devido ao controle da mancha de alternaria. Similarmente, devido ao controle da *Alternaria*, o pimentão vermelho cultivado sob esse plástico especial produziu 1098 g/planta, contra 545g/planta, quando cultivado sob plástico comum. O efeito desses plásticos com capacidade de absorver luz ultravioleta (abaixo de 390nm) está relacionado com a necessidade desses comprimentos de onda para a esporulação de determinados fungos fitopatogênicos. A baixa ou nenhuma produção de esporos nessas condições leva a uma acentuada redução do potencial de inóculo.

A utilização da técnica depende exclusivamente da disponibilidade desse plástico no comércio e da relação custo-benefício. Entretanto, como o cultivo protegido vem ganhando muito espaço, é uma técnica com alto potencial de uso.

## Controle de plantas invasoras através de descargas elétricas<sup>4</sup>

### Características do problema e práticas de controle utilizadas

As plantas invasoras são basicamente controladas, em larga escala, por meio do uso de herbicidas.

### Método de controle alternativo utilizado e disponível

Eletoherb® é um equipamento inédito no Brasil que controla plantas invasoras por meio de descargas elétricas. O equipamento surgiu de pesquisas realizadas pelos Professores Augusto F. da Eira e Fernando M. de Almeida, da Unesp, Botucatu, SP.

O princípio de funcionamento é a energia elétrica gerada por um conjunto motor-gerador/transformador que controla as plantas invasoras. Esta energia é dosada em circuitos eletrônicos de controle que permitem administrá-la em função do número de plantas, velocidade de deslocamento, tamanho dos eletrodos aplicadores e da própria limitação de potência do modelo de máquina que estiver sendo usado.

A energia é aplicada nas partes aéreas das plantas por um pente de eletrodos; os elétrons percorrem a parte aérea desta série de plantas, vão até as raízes, bulbos e rizomas e dispersam-se pelo solo até encontrarem as raízes de uma outra série de plantas, migrando até a parte aérea que está polarizada pelo outro eletrodo. A corrente elétrica que circula na planta destrói a estrutura espacial das moléculas e de enzimas que desempenham funções vitais para as plantas, tais como: absorção de água e nutrientes, fotossíntese, respiração e outras. As plantas murcham e secam dentro de 2 a 5 dias. Ressalta-se que a energia circula (fecha o circuito) sempre entre dois eletrodos que estão sob a proteção de uma asa de fibra de vidro isolante e à prova de fogo e abrasão (o mesmo material usado em aviões de pequeno

---

<sup>4</sup> Informações fornecidas por Augusto da Eira, Unesp, Botucatu, SP.

porte). Recomenda-se, entretanto, manter uma distância mínima de 1 metro dos aplicadores, pois às vezes plantas com estolões podem estar presentes e causar um choque desconfortável, embora de pequeno risco.

O Eletroherb® não causa prejuízo à cultura ou ao ambiente. Não polui nem contamina o solo e as cadeias alimentares. Devido à baixa resistência/impedância do solo (1 a 10Kr), contra 200Kr a 1,5Mr das plantas, apenas uma pequena fração da energia do Eletroherb® é dissipada no solo, considerando o circuito eletrodo/planta/raiz/solo/raiz/planta/eletrodo. Dessa forma, o solo pode ser comparado a um condutor elétrico de baixa resistência, não estabelece uma diferença de potencial (voltagem) suficientemente elevada para matar uma minhoca, um besouro e muito menos um microrganismo (0,7 a 7V/cm de solo, aproximadamente).

Quando comparado aos métodos convencionais de controle de plantas invasoras, o Eletroherb® apresenta uma redução no custo na ordem de 30 a 50%, em função do modelo e da cultura. Além da vantagem econômica, o maior beneficiado é o ambiente. Pode chover logo após a aplicação que o trabalho não é perdido e não ocorre contaminação do solo, nem de corpos d'água.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

Os atuais modelos podem ser utilizados nas culturas de citros, maçã e outras frutas, cana-de-açúcar e na formação de florestas; com adaptações, o uso poderá ser estendido a todas as culturas.

Estão disponíveis modelos de potência 48 (EWC 60/48-94) a 67 KVA (EWC 85/67-94) (4 e 6 cilindros). Sob encomenda, modelos de menor e maior potência poderão ser produzidos. Por exemplo, para cultivo mínimo e plantio direto, modelos de maior potência estão sendo desenvolvidos para permitir rendimento agrícola acima de 2ha/h.

Dependendo do tipo, idade e densidade das plantas, potência da máquina, velocidade de aplicação e largura (faixa de aplicação) dos eletrodos, o controle atinge de 80 a 100%.

Quanto às plantas perenes, são necessárias aplicações repetidas e um manejo auxiliar adequado, tal como se recomenda nos processos químicos convencionais. O Eletroherb® controla todas as plantas invasoras em pós-emergência, anuais e perenes, inclusive tiririca, brachiaria e outras. O seu rendimento é de cerca de 1 a 2 ha/hora, havendo necessidade de investir em tecnologias de ponta para aumentar o rendimento.

Em relação à segurança, pode-se afirmar que o equipamento é totalmente seguro, pois contém sensores de aterramento, movimento, temperatura do transformador, gerador, tiristores e outros componentes de alta potência e sensor de assento do tratorista. Os circuitos foram duplicados e, por meio de detectores de coincidência, um circuito verifica a informação do outro, não sendo permitidas informações desencontradas. Existem circuitos supressores de ruídos e transientes de tensão. O equipamento possui ainda um sistema anti-fogo para impedir o início da combustão da palha.

O principal problema relacionado com o uso do equipamento é o seu preço final, que varia de R\$73.000,00 a R\$85.000,00, dependendo do modelo e da composição dos aplicadores. Entretanto, atualmente a produção é totalmente artesanal, não tendo linha de montagem industrial, o que certamente reduziria o custo final do produto. Também há necessidade de treinamento do operador (15 horas).

## Referências

- COPERSUCAR. **Recomendações de assepsia para evitar a disseminação de doenças bacterianas sistêmicas na cana-de-açúcar**. Piracicaba: 1985. 4p. (Série Melhoramento, 16).
- GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29 p. (Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 1).
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v. 17, p. 281-286, 1991.
- SASAKI, T.; HONDA, Y.; UMEKAWA, M.; NEMOTO, M. Control of certain diseases of greenhouse vegetables with ultraviolet-absorbing vinyl film. **Plant Disease**, v. 69, p. 530-533, 1985.



# 6

## Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas

Wagner Bettiol

### Introdução

Este capítulo tem como objetivo apresentar as práticas alternativas de controle de doenças de plantas que já estão disponíveis para uso pelos agricultores. Para cada doença são apresentadas as suas características, as práticas de controle comumente utilizadas, o método de controle alternativo e as possibilidades ou perspectivas de uso de cada técnica alternativa pelos agricultores.

As técnicas alternativas para o controle de doenças de plantas apresentadas são as seguintes: controle da tristeza-dos-citros por meio da premunização; *Trichoderma* para o controle do tombamento em fumo e da podridão das raízes de macieira; controle biológico do mal-das-folhas-da-seringueira, da lixa-do-coqueiro, de *Botrytis* do morango, do mosaico-da-abobrinha; controle cultural e biológico da vassoura-de-bruxa do cacaueteiro; controle de oídio com leite de vaca cru e controle de doenças com biofertilizantes.

## Controle da tristeza-dos-citros através da premunização com estirpes fracas do vírus-da-tristeza<sup>1</sup>

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

O vírus-da-tristeza é uma doença dos citros causada por um closterovírus (CTV) limitado ao floema. Possui partículas longas e filamentosas de aproximadamente 10-12nm de diâmetro e 2000nm de comprimento. O CTV é capaz de infectar muitas espécies, variedades e híbridos de citros. Os sintomas induzidos pelo CTV variam de acordo com o isolado do vírus presente e o hospedeiro. O deperhecimento das combinações de citros em porta-enxerto de laranja azeda, que é o sintoma clássico, causou a morte de aproximadamente 10 milhões de plantas no Brasil. Esse tipo de sintoma não existe em nossas condições, pois combinações de citros em porta-enxerto de azeda não são mais utilizadas.

Danos consideráveis, no entanto, são ainda ocasionados por isolados do vírus-da-tristeza que induzem sintomas conhecidos pelo nome de caneluras, que são depressões que se formam no lenho das plantas. Esses sintomas são, via de regra, acompanhados por enfezamento da planta, cuja folhagem de tamanho reduzido apresenta clorose semelhante a deficiências de zinco, manganês e outros nutrientes. O sintoma mais grave, porém, é a indução de frutos miúdos, não raro de conformação defeituosa, vulgarmente conhecidos como "coquinhos". Frutos com essas características não são comercializáveis, podendo acarretar sérias perdas aos citricultores.

A forma convencional de controle do CTV foi a utilização dos denominados porta-enxertos tolerantes ao vírus, que permitiram a ampliação da citricultura brasileira, principalmente a paulista, possibilitando que se tornasse a maior do mundo.

---

<sup>1</sup> Informações básicas fornecidas por Guerd Walter Muller, do Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

A utilização do porta-enxerto tolerante ao vírus-da-tristeza não foi a solução satisfatória para controlar os danos acima citados ocasionados por isolados indutores de caneluras. Nesse caso, a solução encontrada foi o uso da premunização, que é a técnica de promover a infecção de uma planta com uma estirpe fraca de um vírus que venha a oferecer proteção contra a estirpe forte, desta maneira levando a um controle das manifestações severas da doença. Atualmente, cerca de 100 milhões de todas as árvores de laranja 'Pera' plantadas no Brasil originaram-se de material premunizado com isolados fracos do CTV e que estão crescendo satisfatoriamente.

O agente de controle biológico foi encontrado naturalmente em plantas destacadas, em pomares da cultivar que se desejava premunizar. A multiplicação do agente é realizada pela perpetuação de plantas matrizes premunizadas e lotes de borbulheiras premunizadas (viveiros multiplicadores de borbulhas).

Essa técnica foi desenvolvida basicamente na Seção de Virologia do Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

No caso da laranja 'Pera', a técnica é amplamente utilizada há 20 anos. Praticamente todas as plantas dessa variedade cultivadas atualmente são premunizadas, totalizando em torno de 100 milhões de plantas. No caso de outras cultivares o uso é restrito ou inexistente.

Normalmente, quando os agricultores adquirem as mudas, já estão comprando plantas premunizadas com isolados fracos do vírus-da-tristeza. Dessa forma, não há custos adicionais para os produtores, pois uma vez premunizada, continua por toda a sua vida.

De modo geral, a eficiência da técnica gira em torno de 90% e é determinada por avaliações periódicas pelos órgãos de pesquisa. O seu uso aumenta conforme aumenta o plantio de citros no país.

Os especialistas que desenvolveram a técnica vêm observando que há casos em que aparentemente a premunização está deixando a desejar. Assim, existe necessidade de seleção de novos isolados de CTV que possam vir a conferir níveis de proteção superiores aos atuais. Trabalhos de biologia molecular deverão ser decisivos na detecção de isolados com tais características.

## Uso de trichoderma para o controle biológico do tombamento em fumo<sup>2</sup>

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

O tombamento em fumo é causado por diferentes fungos de solo: *Pythium*, *Sclerotinia* e *Rhizoctonia*. O controle vem sendo realizado com a desinfestação dos canteiros com brometo de metila e aplicações de fungicidas à base de mancozeb, metalaxyl e iprodione. Além do sistema de produção de mudas em canteiros, está sendo utilizado o sistema de *float*, o qual utiliza bandejas de isopor e substrato. Nesse sistema as mudas ficam flutuando em água. No sistema de *float* o controle é feito com fungicidas à base de mancozeb, metalaxyl e iprodione, eliminando o uso de brometo de metila.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

As doenças, principalmente, no sistema *float* podem ser controladas com produtos biológicos, reduzindo a necessidade do uso de fungicidas. A Souza Cruz desenvolveu um produto denominado Trichobiol, à base de *Trichoderma*, fungo que atua por parasitismo no controle dos principais fungos causadores de doenças nas mudas. Esse controle biológico pode também ser utilizado no sistema de produção de mudas em canteiros.

O isolado de *Trichoderma harzianum* foi fornecido pela Embrapa Meio Ambiente, sendo originário de solos da região de Guaíra, SP.

---

<sup>2</sup> Informações básicas fornecidas por Shinobo Sudo, da Souza Cruz S.A., Rio de Janeiro, RJ.

A produção do antagonista é realizada em grãos de arroz cozido e esterilizado, contidos em sacos de plástico. Após a transferência do inóculo para o arroz são necessários 30 dias para a obtenção do produto final, passando nesse período pelas fases de incubação, secagem e empacotamento. O agente de biocontrole é distribuído aos produtores em grãos de arroz colonizados pelo fungo.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O produto está disponível para aproximadamente 50% dos produtores de fumo da Souza Cruz, sendo distribuído gratuitamente a esses produtores.

A utilização do produto é bastante simples. No sistema *float*, o produto é misturado ao substrato na proporção de 100g/100kg de substrato. Esse volume é suficiente para completar 200 bandejas com 200 células. No sistema de produção de mudas em canteiros, o produto é dissolvido na água e aplicado no canteiro após a semeadura.

Normalmente, esse fungo antagônico é utilizado entre maio e julho, durante a produção de mudas de fumo. Uma aplicação, tanto no substrato, quanto nos canteiros, sempre na semeadura, é suficiente para o efetivo controle da doença. O *Trichoderma* é utilizado isoladamente, não havendo necessidade de mistura com outros produtos ou agentes.

A eficiência do produto é superior a 90%, sendo que em 1998 foram produzidas e utilizadas aproximadamente 10.000 toneladas de substrato. Constantemente, os agrônomos e técnicos agrícolas da Souza Cruz, que trabalham na região, visitam os produtores para preenchimento de questionário sobre os problemas enfrentados com a produção de mudas.

Um dos principais problemas com o produto é em relação à obtenção do registro junto aos órgãos competentes. Também na produção existem problemas relacionados com a contaminação com *Monilia* e *Aspergillus oryzae* e ácaros na secagem. Entretanto, esses problemas são facilmente resolvidos.

A técnica passou a ser adotada visando a redução do uso de agrotóxicos na cultura, com conseqüente redução de riscos para os produtores e consumidores. O uso da prática possibilitou a substituição do brometo de metila e com isso houve maior proteção do ambiente

De um modo geral, a técnica foi facilmente aceita pelos produtores. Não tem apresentado problemas, estando tanto a companhia, quanto os produtores satisfeitos.

O objetivo é que após o registro do Trichobiol todos os produtores de fumo, que trabalham com a Souza Cruz, passem a utilizar o produto. Outro objetivo perseguido é a completa eliminação do uso do brometo de metila na produção de fumo.

Além do fumo, esse produto pode ser utilizado para substrato de numerosas culturas.

## Uso de *Trichoderma viride* para o controle biológico da podridão-das-raízes da macieira<sup>3</sup>

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

O fungo *Phytophthora cactorum* causa podridão-das-raízes-da-macieira, sendo que, no replantio, utiliza-se o brometo de metila para desinfestação das covas.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

A substituição do brometo de metila se deu com o uso associado de dose baixa de formaldeído (3%), esterilizante que não polui o solo, com propágulos de *Trichoderma viride* (T15), organismo altamente competitivo no solo e antagonico a *Phytophthora cactorum*.

O agente de controle biológico utilizado foi obtido de raízes de macieiras com podridões, na região de Vacaria, RS. É produzido em sementes autoclavadas de sorgo sacarino, dentro de sacos plásticos também autoclavados.

---

<sup>3</sup> Informações básicas fornecidas por Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O produto está disponível na Embrapa Uva e Vinho em embalagens de 4g. Essa embalagem contém a quantidade recomendada para uma cova, devendo ser aplicada manualmente à cova, uma única vez, sete dias após o tratamento com formaldeído (10 litros/cova). Para aplicação do *Trichoderma*, deve se preparar a cova e aplicar o antagonista imediatamente abaixo da superfície do solo, cobrindo-o com cinco a sete centímetros de solo. Após a aplicação do *Trichoderma* umedecer a área tratada com 2 litros de água para assegurar a umidade do solo e melhorar a colonização do substrato. Selecionar as mudas e realizar o replantio sete a dez dias após a aplicação do *Trichoderma*.

A eficiência do produto é semelhante à obtida com o uso de brometo de metila, sendo utilizado nos pomares de maçã nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

O principal problema do produto é o volume comercializado e a necessidade de registro do produto junto aos órgãos competentes. Devido ao pequeno volume comercializado, existe interesse apenas de pequenas empresas para disponibilizarem o produto.

## **Controle biológico do mal-das-folhas-da-seringueira<sup>4</sup>**

### **Características da doença e práticas de controle utilizadas**

O fungo *Microcyclus ulei* (P.Henn.)v.Ar. , agente causal do mal-das-folhas-da-seringueira, tem como forma convencional de controle o plantio em áreas de escape, ou seja, naquelas regiões onde as condições climáticas são desfavoráveis ao desenvolvimento epidêmico da doença. Essa forma de controle é denominada de evasão. Por outro lado, nas regiões úmidas, como Amazônia e litoral sul da Bahia e São Paulo, não há outra forma convencional de controle, pois o controle

---

<sup>4</sup> Informações básicas fornecidas por Nilton T.V. Junqueira, da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

químico é inviável economicamente e a enxertia-de-copa, uma forma de controle cultural, ainda está em estudo.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

Nas regiões úmidas ainda não se utilizam técnicas alternativas devido ao fato de não haver mais incentivos para o cultivo da seringueira nessas regiões. No entanto, acredita-se que em breve terão incentivos para a heveicultura por se tratar de uma atividade agrícola bem relacionada com a conservação do ambiente e com a fixação do homem do campo.

Dessa forma, técnicas alternativas, desenvolvidas e testadas pela pesquisa terão que ser utilizadas como única forma de se controlar o mal-das-folhas. Essas técnicas são as seguintes: 1. controle integrado do mal-das-folhas com a associação entre controle biológico (fungo *Hansfordia pulvinata* = *Dycima pulvinata*) e controle cultural (cultivos intercalares com espécies florestais, frutíferas ou palmeiras de copas altas ou com a enxertia-de-copa); 2. controle integrado pela associação entre controle biológico (*Hansfordia pulvinata*) e resistência genética (cultivos policlonais geneticamente heterogêneos).

O agente de controle biológico *Hansfordia pulvinata* foi isolado de estromas (fase ascógena do *Microcyclus ulei*) na Amazônia e de estromas de *Phyllachora* de coqueiro. Para utilização prática o agente é multiplicado em arroz contido em embalagens de plástico termoestável de 250g a 1kg. O produto está disponível em diversos laboratórios, entre eles o laboratório da Estação de Aviso Fitossanitário de São José do Rio Claro, MT, que produz o antagonista para distribuí-lo à associação de heveicultores.

O antagonista é aplicado com equipamentos tratorizados e veiculado em água. A aplicação se dá em seringueiras com a doença na fase de estroma ou conídio. Utilizam-se 3kg de inóculo do fungo para cada 15 litros de água, o suficiente para tratar 1ha. A melhor época de aplicação é de dezembro

a março, uma vez por ano. Esse antagonista pode ser misturado com *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioides*, entomopatógenos que são usados para controle da mosca-de-renda e do ácaro, respectivamente. Dessa forma, obtém-se o controle biológico dos três problemas simultaneamente.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

O controle biológico do mal-das-folhas foi desenvolvido especialmente para a Amazônia úmida, mas por falta de incentivo, não há plantios nessa região. Se houver, acredita-se que a tecnologia será adotada, pois é a única alternativa viável para produzir borracha na região. As avaliações de eficiência foram acompanhadas em condições de campo, por um período de cinco anos, no município de Manaus, MA (1985 a 1989) e vem sendo acompanhada, também no sul da Bahia, município de Uma, BA. O uso simultâneo dos agentes de biocontrole (*Hansfordia pulvinata*, *Sporothrix insectorum* e *Hirsutella verticillioides*), vem sendo adotado por heveicultores de São José do Rio Claro, MT, entretanto, não há dados oficiais sobre a sua eficácia.

Pesquisas conduzidas em Manaus, AM por um período de 5 anos, mostraram que a eficiência biológica (% de estromas ou fase ascógena do *Microcyclus ulei* colonizada por *Hansfordia pulvinata*) está em torno de 95-100%. Por outro lado, a eficiência técnica, medida pela % de desfolhamento por *Microcyclus ulei* em plantas adultas, ficou em torno de 25%. A eficiência técnica de fungicidas (controle químico) está em torno de 50%. A baixa eficiência técnica em relação à eficiência biológica pode ser devido ao fato da grande quantidade de conídios produzidos na floresta, ou seja, de esporos aéreos. A aplicação de *Hansfordia pulvinata* em plantios monoclonais não produziu resultados, propiciando baixa eficiência biológica e técnica.

Um dos problemas existentes é em relação ao registro do produto nos órgãos oficiais competentes. Também há necessidade de melhorar as técnicas de cultivo e selecionar cepas mais agressivas.

O aumento do uso do antagonista está condicionado à volta do plantio na Amazônia úmida, pois com certeza esta será a tecnologia utilizada. Ela poderá também ser utilizada no litoral sul da Bahia, onde alguns heveicultores já adotam cultivos de seringueiras intercalados com palmeiras e outras essências florestais.

## Controle biológico da lixa-do-coqueiro<sup>5</sup>

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

As lixas pequena (*Phyllachora torrendiella* (Batista) Subileau; sin. *Catacauma torrendiella*) e grande (*Sphaerodothis acrocomiae* (Montagne) von Arx & Muller sin. *Cocostroma palmicola*) do coqueiro só existem no Brasil, sendo que todas as variedades e híbridos cultivados são suscetíveis em diferentes graus. Essas doenças ocorrem de forma generalizada desde o estado do Pará até o Rio de Janeiro e têm sua importância elevada quando associadas à queima-das-folhas causada por *Botryosphaeria cocogena*. A lixa pequena é mais prejudicial por causar seca e queda das folhas inferiores, impossibilitando a sustentação dos frutos e reduzindo a produção. Em Pernambuco, Pará, Alagoas e Bahia é considerada a doença mais importante da cultura. O controle químico das lixas pode ser feito preventivamente com a utilização da mistura benomyl + PCNB (0,1 + 0,1% de p.a.) ou benomyl + carbendazim (0,1 + 0,1% de p.a.), eficientes tanto em coqueiros jovens como em adultos.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

A técnica alternativa utilizada é o controle biológico por meio do uso do fungo micoparásita *Acremonium vittelinum*. Esse agente de controle foi isolado de estromas parasitados de lixa obtidos de diferentes regiões do estado de Pernambuco.

---

<sup>5</sup> Informações básicas fornecidas por Vanildo A. Leal B. Cavalcanti, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recife, PE.

A produção massal desse bioagente é realizada em meio de cultura composto por arroz e água, em sacos de polipropileno autoclavado, onde após o resfriamento à temperatura ambiente é inoculado com uma suspensão fúngica proveniente de uma matriz produzida em garrafas de Roux. O antagonista é comercializado na forma granulada, produzido sobre os grãos de arroz, sendo a sua disponibilidade no mercado dependente da época do ano. Em algumas épocas, o produto é encontrado para pronta entrega; caso contrário, deve ser encomendado pelo cliente.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

O micoparasita pode ser aplicado por meio de pulverizações em equipamento mecanizado (tratores) ou helicóptero, dependendo da extensão da área a ser tratada. A época recomendada é no início da estação seca, com frequência anual. Entretanto, se o antagonista se instalar na área não há necessidade de reaplicações constantes.

O bioagente é aplicado isoladamente, apenas com adição de espalhante adesivo na suspensão fúngica. A recomendação é de 3,0kg/ha, em média, para 100 plantas. A eficiência é superior a 65%.

Essa técnica é a melhor forma de controle da doença disponível até o momento, com custo bem inferior ao controle com fungicidas químicos. Dessa forma, seu uso é bastante usual na região nordestina, com tendência de aumento.

## **Controle biológico de *Botrytis* na cultura do morango com *Gliocladium roseum*<sup>6</sup>**

### **Características da doença e práticas de controle utilizadas**

O fungo *Botrytis cinerea* Pers. & Fr. causa podridão de frutos, morte de flores e folhas em culturas de morango protegidas (casa-de-vegetação ou tunel baixo). Geralmente, o controle é efetuado com pulverizações de fungicidas do início da floração até a colheita dos frutos.

---

<sup>6</sup> Informações básicas fornecidas por Rosa Maria Valdebenito Sanhueza, da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

A técnica alternativa utilizada é a pulverização do agente de biocontrole *Gliocladium roseum*, sendo que o isolado foi obtido junto à Universidade de Guelph, Canadá.

O antagonista é multiplicado tanto em fermentação líquida, como em semi-sólida e sólida. O produto aplicado consiste basicamente de esporos ou micélios secos do bioagente, sendo sua aplicação realizada com pulverizador costal ou motorizado. A época adequada para sua aplicação é desde o início da floração até a colheita, em intervalos semanais. A concentração recomendada é de  $10^6$  conídios ou partículas/ml em mistura com espalhante adesivo a 0,01%.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

A técnica ainda é restrita para áreas pequenas e principalmente a produtores da região de Bento Gonçalves, RS. Entretanto, a sua produção está sendo transferida dos laboratórios da Embrapa para laboratório particular, visando ao seu aumento.

A eficiência do produto é semelhante ou levemente superior à dos fungicidas. Dessa forma, permite suprimir o uso de fungicidas nos frutos para consumo, visto que quando é feita a proteção química das flores, também são aspergidos os frutos que serão colhidos em seguida.

Um dos problemas para a utilização da técnica é a sensibilidade do antagonista aos agrotóxicos. Porém, ela é provavelmente eficiente para o controle de *Botrytis cinerea* em culturas protegidas de morango em todo o país e com perspectivas de uso em hortaliças e flores para o controle do mesmo patógeno.

## Controle biológico do mosaico-da-abobrinha tipo moita por premunização

### Características da doença e práticas de controle utilizadas

O mosaico-da-abobrinha tipo moita, causado pelo vírus do mosaico-do-mamoeiro – estirpe melancia, é a mais comumente virose encontrada em plantios de abobrinha de moita (*Cucurbita pepo*) no país. O vírus causador do mosaico-da-abobrinha é transmitido de forma eficiente por numerosas espécies de pulgões. As perdas na produção podem chegar a 100%, especialmente nos casos em que as plantas são infectadas no início de seu desenvolvimento. O controle da doença é realizado por meio do uso de inseticidas para controlar o vetor, o qual tem ampla distribuição e ocorre durante todo o ciclo da cultura, o que leva à necessidade de freqüentes pulverizações.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

O controle alternativo do mosaico-da-abobrinha tipo moita se dá por meio da premunização com estirpes fracas do vírus causador do mosaico. De início, foram selecionadas diversas estirpes fracas do vírus do agente causador da doença a partir de bolhas que ocorrem em folhas de abobrinha de moita 'caserta' com sintomas de mosaico. Algumas dessas estirpes fracas são estáveis e protegem eficientemente as plantas quando expostas às estirpes fortes do vírus. Entre elas foram selecionadas duas estirpes fracas que estão se mantendo mais estáveis desde a sua seleção, sendo que a maioria das plantas de abobrinha de moita premunizada no estádio de folha cotiledonar e expostas no campo não apresentam sintomas severos da doença durante um período de 60 a 70 dias após a premunização, a produção das plantas premunizadas é bem superior à das não premunizadas e infectadas com o complexo normal do vírus e a qualidade das frutas das plantas premunizadas é semelhante à das plantas sadias.

A premunização consiste na inoculação da estirpe fraca do vírus nas mudas de abobrinha no estádio de folha cotiledonar. Para tanto, folhas de abobri-

nha previamente inoculadas com a estirpe fraca são maceradas e esse material, acrescido de um abrasivo, inoculado nas plantas com auxílio de pistola de pintura. Essa operação pode ser realizada manualmente.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

A técnica é utilizada por diversos produtores de abobrinha de moita. Para tanto, os produtores adquirem as mudas premunizadas diretamente dos produtores de mudas ou realizam a própria premunização. Uma vez plantadas a cultura está protegida contra o mosaico durante todo o seu ciclo de desenvolvimento.

## **Controle cultural e biológico da vassoura-de-bruxa do cacaueteiro**

### **Características da doença e práticas de controle utilizadas**

A vassoura-de-bruxa, causada por *Crinipellis perniciosa* Stahel é a mais importante doença do cacaueteiro. O fungo penetra no tecido do cacaueteiro causando sintomas tanto na copa, como no tronco. Nos lançamentos verifica-se a formação lateral de outros brotos, dando o aspecto de uma vassoura. Esses brotos apresentam-se mais grossos que os normais, com entrenós curtos e folhas geralmente grandes, curvadas ou retorcidas. Com dois a quatro meses essas vassouras secam. Nas almofadas florais infectadas formam-se cachos de flores anormais, com hastes grandes e inchadas, as quais darão origem a frutos com formato de morango que morrem prematuramente. Nessas almofadas podem também se desenvolver vassouras vegetativas. Frutos jovens, quando infectados, apresentam deformações que lhes dão o aspecto de cenoura. Nos frutos mais desenvolvidos aparece uma mancha negra dura e irregular, ficando as amêndoas unidas entre si, portanto inaproveitáveis.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

O método alternativo recomendado é a remoção do material infectado pelo patógeno. O ciclo de brotação de novos lançamentos foliares e de floração geralmente ocorre dentro de um mesmo calendário, podendo haver alterações em decorrência de variações climáticas. Em março há renovação de lançamentos foliares; em maio, floração da safra principal; em setembro, renovação de lançamentos foliares e em novembro, floração da safra temporã. Para obter melhores resultados com as práticas de remoção, o produtor deve estar atento ao comportamento do ciclo vegetativo dos cacauzeiros, procurando cumprir as seguintes recomendações:

- a) inspecionar, com rigor, todos os cacauzeiros da propriedade e iniciar as práticas de remoção logo após o término da safra principal e antes que ocorram novos lançamentos – período também ideal para as atividades de rebaixamento e individualização de copas.
- b) As remoções devem ser feitas de três em três meses, procurando seguir o calendário: janeiro/fevereiro – meses que antecedem ao período de lançamentos foliares; abril/maio – meses de floração da safra principal; julho/agosto – meses que antecedem a novos períodos de lançamentos foliares; e outubro/novembro – meses de floração da safra temporã. O intervalo entre as remoções pode ser alterado em razão das condições climáticas adversas. Todavia, devem ser realizadas vistorias freqüentes na plantação. Longos períodos de estiagem são desfavoráveis à formação de basidiocarpos, dificultando a expansão da doença. Chuvas freqüentes favorecem a esporulação e conseqüente aumento da doença.
- c) Durante as inspeções devem ser eliminados do cacauzeiro todos os materiais infectados pela vassoura, tais como: ramos, lançamentos foliares e almofadas florais; frutos com formato do tipo morango e cenoura; frutos com formato normal, porém apresentando manchas mosqueadas marrons ou com coloração negra; ramos e frutos secos, bem como frutos atacados

por outras doenças, não permitindo que permaneçam no cacauzeiro de uma safra para a outra.

- d) Após a retirada das partes contaminadas pela doença, realizar a amontoa, recortar e cobrir com folhagem todo o material infectado. Essa cobertura impede a esporulação do fungo.
- e) Por ocasião da remoção dos galhos afetados, realizar o corte 20cm abaixo do ponto de infecção da vassoura. Quando houver remoção de almofada floral, retirar junto parte da casca.
- f) Não transportar material infectado, fazendo amontoas somente com aqueles retirados de plantas vizinhas, o que diminui os custos e aumenta o rendimento do trabalho.

Outra recomendação básica é o rebaixamento e adequação de copa.

Com a finalidade de se obter um controle rápido e eficiente da doença, promovendo aumento da produção individual das plantas, as práticas de rebaixamento e adequação de copa devem ser realizadas em todas as plantas de cacau, independente da doença. O rebaixamento elimina a dominância de uma planta sobre a outra; dispensa gastos com escoramento; eleva a produtividade; facilita tratamentos fitossanitários; aumenta o rendimento da colheita; diminui a incidência de doenças e reduz os custos operacionais e materiais. Os procedimentos a serem seguidos são:

- a) rebaixar as copas dos cacauzeiros deixando-as a uma altura de 3 a 4 metros.
- b) Realizar o rebaixamento gradativamente, com intervalos de um ano, de uma poda para outra. Procurar atingir a meta recomendada após o terceiro ano de corte.
- c) Eliminar o entrelaçamento entre copas, cortando os galhos invasores de uma planta para outra, deixando apenas que seus ramos se toquem.
- d) Nos períodos de rebaixamento e adequação de copas, o material retirado poderá ser suficiente para cobrir as vassouras eliminadas.
- e) Realizar pequenas podas corretivas e periódicas, de preferência nas épocas de desbrota.

- f) Evitar eliminar os brotos novos, deixando-os se desenvolver até que na próxima desbrota estejam em condições de serem julgados quanto ao seu corte ou permanência na planta.
- g) Deixar crescer, nos cacauzeiros inclinados ou tombados, brotos chupões na base do tronco, raleando a copa para penetração de luz. Quando atingirem um estágio de desenvolvimento que permita a seleção, eleger o broto mais próximo ao solo, eliminando os demais.

Essas práticas são associadas ao controle biológico. Para tanto, recomenda-se a pulverização do fungo antagonista *Trichoderma stromaticum* (linhagem TVC), formulado em arroz pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC/CEPEC). O antagonista deve ser utilizado na ocasião da poda fitossanitária, sendo recomendada a aplicação imediata desse fungo tanto na copa, como nas vassouras secas e restos de cultura ao redor da planta. O *Trichoderma* parasita os basidiomas de *Crinipellis pernicioso*, reduzindo o potencial de reprodução do patógeno.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

As práticas recomendadas para o controle cultural da vassoura-de-bruxa, além de serem fundamentais para a sobrevivência dos cacauzeiros infectados, determinarão aumento de produção das árvores e conseqüente elevação de produtividade das plantações. É uma técnica de fácil utilização e sua viabilidade depende do preço do produto, pois exige maior dispêndio com mão-de-obra.

A utilização de *Trichoderma* para o controle biológico da vassoura-de-bruxa é recomendada pela Ceplac e o fungo pode ser adquirido diretamente no Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), da Ceplac (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), em Itabuna, BA.

## Controle de oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) da abobrinha e do pepino com leite cru

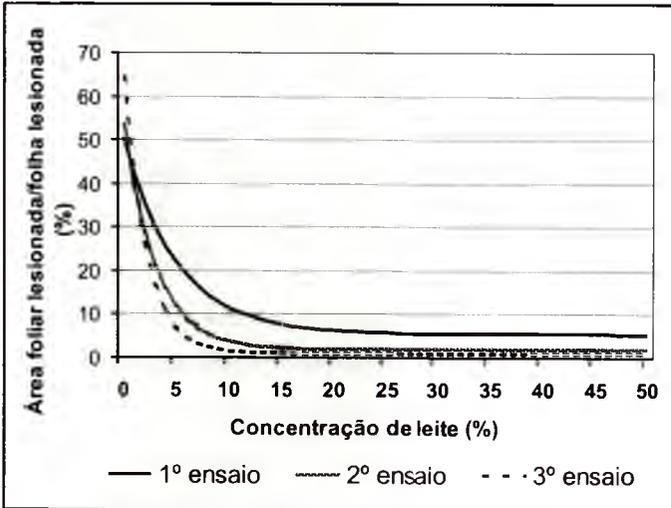
### Características da doença e práticas de controle utilizadas

O oídio da abobrinha e do pepino, causado por *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Pollaci, é uma das principais doenças dessas culturas e de outras cucurbitáceas, principalmente em cultivo protegido. A doença ataca toda a parte aérea da planta, sendo mais abundante na superfície foliar. Os sintomas iniciam-se com um crescimento branco pulverulento, formado por micélio, conidióforos e conídios do fungo, ocupando pequenas áreas do tecido. A área afetada aumenta de tamanho e pode tomar toda a extensão do tecido devido à coalescência das manchas. Plantas atacadas perdem o vigor e a produção é prejudicada.

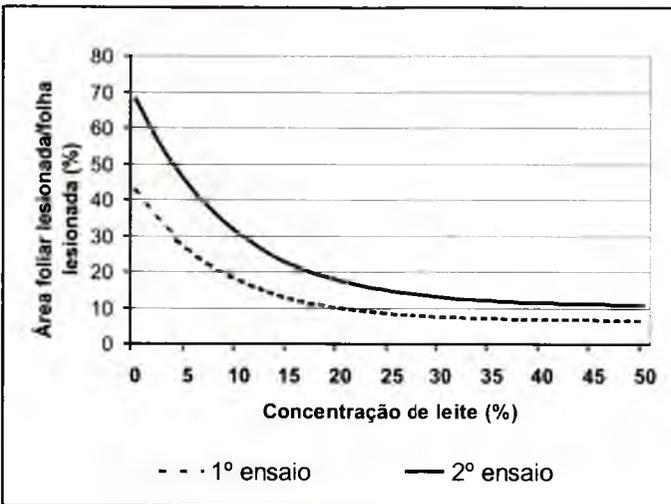
O método de controle mais utilizado, nos sistemas convencionais de cultivo, é o emprego de fungicidas, tanto os de contato, como os sistêmicos, com excelentes níveis de controle. Entretanto, como nos sistemas de produção orgânica não é permitido o uso de fungicidas, esse grupo de agricultores dispõe de poucas alternativas de controle dessa importante doença. Já para os produtores convencionais, o uso de fungicidas, apesar da eficiência, seleciona estirpes do fungo resistentes aos produtos, contamina o alimento, o aplicador e o ambiente.

### Método de controle alternativo utilizado ou disponível

A pulverização de leite cru, uma ou duas vezes por semana, nas concentrações de 5% e 10%, controla o oídio da abobrinha e do pepino de forma semelhante aos fungicidas recomendados para a cultura. Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados de cinco ensaios realizados por Bettiol et al. (1999) com abobrinha. Nessas figuras pode ser observado que, com o aumento da concentração de leite pulverizado, ocorre um aumento no controle da doença. Entretanto, do ponto de vista prático, recomenda-se a pulverização do leite a 5 e 10% uma vez por semana. A concentração de 10% deve ser utilizada quando a infestação de oídio for alta.



**Figura 1.** Relação entre a porcentagem de área foliar lesionada/folha lesionada com oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) e concentrações de leite pulverizadas duas vezes por semana sobre folhas de abobrinha.



**Figura 2.** Relação entre a porcentagem de área foliar lesionada/folha lesionada com oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) e concentrações de leite pulverizadas uma vez por semana sobre folhas de abobrinha.

### Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo

O leite para o controle do oídio de abobrinha e de pepino é utilizado desde 1996. Entretanto, inicialmente, exclusivamente por agricultores orgânicos, mas devido à sua eficiência e ao seu baixo custo passou a ser utilizado também por agricultores convencionais, sendo esses os maiores usuários, em área, no momento.

O leite pode agir por meio de mais de um modo de ação para controlar o oídio. Leite fresco pode ter efeito direto contra *Sphaerotheca fuliginea* devido às suas propriedades germicidas; por conter diversos sais e aminoácidos pode induzir a resistência das plantas e/ou controlar diretamente o patógeno; pode ainda estimular o controle biológico natural ou alterar as características físicas, químicas e biológicas da superfície foliar.

O leite não é um contaminante do ambiente ou dos alimentos, conseqüentemente, pode ser utilizado na agricultura orgânica. Neste sistema de produção utiliza-se leite cru a 5% uma vez por semana para o controle da doença.

## Controle de doenças de plantas com biofertilizantes

### **Características da doença e práticas de controle utilizadas**

O biofertilizante teve maior divulgação como um subproduto da fermentação anaeróbia de matérias orgânicas para a produção de biogás (gás metano) – fonte alternativa de energia. A disposição final recomendada para esse produto era o solo, visando ao fornecimento de nutrientes. Mas, como os biofertilizantes possuem uma complexa e elevada comunidade microbiana, com presença de bactérias, fungos leveduriformes e filamentosos e actinomicetos, além dos metabólitos liberados por esses organismos, passaram a ser utilizados para o controle de doenças da parte aérea de diversas culturas. Essas doenças são controladas basicamente por meio da pulverização de fungicidas.

### **Método de controle alternativo utilizado ou disponível**

Uma opção econômica e de baixo impacto é o uso de biofertilizantes para o controle de doenças de plantas do filoplano. Essa nova abordagem do controle passou a ser considerada viável após observações de uso prático por agricultores orgânicos. O biofertilizante, produzido pela digestão

anaeróbia ou aeróbia de diversos materiais orgânicos, vem sendo recomendado para o controle de numerosas doenças.

A produção do biofertilizante se dá pela digestão anaeróbia (ausência de oxigênio) de material orgânico de origem animal e vegetal em meio líquido, em um equipamento chamado biodigestor. O resultado desse processo é um sistema de duas fases: uma sólida, usada como adubo orgânico; e outra líquida, como adubo foliar e para o controle de doenças e pragas. O biofertilizante pode ainda ser preparado mediante digestão aeróbia com as mesmas finalidades.

Um dos métodos de obtenção do biofertilizante, descrito por Santos (1992), consiste em fermentar, por trinta dias ou mais, em sistema fechado, com ausência de ar, uma mistura de esterco fresco de bovino, preferencialmente leiteiro, e água na proporção de 50% (volume/volume). Para se obter um sistema anaeróbio, coloca-se a mistura em uma bombona plástica de 200 litros, deixando-se um espaço vazio de 15 a 20cm no seu interior; fecha-se hermeticamente e adapta-se uma mangueira à tampa, mergulhando-se a outra extremidade num recipiente com água para a saída dos gases. O produto não deve ser armazenado por muito tempo, para não alterar as suas características. Caso não seja totalmente utilizado, poderá ser armazenado por um período de trinta dias, desde que volte ao sistema anteriormente descrito. Entretanto, esse mesmo processo é utilizado num sistema contínuo e aberto, isto é, conforme retira-se biofertilizante do sistema, acrescenta-se mais esterco e água. Nessa adaptação realiza-se de três a cinco agitações da mistura por dia com auxílio de uma pá. Outra adaptação que está sendo utilizada é substituir a água por soro de leite. Existem ainda outras adaptações mas seguindo basicamente esse mesmo sistema.

Outro método consiste na utilização de um tambor de 200 litros, no qual se misturam 40 litros de esterco, 80 litros de água, um litro de leite e um litro de melão ou 500g de açúcar mascavo. Essa mistura é agitada, deixando-se fermentar por três dias. Após esse período, adiciona-se um dos seguintes sais diluídos em

água morna, a cada cinco dias: sulfato de zinco (3kg), sulfato de magnésio (1kg), sulfato de manganês (0,3kg), sulfato de cobre (0,3kg), sulfato de cálcio (2kg), bórax (1,5kg) ou ácido bórico (1kg), cofermol (0,125kg), mais os aditivos (leite e melão, um litro cada; farinha de ossos e de concha, 200g cada; skrill e sangue, 100ml cada; restos de fígado e de peixe, 200 e 500g, respectivamente). O sulfato de zinco e o bórax ou ácido bórico devem ser incorporados à mistura em duas vezes, sendo a metade da concentração por vez. No final das adições, completa-se o volume para 180 litros, tampa-se e deixa-se fermentando por trinta dias no verão e quarenta no inverno, devendo-se adaptar a mangueira para respiro, como no método anterior. Esse processo de produção de biofertilizante foi desenvolvido por Delvino Magro, do Centro de Agricultura Ecológica de Ipê, RS.

Também é produzido biofertilizante por meio da digestão aeróbia. Para tanto, 20 litros de vísceras de peixe, 10kg de farelo de arroz, 10kg de farelo de trigo, 7kg de farinha de ossos, 2kg de fubá, 2kg de farinha de trigo e 5kg de rapadura são colocados num tanque com 400 litros de água e misturados, durante cinco a dez minutos, duas ou três vezes ao dia, ou bombeando-se oxigênio com auxílio de uma bomba de aquário, durante 40 dias.

Destaca-se ainda que, em todas as formas de preparar os biofertilizantes, pode-se lançar mão de um processo contínuo, acrescentando-lhe os diferentes produtos para mantê-lo com alta atividade microbiana.

A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo e o material pelo qual foi obtido. Santos (1992), além de determinar a composição química do biofertilizante obtido pela fermentação de esterco de curral de gado leiteiro, o fez aos 30, 60, 90 e 120 dias de fermentação, observando que a maior concentração de nutrientes se dá aos 30 dias (Tabela 1). Por esse trabalho pode-se observar que o biofertilizante apresenta em sua composição elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

**Tabela 1.** Composição química do biofertilizante, em ppm, aos 30, 60, 90 e 120 dias de fermentação.

Elementos	Dias de fermentação			
	30	60	90	120
CaCO <sup>3</sup>	3260,0	2600,0	2460,0	2372,0
SO <sup>3</sup>	447,0	170,0	97,2	112,0
PO <sup>4</sup>	1668,0	569,0	410,0	320,0
SiO <sup>2</sup>	83,1	168,0	143,0	177,0
Fe	44,7	11,3	9,7	11,0
Cl	1160,0	810,0	1090,0	840,0
Na	166,0	250,0	276,0	257,0
K	970,0	487,0	532,0	500,0
Mo/litro	1,0	1,0	1,0	1,0
B/litro	1,1	1,0	1,0	1,0
Zn	6,7	3,7	1,3	1,7
Cu	1,1	0,7	1,0	0,2
Mn	16,6	4,7	3,8	4,6
Mg	312,0	305,0	281,0	312,0
PH	7,8	7,4	7,6	7,7

Fonte: Santos (1992).

Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos de diferentes espécies de fungos filamentosos e leveduriformes, actinomicetos e bactérias, dentre elas *Bacillus* spp., na comunidade microbiana do biofertilizante. Esses microrganismos são os responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos, entre eles antibióticos e hormônios.

O biofertilizante representa a adição de macro e micronutrientes, microrganismos e seus metabólitos e de compostos orgânicos e inorgânicos com efeitos sobre a planta e sobre a comunidade microbiana da folha e do solo. O controle de doenças com os biofertilizantes pode ser tanto devido à presença de

metabólitos produzidos pelos microrganismos presentes no biofertilizante, como pela ação direta destes organismos sobre o patógeno e sobre o hospedeiro. Ainda existe a ação direta ou indireta dos nutrientes presentes no biofertilizante sobre os patógenos.

Em relação aos microrganismos, as interações antagônicas envolvendo fungos leveduriformes e filamentosos e bactérias com os patógenos ocorrem basicamente devido ao parasitismo, à competição, à antibiose e à indução de resistência. Como a comunidade de microrganismos no biofertilizante é rica e diversa, com certeza todos os mecanismos de ação de um microrganismo sobre o outro ocorrem simultaneamente. Entretanto, é difícil quantificar a ação de cada mecanismo, e o mais importante é justamente a ação conjunta desses mecanismos. Some-se a isto a ação dos nutrientes existentes no produto.

### **Possibilidades de uso da técnica de controle alternativo**

As principais vantagens desta técnica, quando comprovadamente eficaz, são o custo e a disponibilidade do produto. O custo é basicamente o relacionado à mão-de-obra para o preparo do material pelo próprio agricultor. Como existem relatos da eficiência de biofertilizantes produzidos com diferentes fontes de matéria orgânica, o agricultor não depende da compra deste material, mas sim apenas do aproveitamento de material disponível na propriedade.

A utilização de biofertilizantes para o controle de doenças de plantas é uma tecnologia totalmente disponível para qualquer produtor.

Os biofertilizantes apresentam como característica principal uma complexa comunidade microbiana, sendo essa a possível responsável pelo controle dos patógenos. Pela complexidade da comunidade microbiana, são relatados a ação de todos os mecanismos de ação dos agentes de controle biológico conhecidos agindo no controle, quando de sua aplicação no filoplano. Além do controle de patógenos existe referência sobre seu efeito nutricional. Contudo, como se trata de uma técnica que vem sendo expandida, há necessidade de realização de estudos para a determinação dos seus impactos no ambiente e na

saúde pública. Para minimizar os possíveis problemas sugere-se o uso de matéria orgânica livre de metais pesados e de agentes nocivos à saúde pública.

## Referências

- BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B.D.; LUIZ, A.J.B. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. **Crop Protection**, v.18, p. 489-492, 1999.
- SANTOS, A.C.V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: Emater-Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária Fluminense, 8)



# 7

## Agrotóxicos e contaminação ambiental no Brasil<sup>1</sup>

Geraldo Stachetti Rodrigues

### Introdução

O aspecto mais importante do ponto de vista da comunidade científica, da imprensa e do grande público quanto à problemática dos impactos ambientais da agricultura é a questão dos agrotóxicos. A literatura científica sobre contaminação ambiental por agrotóxicos e seus resíduos no Brasil contém uma quantidade considerável de dados sobre contaminação do ar, das águas e do solo, de alimentos e matrizes biológicas, bem como de exposição de trabalhadores e da população em geral, e sobre efeitos na saúde pública. Além disso, há estudos sobre a evolução da produção e do uso, da legislação e da formação de uma consciência popular na exigência de padrões rígidos de segurança. É nessa ordem de crescente complexidade que se analisa no presente texto a problemática da contaminação ambiental por agrotóxicos no Brasil. Como resultado dessa análise, propõem-se ações para a racionalização do uso de

---

<sup>1</sup> Este capítulo é uma versão atualizada do trabalho **Pesticide contamination in the South Cone: a review** (Rodrigues, 1998).

agrotóxicos em termos de regulamentação, fiscalização e promoção de inovações tecnológicas agropecuárias que visem minimizar os impactos ambientais da agricultura.

## Agrotóxicos e contaminação do ambiente

Resíduos de agrotóxicos, especialmente organoclorados, estão presentes em todos os compartimentos ambientais do globo, desde as áreas mais remotas. Traços de DDT, BHC, aldrin, heptacloro, entre outros, podem ser detectados na atmosfera sobre o Atlântico Sul e Oceano Antártico (Weber & Montone, 1990), em amostras de solo, água, gelo e neve na Antártica (Tanabe et al., 1983), e em elevadas altitudes nos Andes Chilenos (Ciudad & Moyano, 1988). A contaminação alcança as águas subterrâneas extraídas para consumo humano (Lara & Barreto, 1972a) e mesmo águas tratadas e oferecidas para consumo nas cidades (Caceres et al., 1981), ainda que em níveis considerados seguros. Esse problema, que afeta a qualidade de um recurso tão valioso quanto águas subterrâneas, necessita redobrada atenção (Egboka et al., 1989), mesmo porque as informações são atualmente muito escassas ou ausentes para a maioria das regiões (Requena, 1990), embora os estudos relativos ao risco de agrotóxicos lixivarem de solos agrícolas tenham sido iniciados há mais de quarenta anos (Gargantini et al., 1957).

Em acordo com estes estudos, uma parcela considerável das avaliações sobre agrotóxicos e contaminação ambiental, de alimentos e implicações para a saúde humana revisadas no presente texto, trata de produtos organoclorados, que em sua maioria foram excluídos do uso agrícola a partir da década de 80. Estes produtos, contudo, apresentam extrema longevidade no ambiente, portanto ainda constituem importantes contaminantes, o que justifica a atenção a eles dedicada, mesmo nas avaliações mais recentes. Ademais, há indicações de que vários produtos organoclorados continuam sendo emprega-

dos e liberados no ambiente (Tavares et al., 1999), a despeito das restrições impostas ao seu uso.

## Contaminação das águas

Hoje há um esforço de pesquisa sendo direcionado para a caracterização e avaliação do risco de contaminação nas áreas de recarga do megaaquífero Botucatu, que se estende por todo o sul do Brasil e extensas áreas do Paraguai e Argentina. Além da definição dos atributos geofísicos (Valentim Zuguette et al., 1993), os estudos envolvem a determinação da contaminação por metais (Alexandre et al., 1995) e agrotóxicos (Lanchote et al., 2000), que tem sido constatada como baixa (Sinelli et al., 1988); e o comportamento da vinhaça, um resíduo da destilação do álcool aplicado em grandes quantidades nas extensas áreas de cana de açúcar que cobrem as áreas de recarga no Estado de São Paulo (Gloeden et al., 1991; Prata et al., 2000).

Em um estudo mais abrangente empregando métodos de avaliação de risco de contaminação de águas subterrâneas propostos em um manual da Organização Pan-Americana de Saúde (Foster & Hirata, 1991; Foster et al., 1987), um mapa apresentando a vulnerabilidade dos aquíferos e o risco de contaminação das águas subterrâneas foi desenvolvido para todo o Estado de São Paulo (Hirata et al., 1991). Em geral, os aquíferos apresentavam moderados riscos de contaminação, mas as cargas contaminantes variavam largamente, dependendo de condições locais específicas. Em um estudo complementar, estimou-se a carga contaminante potencial resultante das atividades agropecuárias (Rodrigues et al., 1997). Os maiores riscos estariam associados ao uso intensivo de herbicidas, principalmente nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar (Hirata et al., 1995; São Paulo, 1997), especialmente aquelas localizadas em áreas de maior vulnerabilidade.

Estudos pioneiros sobre a contaminação de águas superficiais foram realizados no Lago Paranoá, formado na construção da cidade de Brasília no início dos anos 60. Resíduos de aldrin e dieldrin apareciam em níveis detectáveis nas águas, enquanto sua acumulação na cadeia trófica resultava em níveis de até 462ppb em gordura de peixes obtidos no lago (Dianese et al., 1976). Em avaliações semelhantes realizadas recentemente (Caldas et al., 1999), não foram detectados resíduos desses produtos, enquanto  $DDT_{total}$  alcançava até 77ppb.

Provavelmente um dos corpos d'água mais bem estudados, em nosso meio, em termos de contaminação por agrotóxicos é a represa do Lobo, no Estado de São Paulo. Determinações de resíduos de compostos clorados em sedimentos (Celeste & Caceres, 1988b) e na coluna d'água do reservatório e seus tributários (Caceres et al., 1980; Celeste & Caceres, 1987) resultaram em níveis bastante baixos de contaminação (máximo 5,3ppb de BHC), embora aparentemente estivesse ocorrendo acúmulo na represa, já que os níveis de resíduos ali eram maiores que aqueles presentes nos tributários.

A contaminação por resíduos de compostos clorados em 38 represas de sete bacias hidrográficas do Estado de São Paulo atingiu um máximo de 1,4ppb (DDT), sendo que os níveis médios eram normalmente menores que aqueles relatados para águas interiores de regiões temperadas do hemisfério norte. Bacias hidrográficas com intensa atividade agrícola tendiam a apresentar os níveis mais elevados (Caceres et al., 1987). Outros estudos em áreas agrícolas, como na região cacaueteira do Estado da Bahia, resultaram em níveis de resíduos abaixo dos limites de tolerância para água potável (0,9ppb de BHC em lagos) (Berbert et al., 1989; Berbert & Cruz, 1984); enquanto no Estado do Paraná os níveis detectados em fontes e poços apresentavam-se acima dos limites aceitáveis (Souza et al., 1988).

Por meio de uma série de estudos não relacionados é possível averiguar o estado de contaminação em uma das bacias hidrográficas mais im-

portantes do Brasil e América do Sul, a Bacia do Paraná/Prata. Começando pelo Rio Pardo, na região canavieira do Estado de São Paulo, bioensaios com um bivalve indicador sugeriram que os moluscos haviam sido expostos a vários compostos organoclorados (Avelar et al., 1991; Lopes et al., 1992). Somente traços de resíduos foram detectados na coluna d'água do Rio Baía, afluente do Rio Paraná, em uma região de intensa agricultura no Estado do Paraná, mas os sedimentos apresentavam até 0,5ppm de BHC (Tanamati et al., 1991). Já em território Argentino, a 600km da foz, o Rio Paraná apresentava níveis muito baixos de BHC (9ppt), entretanto foi possível detectar a presença do organofosforado paration (22ppt) (Lenardón et al., 1984). Monitoramentos realizados no Rio Uruguai parecem confirmar esses números, com isômeros de HCH alcançando 10ppt, uma figura que indica decréscimo em relação a estudos anteriores (Janiot et al., 1994). Finalmente, determinações de resíduos de compostos clorados nas águas, sedimentos e organismos do Rio da Prata demonstraram que os níveis de resíduos decrescem das áreas industrializadas para estações de coleta mais distantes da costa. Lindane atingia um máximo de 61ppt em água, 12,2ppb em sedimentos, e 1,5ppm na gordura de organismos; enquanto  $DDT_{total}$  alcançava 7,7ppt, 91,4ppb, e 25ppm em água, sedimentos, e organismos, respectivamente (Colombo et al., 1990).

Já no sistema estuarino de Santos, SP, considerado um dos mais pesadamente poluídos do Brasil, o nível máximo de BHC detectado em águas foi de 1,02ppb, enquanto em sedimentos, essa contaminação atingia 103ppb, superior à observada anteriormente (Tommasi, 1985). Entretanto, resíduos de outros agrotóxicos eram virtualmente ausentes, à exceção do endossulfan, que também aparecia em concentrações elevadas. Vale destacar, contudo, que essa área consiste de um importante polo industrial e metalúrgico. Um estudo no litoral do Rio de Janeiro demonstrou que os níveis de resíduos de compostos clorados eram comparáveis àqueles observados nas costas do Mar do Norte, Europa (considerado bastante poluído), permanecendo abaixo de 20ppb para DDT, à

exceção da Baía de Sepetiba, onde atingia 80ppb. Poluentes tipicamente industriais (PCBs e PAHs) apareciam em níveis inferiores no Rio de Janeiro em relação ao Mar do Norte (Japenga et al., 1988).

A contaminação do ambiente por compostos organoclorados tem por consequência imediata a acumulação de resíduos nos organismos, já que esses compostos são lipofílicos e apresentam a tendência de se acumularem em material biológico. Por exemplo, embora a contaminação das águas da represa do Lobo não fosse importante, como mencionado, resíduos em gordura de peixes capturados na represa atingiam 20ppb (clorados totais), o que embora menor que os valores citados para outras regiões, e aceitável conforme os limites toleráveis na legislação, indicam um efeito cumulativo (Celeste & Caceres, 1988a). Esses níveis de resíduos em organismos podem ser maiores, dependendo do grau de contaminação do ambiente. Por exemplo, resíduos de DDT alcançaram 0,37ppm em peixes capturados no poluído Rio Tietê que corre ao longo da cidade de São Paulo (Yokomizo et al., 1980) e 41ppb no litoral de Santos, onde a contaminação por BHC era mais alarmante, atingindo 940 ppb (Lara et al., 1980a).

Já no Litoral de Cananéia, SP, uma região pouco poluída, a grande maioria das amostras apresentava resíduos abaixo dos limites de detecção, contudo níveis consideravelmente altos foram detectados em ostras, que têm uma grande capacidade acumulativa (Ferreira et al., 1980). Na ocasião de uma pronunciada mortandade de peixes no Rio Jaguari (interior de São Paulo), os parâmetros de qualidade da água foram analisados, demonstrando que somente traços de organoclorados estavam presentes. A investigação apontou para parasitas como agentes causais da mortandade (Silva et al., 1984).

De uma maneira geral, a contaminação dos ambientes aquáticos no Brasil por resíduos de agrotóxicos pode ser considerada como moderada, salvo exceções em áreas altamente poluídas, e é comparativamente menor que a presente nos países do hemisfério norte.

## Contaminação dos solos

Mesmo considerando essa situação de contaminação comparativamente moderada, a poluição é ubíqua, e deve-se principalmente à lixiviação e arraste para os corpos d'água, dos agrotóxicos e seus resíduos aplicados aos solos. Conseqüentemente, muita atenção se dedica para a compreensão do comportamento desses compostos em solos (Laabs et al., 1999; Langenbach et al., 2000; Luchini, 1997; Luchini et al., 2000; Nakagawa et al., 1996; Tornisielo et al., 1998), procurando formas de evitar, a partir daí, a contaminação do ambiente como um todo. Estudos sobre o destino de agrotóxicos em solos iniciaram-se há mais de quarenta anos, quando procurava-se entender, por exemplo, a dinâmica do BHC aplicado em cultura de café, o processo de lixiviação, e a persistência da atividade tóxica por meio de bioensaios (Pigatti & Giannotti, 1956). A persistência comparativa de compostos clorados e fosforados foi um próximo estágio da pesquisa, que procurava entender os efeitos de longo prazo dos primeiros (Lord et al., 1978a), e posteriormente os mecanismos envolvidos no movimento dos compostos no solo em áreas tropicais, onde o comportamento poderia ser diverso daquele observado em climas temperados (Lord et al., 1978b; Lord et al., 1979). Mais tarde, empregaram-se refinadas técnicas radiométricas para elucidar a influência das diferentes propriedades físico-químicas dos solos na dinâmica dos agrotóxicos (Andréa & Wiendl, 1995; Helene et al., 1981; Luchini et al., 1984; Luchini et al., 1981; Monteiro et al., 1989; Musumeci, 1991; Musumeci et al., 1989; Musumeci & Ostiz, 1994). Em uma abrangente avaliação da persistência de clorados e fosforados em solos sob as mais importantes culturas no Estado de São Paulo, detectaram-se resíduos em 98% das 486 amostras, sendo que DDT em solo cultivado com cana-de-açúcar atingia o nível mais alto (0,43ppm), enquanto os fosforados não foram detectados (Ferreira et al., 1988).

O interesse pela determinação da persistência de compostos biologicamente ativos no solo, tanto para efeito de efetividade no controle das

pragas, quanto para efeito de segurança e qualidade ambiental, motivou a realização de numerosos estudos empregando bioensaios (Blanco et al., 1989; Blanco & Oliveira, 1989; Ostiz & Musumeci, 1989; Peck et al., 1995). Com esses estudos demonstrou-se que certos herbicidas (tebutiuron, diuron e simazina) poderiam permanecer ativos no solo por até mais de 10 meses (Blanco & Oliveira, 1987), enquanto outros eram desativados em menos da metade desse período (Blanco et al., 1988). Bioensaios realizados em pomares de laranja confirmaram esses resultados, demonstrando que certos herbicidas permanecem ativos por longos períodos (Machado Neto & Victoria Filho, 1995), o que poderia explicar a detecção de resíduos em algumas culturas (Campanhola et al., 1982), além de efeitos tóxicos residuais no solo influenciando a colonização de fungos micorrízicos (Cardoso & Lambais, 1993), a mesofauna (Ferri & Eltz, 1998) e mesmo as populações de organismos envolvidos no controle biológico de pragas (Bittencourt & Cruz, 1988).

Uma área adicional de interesse no estudo da contaminação de solos por agrotóxicos é a formação de resíduos ligados, que não são extraídos do solo por meios convencionais (Ostiz & Khan, 1994), e portanto são de difícil detecção, mas podem permanecer no solo por longos períodos e poluir o ambiente edáfico (Andréa et al., 1989). Estes resíduos acumulam-se nos solos e, em última instância, são absorvidos pelas plantas cultivadas, contaminando os produtos agrícolas.

## Contaminação de gêneros alimentícios

Agrotóxicos aplicados às culturas têm no solo seu destino quase imediato, permanecendo aí ligados, e sendo paulatinamente liberados para lixiviação e contaminação das águas, volatilização e contaminação da atmosfera, ou absorção e acúmulo nas plantas e seus consumidores. A contaminação da carne bovina pelo consumo de pastagens tratadas com organoclorados e devido às operações sanitárias com o gado, vem sendo estudada no Brasil desde 1971, quando BHC atingia até 1,69ppm (média 0,39ppm) (Lara et al., 1971). Extensivos

monitoramentos efetuados naquele tempo apontavam para um preocupante quadro de presença de resíduos (Nishikawa et al., 1982; Yokomizo, 1979), sendo que em um estudo, 17% das amostras de gordura bovina encontravam-se acima de limites aceitáveis (estabelecidos a 0,30ppm de BHC nesse estudo (Carvalho et al., 1980), em comparação com 1,0ppm então proposto para o Brasil (Lara & Barreto, 1972b).

A distribuição espacial da contaminação indica que regiões mais desenvolvidas economicamente, onde normalmente empregam-se mais agrotóxicos, apresentavam uma tendência a conter níveis mais altos de resíduos (Maia & Brant, 1980). Já quanto à distribuição temporal, a partir do início da década de 80 os níveis de resíduos decresceram, extrapolando os limites em apenas 3,2% de 2.959 amostras em 1984 (Carvalho et al., 1984), e nenhuma amostra acima dos limites, tanto para DDT quanto para BHC, no período 1986-87 (Rauber & Hennigen, 1988). Um estudo mais recente apontou presença de resíduos de organoclorados em 71% das amostras analisadas, sendo que somente o composto mirex ocorreu acima do limite aceitável (Salioni et al., 1994).

Esta tendência decrescente foi confirmada em monitoramentos realizados em carne de frango no período 1988-91, quando, embora com resíduos presentes em uma grande proporção das amostras, os limites de tolerância não foram violados (Barreto et al., 1992). Em outro levantamento (Delazari et al., 1991), os níveis mais altos de resíduos em gordura de frangos encontravam-se entre 10 e 100 vezes abaixo dos limites, e a maravalha resultante das criações também não apresentavam problemas de contaminação (Willrich & Flor, 1991).

Análises de resíduos de compostos clorados, realizadas em alimentos de várias origens em São Paulo nos anos 70, indicavam que a ingestão diária correspondia a 0,4mg/kg peso/dia, e que a maior parte dessa carga originava-se de produtos alimentícios de origem animal (Lara & Barreto, 1972b). Os resultados desse estudo indicavam que o padrão de contaminação no Brasil diferia daquele observado nos países do hemisfério norte, onde o DDT era o resíduo mais importante, ao invés

do BHC. Avaliações do efeito de tratamentos sanitários em vacas na qualidade do leite (Santos et al., 1988) indicaram que, embora deva-se dispensar uma grande atenção ao manejo dos animais a fim de garantir a qualidade dos produtos, a contaminação por clorados se deve essencialmente à sua presença nos pastos.

A contaminação das pastagens acaba por determinar a presença de resíduos em derivados lácteos. Já em 1971, avaliaram-se os níveis de resíduos de clorados em leite e derivados na cidade de São Paulo. Todas as amostras de leite continham resíduos de BHC, atingindo até 55ppb, enquanto amostras de queijo alcançavam 1.300ppb, níveis muito superiores aos máximos estabelecidos pela OMS (4ppb para leite e 100 para derivados) (Almeida & Barretto, 1971). Em um novo monitoramento realizado em 1979, ainda era possível detectar resíduos em todas as amostras. Embora os níveis de contaminação tivessem sido reduzidos em relação ao estudo anterior, 88,6% das amostras ainda ultrapassavam os limites aceitáveis (Lara et al., 1980b). Essa tendência decrescente continuou a ser observada em levantamentos subseqüentes (Lara et al., 1985), sendo que em um estudo realizado em três cidades do Estado de São Paulo em 1984 nenhuma amostra excedia os limites aceitáveis (Yokomizo et al., 1984b), sendo que o valor mediano máximo era de 0,02ppm em gordura de leite.

A contaminação de pastagens e do ambiente em geral por resíduos de compostos clorados resulta ainda na presença desses resíduos em mel de abelhas (Malaspina, 1983; Silveira, 1987), sendo que um levantamento realizado em várias regiões do Brasil nos anos 80 apontava a ocorrência de resíduos de HCH em 22% das amostras analisadas, em níveis de até 0,044ppm (Peixoto & Franklin, 1986).

Além da problemática presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem animal, processados ou não, há ainda a questão da contaminação de frutas e hortaliças, que em muitos casos são consumidas *in natura* e brevemente após a colheita, aumentando os riscos ao consumidor. No caso dos horti-fruti, a presença de organoclorados é um problema sério, pois esses

resíduos (entre outros) não são autorizados, porém aparecem nas amostras analisadas (Araujo et al., 1999; Gebara et al., 1999; Oliveira & Toledo, 1995; Ungaro et al., 1987). Por exemplo, de 120 amostras coletadas na central de distribuição de São Paulo (Ceagesp) em 1980, oito apresentavam resíduos não autorizados (sendo uma acima dos limites tolerados), enquanto em 99 não foram detectados resíduos (Ungaro et al., 1980).

Resultados muito semelhantes foram descritos para 1983 (Ungaro et al., 1983; Ungaro et al., 1985). Vale notar que os programas de monitoramento de presença de resíduos em frutas, hortaliças e grãos realizados nessa época em várias regiões do Brasil (Oliveiras & Schneider Neto, 1983; Soares, 1985) apontaram uma tendência de queda nos níveis gerais de contaminação (Vigilância, 1984b), porém muitos resíduos foram reclassificados como não autorizados (Gebara et al., 1995; Guindani & Ungaro, 1988; Ungaro et al., 1987; Zandoná & Zappia, 1993), devido a alterações na legislação.

Já quando consideram-se as avaliações de produtos registrados para estas culturas, na maioria dos casos os limites de resíduos não são excedidos (Cabrera et al., 1999; Lemes et al., 1993; Raetano & Batista, 1995), ainda que seu uso seja intenso. Os principais resíduos detectados tendem a ser aqueles aplicados durante a frutificação e maturação das culturas (Zavatti & Abakerli, 1999), sendo que quando os intervalos de segurança não são respeitados os limites máximos de resíduos podem ser ultrapassados (Fernandes Moreira & Sabino de Oliveira, 1997).

Uma importante linha de trabalhos experimentais avalia a introdução de resíduos nos produtos conforme o manejo empregado no controle de pragas (Rigitano & Souza, 1994). Vários trabalhos avaliaram os níveis de resíduos de aldicard em batatas tratadas com o composto nas mais diversas formas. Em nenhum caso ocorreram resíduos acima do limite de 1,0ppm estabelecido na legislação (Batista et al., 1988; Batista et al., 1981; Ribas et al., 1975). O mesmo tipo de avaliação foi extensivamente realizado para laranjas, um importante

produto da pauta de exportações brasileiras. Quando os pomares foram tratados com fosforados (etion e fenitrotion) não foram detectados resíduos na polpa das frutas (Rigitano et al., 1982), o mesmo ocorrendo com uma variedade de inseticidas sistêmicos (Vasconcellos et al., 1983). Já o carbamato aldicarb resultou na presença de resíduos ao nível de 0,12ppm, abaixo da tolerância de 0,2ppm (Batista, 1987). Esses resultados foram confirmados em análises realizadas no estado Norte Americano de Connecticut, sendo que em nenhum dos 15 sucos de laranja listados como procedendo do Brasil ocorreram resíduos não permitidos pela legislação local, nem níveis acima dos limites aceitáveis (Hankin & Pylypiw, 1991).

O quadro de contaminação de hortaliças por resíduos de fungicidas, representa um problema mais sério (Ferreira, 1993). Estudos com fungicidas do grupo dos ditiocarbamatos freqüentemente apontam para a presença de resíduos nos produtos colhidos (Pereira, 1988; Soares, 1986). Em um estudo detalhado analisando frutas e legumes prontos para comercialização no Rio de Janeiro, de 466 amostras, havia resíduos em 63%, sendo que 24% apresentavam resíduos até 50% acima da tolerância (Reis & Caldas, 1991). Esses resultados são preocupantes, uma vez que esses compostos (mancozeb, maneb, propineb, tiram e zineb) apresentam como principal resíduo a etilenotiouréia, um composto carcinogênico muito estável (Toledo & Oliveira, 1988).

Produtos agrícolas menos perecíveis, que são normalmente armazenados com baixa umidade por longos períodos, bem como aqueles empregados para extração de óleos, apresentam problemas diversos de contaminação (Yokomizo et al., 1984a). Muitas vezes esses produtos demandam aplicação de agrotóxicos no armazenamento, introduzindo uma fonte adicional de resíduos. Amêndoas de cacau foram analisadas quanto a resíduos de BHC de acordo com as datas de pulverização. Os níveis de resíduos detectados permaneceram baixos (0,01ppm), mas um período mínimo de segurança entre o tratamento e a colheita foi estabelecido em 60 dias (Berbert & Cruz, 1983). Após a proibição dos organoclorados, estudos empregando organofosforados indicaram que este período de segurança poderia reduzir-se para apenas dois dias (Berbert, 1988).

A presença de resíduos de aldicarb foi avaliada em grãos de café seguindo-se a períodos de 15 a 90 dias após a aplicação desse inseticida ao solo. Mesmo com aplicação de 32kg/ha os resíduos nos grãos torrados permaneceram abaixo do limite de detecção (0,02ppm) (Rigitano et al., 1989). Da mesma forma, plantas de arroz tratadas com paration continham menos de 2% do total aplicado ao final de 5 semanas após aplicação. A maior proporção de resíduos permanecia ligada ao solo (22%), apresentando uma meia vida de aproximadamente duas semanas (Andréa et al., 1983).

Quando agrotóxicos são aplicados diretamente sobre os grãos para armazenamento, a situação pode ser diversa (Lara & Barreto, 1977). Um estudo sobre a distribuição de pirimifós-metil empregado em pós-colheita em grãos de trigo resultou na recuperação de 94% do total aplicado nas primeiras 24 horas. Essa recuperação diminuiu para 37% após 180 dias de estocagem, e o cozimento não teve efeito na quantidade recuperada (Sampaio et al., 1991). A contaminação resultante de tratamentos de grãos para armazenamento pode refletir-se na presença de resíduos em maiores concentrações em óleos e gorduras vegetais daí extraídos. Análises procedidas em óleos e margarinas produzidos a partir de milho, soja, girassol e arroz demonstraram que resíduos de clorados, mas não de fosforados, podem permanecer nos óleos e margarina (Tonhasca Jr., 1985).

## Exposição do trabalhador rural e saúde pública

Para que apareçam como contaminantes do ambiente, ou como resíduos em alimentos, os agrotóxicos precisam primeiramente ser aplicados, tarefa que em suas mais variadas formas sempre resulta em certa exposição, tanto do trabalhador envolvido na operação, quanto das populações residentes no entorno das áreas tratadas. A preocupação com a questão de exposição do trabalhador rural, e com aspectos de saúde pública relacionados é antiga (Seminário, 1969). A exposição da população em geral a alimentos contaminados por agrotóxicos e metais

(Almeida, 1974a; Almeida, 1974b; Almeida, 1975), juntamente com a exposição ocupacional de trabalhadores rurais (Almeida et al., 1980), são o que realmente resultam em graves problemas de morbidade e mortalidade ligados aos agrotóxicos (Almeida & Svetlicic, 1972; Machado Neto, 1992). Mormente, problemas de *design* ou falhas nos equipamentos de aplicação e de proteção (Machado Neto et al., 1998), manuseio impróprio e descuidado de produtos tóxicos, além de tempos e períodos de exposição muito prolongados (Vicente et al., 1998) resultam em efeitos deletérios, inclusive com profundas alterações fisiológicas nos trabalhadores (Carvalho, 1991; Hay, 1991; Moreira et al., 1996).

Em relação à intensidade de uso, embora o uso total de agrotóxicos por unidade de área cultivada possa não ser tão alto no Brasil quanto em outras regiões do globo, o uso por pessoal ocupado pode alcançar valores consideráveis. No Estado de São Paulo, que representa o uso mais intensivo no Brasil relativamente ao pessoal ocupado, o emprego de agrotóxicos por trabalhador rural atinge 32,2kg/ano (Garcia & Almeida, 1991), cifra que indica um nível potencial de exposição extremamente alto caso o manuseio não seja cauteloso (Carvalho et al., 1988; Possas et al., 1988). Com efeito, os níveis de dieldrin em trabalhadores expostos a aldrin podem atingir valores semelhantes àqueles citados em casos de intoxicação (0,49 ppm) (Lara et al., 1981).

Adicionalmente, há ainda a exposição não ocupacional, por ocorrência de resíduos em alimentos e no ambiente adjacente às áreas tratadas (Santos Filho et al., 1993; Schvartsman et al., 1974), ou como resultado de campanhas de saúde e controle de vetores de doenças (média 100ppb de HCH) (Lara et al., 1987). Na grande maioria dos casos em que essas populações foram analisadas, contudo, os níveis de ocorrência de resíduos em amostras de sangue, mesmo de pessoal sob exposição ocupacional, permaneceram dentro de limites considerados toleráveis (10,5 - 16,5 ppb de DDE (Lara et al., 1987; Leal et al., 1984); e 4,6 - 80,7ppb de  $DDT_{total}$  (Fernicola & Azevedo, 1982)).

No tocante aos efeitos observáveis causados por esses níveis de contaminação crônica por agrotóxicos, a questão é controversa. Em um estudo sobre aberrações cromossômicas em linfócitos, não houve diferenças entre trabalhadores expostos a metil paration e o grupo controle não exposto (Stocco et al., 1982). Um levantamento da ocorrência de carcinomas na população rural de Londrina, no Estado do Paraná (Brasil), não indicou incrementos sobre a média nacional, mas um programa de pesquisa foi proposto para investigar possíveis associações entre a alta taxa regional de uso de agrotóxicos e esse aspecto de saúde pública (Marzochi et al., 1976). Por outro lado, em um estudo com 31 pacientes de anemia aplástica determinou-se que em cinco casos os agrotóxicos estariam envolvidos na etiologia (Souza et al., 1989). Do mesmo modo, envolvimento com operações de aplicação de agrotóxicos foram epidemiologicamente associados a uma maior incidência de um tipo de tumor abdominal infantil (doença de Wilm) no Brasil (Sharpe et al., 1995). Mais conclusivamente, toxicidade causada pela presença de resíduos na corrente circulatória pode ser causa imediata de mortalidade, como demonstrado em um estudo que reporta cruamente quão injustificadas podem ser as conseqüências para a saúde, do uso de agrotóxicos (Lorand et al., 1984).

Uma forma de averiguar a prevalência de casos de intoxicação por agrotóxicos é por meio das informações depositadas nos Centros de Toxicovigilância (Nicolella & Ferreira, 1984). No quadro geral de atendimentos em Centros de Informações Toxicológicas Universitários de quatro macroregiões do Brasil, de 15.024 atendimentos em 1994, 11,5% estavam relacionados a agrotóxicos. A maioria das internações, contudo, foram devidas a toxinas animais (30%) e medicamentos (30%), com 52% das exposições sendo acidentais, 24,5% tentativas de suicídio, e 13% ocupacionais. Atividades na indústria respondiam por 8,5% dos casos, o campo por 6,4%, e 67,3% dos casos de internação se davam por acidentes ocorridos na residência urbana (Zambrone, 1995).

Por refletirem as situações de rotina dos centros de toxicovigilância, esses números diluem a ocorrência de problemas de maior escala, como acidentes resultantes de uso não apropriado e indiscriminado de agrotóxicos, sem as mínimas condições de segurança. Há exemplos registrados de surtos de intoxicação coletiva devido a pulverização de jardins em área urbana (Oliveira & Gomes, 1990), uso de produtos agrícolas para controle de roedores, com muitos casos de envenenamento diagnosticados (Lima & Reis, 1995), e descarte de embalagens e resíduos de forma inadequada e criminosa (Alencar et al., 1998; Oliveira et al., 1995). Muitas vezes esses exemplos de uso impróprio e criminoso são relacionados a substâncias proibidas ou banidas, como demonstrado em um recente levantamento que denunciou a facilidade para se obterem esses produtos no Brasil (Camara & Corey, 1994).

Devido a todos esses problemas, muitas iniciativas de programas para investigação da epidemiologia de intoxicações têm sido propostas (Rahde, 1992), sendo que o Brasil tem se destacado nesse sentido (Levy et al., 1992). Um resultado desses programas é que muito se tem avançado tanto na conscientização do público e do trabalhador rural, quanto na legislação, não só no Brasil (Lara, 1986; Trapé et al., 1984), mas também nos países vizinhos (Bogliani, 1993; Garbino, 1982; Lazen, 1992). Não restam dúvidas, contudo, que muito há por fazer, especialmente junto aos pequenos produtores, que são freqüentemente expostos a péssimas condições de trabalho (Araujo & Augusto, 1999; Breslin, 1988).

As iniciativas e programas de conscientização, enquanto louváveis, pouco contribuem para amenizar um problema que nos influencia emocionalmente - o lento, porém inescapável, processo de envenenamento de nossas crianças. Somente com a rígida aplicação da legislação e efetivo abandono do uso de produtos organoclorados, e com o passar do tempo, é que esse processo se abaterá. A vulnerabilidade das crianças se deve não só ao fato de seus hábitos alimentares praticamente imprevisíveis serem virtualmente ignorados quando do estabelecimento dos limites de tolerância a resíduos em alimentos (Lavorenti & Giannotti, 1990), mas pelo alto nível de contaminação presente em leite materno.

Ao final da década de 70, resíduos de compostos organoclorados em amostras de um banco de leite materno na cidade de São Paulo atingiam valores muito altos (1-66ppb de lindane; 15-1.752ppb de uma espécie de DDE), mas a média total (13ppb) era comparativamente menor que observada em países da Europa e Estados Unidos (Lara et al., 1982). Estudos mais recentes no interior do Estado apontam para níveis médios estáveis (Sant'Ana et al., 1989), mas demonstram que mães expostas a compostos clorados podem apresentar níveis extremos (0,149 ppm), resultando em uma ingestão diária de DDT pelo lactente até três vezes superior ao aceitável segundo recomendação da FAO/OMS. Ainda no caso de mães não expostas, essa ingestão diária atinge 60% do aceitável (Matuo et al., 1992).

Estudos realizados em outros estados como o Paraná (Vannuchi et al., 1992), Rio Grande do Sul (Beretta & Dick, 1994) e Mato Grosso (Oliveira & Dores, 1998), bem como dados referentes à Argentina (DDT total 0,14ppm em 1971, 0,61ppm em 1981) (Landoni, 1990) e Chile (DDT 3 a 190ppb, lindane 1 a 29ppb) (Marcus & Robert, 1991), confirmam a presença ubíqua de resíduos em leite materno. Sendo o leite materno indispensável para o sadio desenvolvimento das crianças, a sociedade não pode medir esforços para alcançar uma drástica e rápida redução dessa contaminação.

## Agrotóxicos e filiação tecnológica da agricultura

A exposição direta a resíduos de agrotóxicos presentes em alimentos (Kucinski, 1986) não expressa, por si só, todos os problemas associados ao emprego dessas substâncias como hoje ocorre. A degradação do ambiente agrícola decorre, em parte, da própria forma como é realizado o manejo agropecuário tendo agrotóxicos como alicerce tecnológico (Paschoal, 1979; Rodrigues, 1999). Apesar de evidências dos efeitos contraproducentes dos agrotóxicos na interação entre as plantas cultivadas e as pragas, com exemplos de resistência em insetos e plantas invasoras, e impactos na microflora (Berton, 1994; Christoffoleti et

al., 1994; Ghini, 1993; Ternes, 1985); e a despeito da atenção devotada para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável (Alvarado, 1990; Campanhola et al., 1995; Dulley & Miyasaka, 1994; Embrapa., 1995; Faeth, 1994; Flores et al., 1991a; Flores et al., 1991b; Pugnau & Viglizzo, 1997; Quirino et al., 1999; Verde & Viglizzo, 1995), a adoção de tecnologias pelos agricultores, e a possibilidade de alterar e adequar o manejo dependem de variáveis complexas (Rodacki et al., 1974). A “cultura” do uso de agrotóxicos é ainda muito prevalente (Lammel, 1980; Marin-Moreno, 1979; Tonhasca Jr., 1985). Há em verdade uma institucionalização da pressão pelo uso inclusive de produtos banidos e sobre ambientes frágeis, mesmo quando alternativas parecem estar disponíveis (Ruas Neto et al., 1994), como normalmente ocorre especialmente no combate a mosquitos, sob a égide de programas de saúde (Treakle, 1990).

O resultado dessa perspectiva de uso de agrotóxicos são os problemas gerais de poluição observados em toda América Latina (Barra et al., 1995; Barroso & Silva, 1992; Miguel, 1991; Prego, 1988; Rocha et al., 1973; Siqueira et al., 1983; Spadotto et al., 1998). Deve-se ainda considerar a atual tendência de aumento no uso de agroquímicos na região, devido ao crescimento e à expansão na participação dos mercados globais, por força do desenvolvimento econômico e da integração no Mercosul (Bellotti et al., 1990; Crosson, 1983; Gonzaiez, 1995; Jennings, 1988; Martins, 1996; Rodrigues, 1998). Esta tendência, aliás, tem um claro precedente histórico, como averigua-se a seguir.

## Histórico do uso e legislação sobre agrotóxicos

A intensificação no uso de agrotóxicos no Brasil ocorreu historicamente de acordo com os ditames das grandes corporações transnacionais, com a conivência e apoio dos governos. O Brasil é um destacado primeiro lugar na América Latina, tanto em termos da variedade de produtos e volume total empregado, que alcançou 1.879 produtos registrados, com um volume total de 105 milhões de kg em 1983 (Quantos, 1984a). Essa posição resulta não apenas do tamanho do setor agrícola do

país, mas de uma política explícita de instalação de um parque industrial voltado ao fornecimento de insumos à agricultura, já em 1975, através do Plano Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA) (Futino & Salles Filho, 1991; Futino & Silveira, 1991; Silveira & Futino, 1990; Thomas, 1988). Esse Plano causou um explosivo aumento na produção doméstica de agrotóxicos, fazendo do Brasil um exportador líquido em 1981 (Ferreira et al., 1986).

Há os que argumentam sobre as economias geradas pelo plano para o país, que aplicou US\$37 milhões em importação de agrotóxicos em 1970, e US\$281 milhões em 1981, figura que poderia atingir US\$534 milhões se a estrutura produtiva (de substituição de importações) não tivesse sido alterada (Alves, 1986a). Tal visão, entretanto, deve ser tida como enviesada, pois assume que o comportamento do mercado teria sido o mesmo, em uma situação de oferta diferente. De qualquer maneira indaga-se: quais fatores causaram essa expansão? Na verdade o governo brasileiro foi um generoso facilitador para as indústrias, fornecendo crédito agrícola vinculado à compra de agrotóxicos (Ferrari, 1985) e permitindo um enorme grau de internacionalização da produção (em 82 as companhias transnacionais detinham 77% do mercado brasileiro) (Naidin, 1986). As indústrias foram ainda chamadas a prestar assistência técnica no campo, já que o governo desmontava os programas oficiais, permitindo o controle do mercado desde a produção até o fornecimento. No âmbito da legislação, como veremos a seguir, a liberalidade permitia às indústrias comercializar compostos banidos em outros países, prolongando a vida econômica dos produtos e tornando o mercado brasileiro mais atraente (Naidin, 1986).

Em relação à legislação, a modernização foi extremamente tardia (Galvão, 1980; Locatelli & Falco, 1972; Soares, 1977; Yates, 1971), sendo que as leis de 1934 (portanto anteriores à introdução dos organoclorados) prevaleceram até 1986 (Zambrone, 1986). Padrões de qualidade de água e limites de presença de resíduos também foram estabelecidos tardiamente (Potabilidade, 1977; Brasil, 1986; Stellfeld et al., 1981). Em 1986 um artigo revisando a legislação vigen-

te clamava por um novo código (Alves, 1986b). O conjunto de leis a prevalecer havia surgido pioneiramente no estado do Rio Grande do Sul em 1977 e serviu de modelo para o Brasil - sob o sonoro protesto das indústrias (Caufield, 1983). A legislação então estabeleceu o receituário agrônômico, banuiu os organoclorados (salvo para usos especiais, que infelizmente continuaram muitos), e passou a exigir a renovação dos registros. Mais importante, permitia que entidades civis solicitassem o cancelamento de registros (Menezes, 1986). Uma boa lei, contudo, não garante que problemas tão complexos quanto os relacionados ao uso de agrotóxicos se resolvam, seja em termos agrícolas (Five, 1990), como ambientais (Langenbach, 1991):

## Conscientização, apreensão, e vontade de mudança

Uma modificação simples em um pulverizador pode reduzir a exposição dérmica de um trabalhador aplicando agrotóxicos em tomate de 1.865ml/h para 167 ml/h (Machado Neto et al., 1992). Porém, agricultores agonizam e perecem vítimas de agrotóxicos com uma frequência certamente muito maior que o admissível (Lorand et al., 1984), tanto por acidentes como por exposição crônica, legalmente não evitável. Quarenta por cento dos agricultores de Nova Friburgo no RJ, e 12% de 1.493 agricultores de 10 municípios do Estado de Santa Catarina foram dignosticados como apresentando contaminação sangüínea por organofosforados. Sintomas de distúrbios psiquiátricos foram observados em 44% das mulheres e 56% dos homens (comparado com 5 e 15%, respectivamente, para a população brasileira em geral) envolvidos na aplicação de agrotóxicos em lavouras de tomate no Pernambuco, enquanto que nada menos que 71% das mulheres sofreram abortos espontâneos (Araujo & Augusto, 1999). Esses números contestam a asserção das indústrias de que contaminação e mortes são causadas por uso impróprio - sendo portanto um problema do usuário -, mas esses números são indicação de que impróprio é o uso (Ferrari, 1985). Somente com uma efetiva e engajada participação da comu-

nidade informada, e com o veemente apoio dos agentes sociais envolvidos, a sociedade poderá lograr uma melhoria sobre as atuais condições de impacto ambiental por agrotóxicos no Brasil (Bull & Hathaway, 1986).

A divulgação de informações dúbias por agentes não qualificados tendem a distorcer o problema, sendo contraproducente na educação da população e na definição de programas para o enfrentamento do problema (Diniz & Amaral, 1978). Outro aspecto importante relaciona-se à própria forma de definir segurança e níveis de tolerância (Almeida, 1973; Lavorenti & Giannotti, 1990). Normalmente consideram-se parâmetros toxicológicos determinados em ensaios de laboratório, e padrões médios de consumo da população, para estabelecer concentrações aceitáveis em alimentos consumidos diariamente por milhões de pessoas. Como aceitar tal procedimento, quando muitos agrotóxicos proibidos em vários países são legalmente usados entre nós? (Dinham, 1997; Santiago, 1986). Esse embate poderia ser abordado através de uma avaliação de custo/benefício, mas resta sempre a possibilidade de novamente o agente melhor organizado e com maior poder de barganha vencer – isto é, benefício para a indústria, custo para a comunidade (Zambrone, 1986). Há quem argumente que esses custos são muito altos - a presença de agrotóxicos e resíduos nos alimentos e no ambiente seria, em si, inadmissível (Goellner, 1993; Paschoal, 1983a; Pessanha & Menezes, 1985).

Faz-se necessário pensar adiante, desenvolver e incentivar uma agricultura sustentável, avançada em relação àquela convencional da revolução verde, aquela dependente de insumos tóxicos e devoradora de recursos naturais (Paschoal, 1983b). O avanço de uma tal alternativa sustentável e agroecológica esbarra na política ainda vigente, uma vez denominada “modernização conservadora” (Ferrari, 1985). Ênfase se dá apenas a culturas de exportação, manejadas intensivamente e em extensas monoculturas mecanizadas para atender a um mercado ávido, tão somente, por preços competitivos. O trabalhador rural e o pequeno agricultor familiar são expulsos do campo, e os que permanecem são aprisionados em um círcu-

lo de envenenamento e pobreza (Ruegg et al., 1986). Intoxicações são atribuídas à ignorância, ao analfabetismo, ao treinamento inadequado, à falta de equipamentos e à desconsideração dos alertas sobre a toxicidade e o perigo dos agrotóxicos. Mas está claro que as causas principais dos impactos dos agrotóxicos encontram-se em uma esfera superior, e devem ser atribuídas à preponderância de políticas econômicas orientando a produção, as vendas e o uso dos agrotóxicos (Ruegg et al., 1987). Afinal, trata-se de um problema que envolve tantos quantos 375.000 casos de envenenamento no mundo, com até 10.000 mortes por ano! (Bull & Hathaway, 1986).

Prevenir e abater intoxicações significa mudar práticas e engajar a sociedade em um amplo movimento que, simultaneamente: a) promova uma efetiva e rigorosa fiscalização, e demande o uso do receituário agrônômico; b) faça a população em geral, e os agricultores em particular, cientes dos perigos e dos aspectos de morbidade e mortalidade no uso dos agrotóxicos; c) instrua pessoal em segurança química, incluindo toxicologia e manuseio adequado de agrotóxicos; d) promova e incentive programas de manejo integrado de pragas, plantio de variedades resistentes, rotação de culturas, controle biológico e sistemas de alerta para detecção de surtos emergentes de pragas; e) enfim, desenvolva e pratique uma agricultura sustentável (Quirino et al., 1999; Ruegg et al., 1986).

É importante levar em consideração que este estudo se atém aos aspectos relativos à contaminação por agrotóxicos, tão somente, mas que a problemática dos agrotóxicos e seus efeitos ambientais apresenta muitas facetas (Amstalden, 1993). Há os que argumentam veementemente em favor da eliminação do uso de agrotóxicos, com justificativa em três fatos principais: a) agrotóxicos não são uma forma efetiva e definitiva de controlar pragas, porque induzem resistência e surtos de pragas secundárias, acarretando um círculo de dependência; b) agrotóxicos causam desequilíbrios na natureza, deteriorando solos, extinguindo espécies, e causando toda sorte de degradações no ambiente; e c) agrotóxicos envenenam a população tanto nos campos como nas cidades. Esses argumentos podem ser considerados válidos para todo o mundo, embora em regiões em desen-

volvimento o poderio econômico se exacerbe, e a população passe praticamente ao papel de refém do círculo de dependência (Amstalden, 1993).

Uma tal solução, de eliminação do uso dos agrotóxicos, não parece viável a curto termo, face ao modelo agrícola estabelecido e do qual depende a segurança alimentar da humanidade. Seriam então os esforços dedicados a educar a população e particularmente os agricultores passíveis de sucesso? (Rahde, 1982). Deveríamos educar ou proibir? (Pereira, 1980).

## Uma aliança para o ambiente e a saúde

Do que se depreende deste ensaio sobre os impactos dos agrotóxicos sobre o ambiente e a saúde, fica evidente que mudar é preciso, e que há meios para tanto. Enquanto sociedade organizada devemos primeiramente assumir a agenda da sustentabilidade como válida e lançar-nos em seu encalço. Poderemos então partir para o particular. Quando aprendemos que o crédito oficial foi o mecanismo de escolha para o favorecimento às indústrias, percebemos que mecanismos semelhantes poderiam ser empregados para incentivar, ao invés de dificultar como hoje ocorre, o salto tecnológico que necessitamos.

Se parceria para o futuro é a palavra do momento, devemos reunir todos os parceiros que participam do *agribusiness*, em um exercício de coresponsabilidade. Incorporar no ramo das substâncias tóxicas, mais justificadamente que em qualquer outro, o conceito de ciclo de vida de produto. Embalagens e produtos não usados completando o ciclo produção-venda-uso-retorno (*from cradle to grave*), de forma segura e manuseados pela própria indústria, especialista no produto. Devemos convidar as indústrias para um exercício de eqüidade na disponibilidade de produtos, de forma que somente aqueles considerados seguros em todas as partes do mundo estejam disponíveis em nosso meio. Muitas outras mudanças como essas, umas simples, outras mais difíceis, devem ocorrer. É premente que nossos representantes dialoguem sobre uma política comum para o tratamento da questão do impac-

to dos agrotóxicos em nosso ambiente e nossa saúde. O tema merece, o momento é favorável.

Esta revisão sobre contaminação ambiental por agrotóxicos no Brasil instrui o enunciado de uma série de recomendações que compõem uma agenda básica para a racionalização do uso de agrotóxicos:

- 1) Promover um “Programa Nacional de Racionalização do Uso de Agrotóxicos”, no qual autoridades com poder de arbítrio e regulamentação do uso de agrotóxicos estabeleceriam um protocolo de ações para minimização dos impactos ambientais.
- 2) Promover efetiva fiscalização e exigir o estabelecimento e utilização obrigatória do receituário agronômico.
- 3) Promover um amplo programa de conscientização dos riscos e de aspectos de mortalidade e morbidade no uso de agrotóxicos, tanto para a população em geral, quanto em especial para os agricultores.
- 4) Promover e incentivar a ampla implantação de programas de manejo integrado de pragas (MIP) e cultivos, seleção e introdução de variedades resistentes, rotação de culturas, controle biológico, e sistemas de alerta para detecção de surtos emergentes de pragas.
- 5) Estabelecer um cronograma para implantação de um programa de ciclo de vida de produtos (*from cradle to grave concept*) para containers e embalagens de agrotóxicos, bem como para restos não utilizados, envolvendo a indústria na co-responsabilidade pelos seus produtos.
- 6) Proibir imediatamente o comércio em toda a região de produtos banidos nos países de origem das empresas produtoras, bem como daqueles reconhecidamente danosos ao ambiente e à saúde e para os quais haja alternativas viáveis.
- 7) Incentivar a produção em larga escala de agentes de controle biológico, e apoiar as pesquisas sobre formulação de produtos biológicos. Simultaneamente, promover estudos sobre o impacto ambiental de biopesticidas e estabelecer as normas para seu registro.

## Referências

- ALENCAR, J. A. de; LIMA, M. F.; CARVALHO, G. A. de; OLIVEIRA, C. M. de Descarte de embalagens de agrotóxicos. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 8, p. 9-26, 1998.
- ALEXANDRE, G. A. L.; SZIKSZAY, M.; LIGO, M. A. V.; KHARAKA, Y. K.; CHUDAEV, O. V. Behavior of copper from agricultural pesticides in the unsaturated and saturated zones in a tropical climate, State of Sao Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER ROCK INTERACTION, 8., 1995, Vladivostok. **Anais... Vladivostok**, 1995. p. 851-853.
- ALMEIDA, M. E. W. de; BARRETTO, H. H. C. Resíduos de pesticidas clorados em leite consumido em São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 31, p. 13-20, 1971.
- ALMEIDA, W. F. Tolerância de resíduos de pesticidas ao nível internacional. **O Biológico**, v. 39, n. 7, p. 188-189, 1973.
- ALMEIDA, W. F. Acúmulo de inseticidas no homem e sua significação epidemiológica. **O Biológico**, v. 40, n. 6, p. 171-183, 1974a.
- ALMEIDA, W. F. Praguicidas em veterinária e os problemas de seus resíduos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. **Anais... São Paulo: SBMV**, 1974b. p. 341-349.
- ALMEIDA, W. F. Contaminação ambiental e alimentar por mercúrio e suas conseqüências. **O Biológico**, v. 41, n. 7, p. 208-220, 1975.
- ALMEIDA, W. F.; MELLO, D. de; PUGA, F. R.; GAETA, R. Intoxicações profissionais por praguicidas. In: MENDES, R. (Ed.). **Medicina do trabalho - Doenças profissionais**. São Paulo: Sarvier, 1980. p. 511-569.
- ALMEIDA, W. F.; SVETLICIC, B. Aspectos de saúde pública referentes ao uso de pesticidas no Brasil. **O Biológico**, v. 38, n. 4, p. 99-104, 1972.
- ALVARADO, L. El control de plagas en la Argentina: presente y futuro. In: SEMINARIO JUICIO A NUESTRA AGRICULTURA. HACIA EL DESARROLLO DE UNA AGRICULTURA

- SOSTENIBLE, 1990, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1990, p. 241-255.
- ALVES, A. Usos e abusos. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 49-52, 1986a.
- ALVES, H. T. Legislação sobre defensivos agrícolas no Brasil: passado, presente e futuro. **Horticultura Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 4-6, 1986b.
- AMSTALDEN, L. F. F. Meio ambiente, pesticidas e contaminações: as muitas faces de um problema. **Reforma Agrária**, v. 23, n. 1, p. 87-99, 1993.
- ANDRÉA, M. M.; LORD, K. A.; RUEGG, E. F. Distribution of  $^{14}\text{C}$ - in soil and rice plants following applications of  $^{14}\text{C}$ -parathion to soil. **Energia Nuclear na Agricultura**, v. 5, n. 1, p. 41-57, 1983.
- ANDRÉA, M. M. de; WIENDL, F. M. Formation and biorelease of bound residues of pesticides in two Brazilian soils. II. [ $^{14}\text{C}$ ]-parathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 695-700, 1995.
- ANDRÉA, M. M. de; WIENDL, F. M.; RUEGG, E. F. Comportamento de metabólitos tóxicos do inseticida dissulfoton- $^{14}\text{C}$  em feijoeiro e em solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 291-296, 1989.
- ARAUJO, A.; AUGUSTO, L. Tomato production in Brazil. Poor working conditions and high residues threaten safety. **Pesticides News**, v. 46, p. 12-14, 1999.
- ARAUJO, A. C.; TELLES, D. L.; GORNI, R.; LIMA, L. L. Endosulfan residues in Brazilian tomatoes and their impact on public health and the environment. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 62, n. 6, p. 671-676, 1999.
- AVELAR, W. E.; NATHER, F. C.; FIGUEIREDO, M. C. de; CASANOVA, I. C.; LOPES, J. L. Biological monitoring of organochlorides using the limnic bivalve *Anodontites trapesimalis* (Lam., 1819). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 63, n. 4, p. 337-343, 1991.
- BARRA, R.; VIGHI, M.; GUARDO, A. D. Prediction of surface water input of chloridazon and chlorpyrifos from an agricultural watershed in Chile. **Chemosphere**, v. 30, n. 3, p. 485-500, 1995.

- BARRETTO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K.; LEMES, V. R. R. Níveis de pesticidas organoclorados em gordura de frango, 1988-1991. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 52, n. 1/2, p. 97-100, 1992.
- BARROSO, D. G.; SILVA, M. L. N. Poluição e conservação dos recursos naturais - solo e água. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 176, p. 17-24, 1992.
- BATISTA, G. C. de Resíduos de aldicarb em citros. **Laranja**, v. 2, n. 8, p. 423-441, 1987.
- BATISTA, G. C. de; BOSCARIOL, L. R.; ISHIDA, M.; CARDOSO, M. R. de O. Resíduos de aldicarb em batata aplicado no plantio e/ou em cobertura determinados por cromatografia gasosa. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, n. 1, p. 157-164, 1988.
- BATISTA, G. C. de; HOJO, H.; COELHO, S.; FRANCO, J. F.; ALCÂNTARA, V. B. de Resíduos de aldicarb em batata determinados por cromatografia em fase gasosa. **O Solo**, v. 73, n. 1, p. 13-15, 1981.
- BELLOTTI, A. C.; CARDONA, C.; LAPOINTE, S. L. Trends in pesticide use in Colombia and Brazil. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 7, n. 3, p. 191-201, 1990.
- BERBERT, P. R. F. Resíduos de malation em amêndoas de cacau colhidas a diferentes intervalos após a aplicação. **Revista Theobroma**, v. 18, n. 2, p. 115-121, 1988.
- BERBERT, P. R. F.; ABREU, J. M. de; GRADVOHL, M. P. G. M. Toxicidade de endosulfan a peixes e crustáceos nativos e exóticos do sul da Bahia. **Agrotrópica**, v. 1, n. 2, p. 144-152, 1989.
- BERBERT, P. R. F.; CRUZ, P. F. N. da. Níveis de BHC em amêndoas de cacau na Bahia, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 7., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1983. p. 36-41.
- BERBERT, P. R. F.; CRUZ, P. F. N. da. Níveis residuais de BHC (HCH) nos principais rios e lagos da região cacauzeira sul da Bahia, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 8., 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1984. p. 55-63.
- BERETTA, M.; DICK, T. Organochlorine compounds in human milk, Porto Alegre, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 53, n. 3, p. 357-360, 1994.

- BERTON, O. Some resistance problems in Brazil. **Resistant Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 21-22, 1994.
- BITTENCOURT, M. A. L.; CRUZ, F. Z. da Toxicidade de produtos químicos sobre ácaros predadores (acari: phytoseiidae) em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, n. 2, p. 249-261, 1988.
- BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. de A. Persistência de herbicidas em latossolo vermelho-amarelo em cultura de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 7, p. 681-687, 1987.
- BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. de A. Persistência de ametryne, atrazine, simazine e diuron no solo após aplicações anuais, em cultura de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 9, p. 1161-1168, 1989.
- BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; MATALLO, M. B. Persistência e resíduos do herbicida oryzalin em solos cultivados com soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 10, p. 1107-1113, 1988.
- BLANCO, H. G.; MATALLO, M. B.; OLIVEIRA, D. de A.; BLANCO, F. M. G. Persistência do herbicida metolachlor em solos franco-argilo-arenosos cultivados com soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 9, p. 1169-1174, 1989.
- BOGLIANI, M. P.U.R.A. - Project d'Utilisation Rationnelle des Produits Agrochimiques. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES TECHNIQUES D'APPLICATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES, 2., 1993, Strasbourg. **Anais...** Strasbourg, 1993. p. 445-452.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de Junho. **Diário Oficial da União**, Brasília. 30 de Julho, 1986. p. 113-156.
- BRESLIN, P. The valley without birds. **Grassroots Development**, v. 12, n. 2, p. 24-31, 1988.
- BULL, D.; HATHAWAY, D. **Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo**. Petrópolis: Editora Vozes/OXFAM/FASE, 1986. 236 p.
- CABRERA, H. A. P.; MENEZES, H. C. de; OLIVEIRA, J.J. do V.; BATISTA, R. F dos S. Avaliação da concentração de diuron e paration metílico nos sub-produtos do abacaxi cv smooth cayenne processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 1, p. 20-23, 1999.

CACERES, O.; TUNDISI, J. G.; CASTELLAN, O. A. M. Resíduos de inseticidas organoclorados na represa do Broa e nos seus rios tributários. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 12, p. 1659-1662, 1980.

CACERES, O.; TUNDISI, J. G.; CASTELLAN, O. A. M. Residues of organochloric pesticides in reservoirs in Sao Paulo State. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 3, p. 259-264, 1987.

CACERES, O.; CASTELLAN, O. A. M.; MORAES, G.; PEREIRA, M. Resíduos de pesticidas clorados em água das cidades de São Carlos e Araraquara. **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 12, p. 1622-1626, 1981.

CALDAS, E. D.; COELHO, R.; SOUZA, L. C. K. R.; SILVA, S. C. Organochlorine pesticides in water, sediment, and fish of Paranoá Lake of Brasília, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 62, n. 2, p. 199-206, 1999.

CAMARA, V. de M.; COREY, G. Epidemiologic surveillance for substances banned from use in agriculture. **Bulletin of the Pan American Health Organization**, v. 28, n. 4, p. 355-359, 1994.

CAMPANHOLA, C.; BROMILOW, R. H.; LORD, K. A.; RUEGG, E. F. Comportamento de metribuzin e trifluralina no solo e sua absorção por soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 565-571, 1982.

CAMPANHOLA, C.; MORAES, G.J.; SA, L.A.N. Review of IPM in South America. In: MENGECH, A.N.; SAXENA, K.N.; GOPALAN, H.N.B. (Ed.). **Integrated pest management in the tropics: current status and future prospects**. Chichester: John Wiley & Sons, 1995. p. 121-152.

CARDOSO, E. J. B. N.; Lambais, M. R. Efeito de aldicarb e fosetil-Al no desenvolvimento e na colonização micorrízica de tangerina Cleópatra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, n. 2, p. 179-184, 1993.

CARVALHO, J. P. de P.; NISHIKAWA, A. M.; ARANHA, S.; FAY, E. F. Resíduos de praguicidas organoclorados em gordura bovina. **O Biológico**, v. 50, n. 2, p. 39-48, 1984.

CARVALHO, J. P. de P.; NISHIKAWA, A. M.; FAY, E. F. Níveis de resíduos de praguicidas organoclorados em produtos cárneos sob inspeção federal. **Revista de Saúde Pública**, v. 14, p. 408-419, 1980.

- CARVALHO, W. A. Fatores de risco relacionados com exposição ocupacional e ambiental a inseticidas organoclorados no Estado da Bahia, Brasil, 1985. **Boletim de la Oficina Sanitaria Panamericana**, v. 111, n. 6, p. 512-524, 1991.
- CARVALHO, W. A.; RODRIGUES, D. S.; RAMOS, C. A.; COSTA, M. B. Incidência de intoxicações por praguicidas no Estado da Bahia, Brasil - 1983-1987. **Revista da Sociedade Brasileira de Toxicologia**, v. 1, p. 67-70, 1988.
- CAUFIELD, C. Companies defy Brazilian pesticide law. **New Scientist**, v. 11, p. 393, 1983.
- CELESTE, M. F.; CACERES, O. Resíduos de praguicidas clorados na represa do Ribeirão do Lobo (Broa) e nos seus rios tributários. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 1, p. 66-70, 1987.
- CELESTE, M. de F.; CACERES, O. Resíduos de praguicidas organoclorados em peixes da represa do Ribeirão do Lobo (Broa) - São Carlos, SP. **Ciência e Cultura**, v. 40, n. 6, p. 586-590, 1988a.
- CELESTE, M. de F.; CACERES, O. Resíduos de praguicidas organoclorados no sedimento da represa do ribeirão do Lobo (Broa) - São Carlos, SP. **Ciência e Cultura**, v. 40, n. 9, p. 900-905, 1988b.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. da Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.
- CIUDAD, B. C.; MOYANO, A. S. Residuos de pesticidas persistentes en recursos naturales del Valle Aconcagua. **Agricultura Tecnica**, v. 48, n. 2, p. 142-146, 1988.
- COLOMBO, J. C.; KHALIL, M. F.; ARNAC, M.; HORTH, A. C.; CATOGGIO, J. A. Distribution of chlorinated pesticides and individual polychlorinated biphenyls in biotic and abiotic compartments of the Rio de La Plata, Argentina. **Environmental Science and Technology**, v. 24, n. 4, p. 498-505, 1990.
- CROSSON, P. A schematic view of resources, technology and environment in agricultural development. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 9, n. 4, p. 339-357, 1983.
- DELAZARI, I.; COSTA, M. A.; GIOLITTI, G. Residui di antiparassitari organoclorurati nei polli allevati in Brasile. **Ingegneria Alimentare, Le Conserve Animali**, v. 7, n. 6, p. 19-30, 1991.
- DIANESE, J. C.; PIGATI, P.; KITAYAMA, K. Resíduos de inseticidas clorados no lago Paranoá de Brasília. **O Biológico**, v. 42, n. 7-8, p. 151-155, 1976.

- DINHAM, B. Progress towards a Prior Informed Consent (PIC) convention. **Pesticide Outlook**, v. 8, n. 4, p. 33-36, 1997.
- DINIZ, J. M. de A. R.; AMARAL, J. F. do. Problemas técnicos e sociais decorrentes da divulgação de assuntos envolvendo defensivos agrícolas. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 3, p. 271-274, 1978.
- DULLEY, R. D.; MIYASAKA, S. Agricultura sustentável e prioridade aos insumos agrícolas internos. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 11, p. 29-33, 1994.
- EGBOKA, B. C. E.; NWANKWOR, G. I.; ORAJAKA, I. P.; EJIOFOR, A. O. Principles and problems of environmental pollution of groundwater resources with case examples from Developing Countries. **Environmental Health Perspectives**, v. 83, p. 39-68, 1989.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - CNPMA. **Programa Qualidade Ambiental**: documento orientador. Jaguariúna, 1995.
- FAETH, P. Building the case for sustainable agriculture: policy lessons from India, Chile, and the Philippines. **Environment**, v. 36, n. 1, p. 16-39, 1994.
- FERNANDES MOREIRA, L.; SABINO de OLIVEIRA, J. Análise de resíduos de metamidofós em frutos de tomate, água e solo da região agrícola de Viçosa-MG. **Revista Ceres**, v. 44, n. 252, p. 161-168, 1997.
- FERNICOLA, N. A. G. G. de; AZEVEDO, F. A. de. Serum levels of organochlorine insecticides in humans in São Paulo, Brazil. **Veterinarian and Human Toxicology**, v. 24, n. 2, p. 91-93, 1982.
- FERRARI, A. **Agrotóxicos, a praga da dominação**. Porto Alegre: Editora Mercado Aberto, 1985. 87 p.
- FERREIRA, C. T.; CARVALHO, F. C. de; CARMO, A. J. B. Evolução do setor de defensivos agrícolas no Brasil, 1964-83. **Agricultura em São Paulo**, v. 33, n. 1-2, p. 1-53, 1986.
- FERREIRA, J. R.; PRADO FILHO, L. G. do; CASTRO, L. A. B. de. Alguns dados sobre a poluição por pesticidas clorados na região lagunar estuarina de Cananéia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 7, n. único, p. 103-109, 1980.
- FERREIRA, M. S. Resíduos de fungicidas em alimentos. **Summa Phytopathologica**, v. 19, n. 1, p. 64-65, 1993.

- FERREIRA, M. S.; GUINDANI, C. M. A.; ÚNGARO, M. T. S.; BAGDONAS, M. Resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados em solos do Estado do São Paulo. **O Biológico**, v. 54, n. 1-6, p. 21-25, 1988.
- FERRI, M. V. W.; ELTZ, F. L. F. Influência do glyphosate, isolado ou misturado com 2,4-D éster, sobre a mesofauna em sementeira direta de soja em campo nativo. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 4, n. 2, p. 125-132, 1998.
- FIVE Latin American Countries' Controls over the Registration and Use of Pesticides. 1990. 21 p.
- FLORES, M. X.; QUIRINO, T. R.; NASCIMENTO, J. C.; RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. Pesquisa para agricultura auto-sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 29, n. 1, p. 1-21, 1991a.
- FLORES, M. X.; QUIRINO, T. R.; NASCIMENTO, J. C.; RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. **Pesquisa para agricultura auto-sustentável: perspectivas de política e organização na Embrapa**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991b. v. 5, 28 p.
- FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas - una metodología basada en datos existentes**. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1991. 81 p.
- FOSTER, S.; VENTURA, M.; HIRATA, R. **Contaminación de las aguas subterráneas - un enfoque ejecutivo de la situación en América Latina y el Caribe en relación con el suministro de agua potable**. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1987. 42 p.
- FUTINO, A. M.; SALLES FILHO, S. A biotecnologia na agricultura brasileira: a indústria de defensivos agrícolas e o controle biológico. **Agricultura em São Paulo**, v. 38, n. especial, p. 45-88, 1991.
- FUTINO, A. M.; SILVEIRA, J. M. J. F. da A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 38, n. especial, p. 1-43, 1991.
- GALVÃO, D. M. **Normas para o registro de defensivos agrícolas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal, Divisão de Produtos Fitossanitários, 1980. 77 p.

GARBINO, J. P. de Safe use of pesticides in Uruguay. **Studies in Environmental Sciences**, v. 18, p. 69-76, 1982.

GARCIA, E. G.; ALMEIDA, W. F. de Exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 19, n. 72, p. 7-11, 1991.

GARGANTINI, H.; GIANNOTTI, O.; TELLA, R. Lixiviação do BHC (isômero gama) em solo tipo arenito Bauru. **Bragantia**, v. 16, n. 6, p. 73-79, 1957.

GEBARA, A. B.; CISCATO, C. H. P.; SILVA, F. M. da Resíduos de pesticidas em morangos comercializados na cidade de São Paulo, de 1994 a 1996. **Higiene Alimentar**, v. 13, n. 66-67, p. 100-103, 1999.

GEBARA, A. B.; FERREIRA, M. S.; CISCATO, C. H. P.; SANTIAGO, M. R. Resíduos de agrotóxicos em frutas comercializadas na CEAGESP. In: BRAZILIAN CONGRESS OF TOXICOLOGY, 8., 1995, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Brazilian Society of Toxicology, 1995. p.144.

GHINI, R. Efeito de fungicidas sobre microrganismos não alvo. **Summa Phytopathologica**, v. 19, n. 1, p. 62-63, 1993.

GLOEDEN, E.; CUNHA, R. C. A.; FRACCAROLI, M. J. B.; CLEARY, R. W. The behaviour of vinasse constituents in the unsaturated and saturated zones in the Botucatu Aquifer recharge area. **Water Science and Technology**, v. 24, n. 11, p. 147-157, 1991.

GOELLNER, C. I. **Utilização dos defensivos agrícolas no Brasil: análise do seu impacto sobre o ambiente e a saúde humana.** São Paulo: Ed. Artgraph, 1993. 102 p.

GONZALEZ, R. H. Incremento de uso de pesticidas en huertos frutales de exportación. **Revista Fruticola**, v. 16, n. 2, p. 73-77, 1995.

GUINDANI, C. M. A.; UNGARO, M.T. S. Avaliação de resíduos de dicofol e endosulfan em morangos comercializados. **O Biológico**, v. 54, n. 53-54, p. 7-12, 1988.

HANKIN, L.; PYLYPIW, H. M. JR. Pesticides in orange juice sold in Connecticut. **Journal of Food Protection**, v. 54, n. 4, p. 310-311, 1991.

HAY, A. A recent assessment of cocoa and pesticides in Brazil: an unhealthy blend for plantation workers. **Science of the Total Environment**, v. 106, n. 1-2, p. 97-109, 1991.

- HELENE, C. G.; LORD, K. A.; RUEGG, E. F. The persistence, leaching and volatilization of 14C-aldrin in two Brazilian soils. **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 1, p. 101-105, 1981.
- HIRATA, R. C. A.; BASTOS, C. R. A.; ROCHA, G. A.; GOMES, D. C.; IRITANI, M. A. Groundwater pollution risk and vulnerability map of the State of Sao Paulo, Brazil. **Water Science and Technology**, v. 24, n. 11, p. 159-169, 1991.
- HIRATA, R. C. A.; RODRIGUES, G. S.; PARAIBA, L. C.; BUSCHINELLI, C. C. Groundwater contamination risk from agricultural activity in Sao Paulo State (Brazil). In: CHILTON, P.J.; JEGAT, H.J.; STUART, M.E. (Ed.). **Groundwater and agriculture: the interrelationship**. Merida: British Geological Survey, 1995. p. 93-101.
- JANIOT, L. J.; SERICANO, J. E.; ROSES, O. E. Chlorinated pesticide occurrence in the Uruguay River (Argentina-Uruguay). **Water, Air and Soil Pollution**, v. 76, n. 3-4, p. 323-331, 1994.
- JAPENGA, J.; WAGENAAR, W. J.; SALOMONS, W.; LACERDA, L. D.; PATCHINEELAM, S. R.; LEITAO FILHO, C. M. Organic micropollutants in the Rio de Janeiro coastal region, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 75, p. 249-259, 1988.
- JENNINGS, G. Brazil - the sleeping giant is awakening? **Chemistry and Industry**, v. 6, p. 175-179, 1988.
- KUCINSKI, B. O veneno nosso de cada dia. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 58-62, 1986.
- LAABS, V.; AMELUNG, W.; ZECH, W. Multi-residue analysis of corn and soybean pesticides in Brazilian Oxisols using gas chromatography and mass selective detection. **Journal of Environmental Quality**, v. 28, n. 6, p. 1778-1786, 1999.
- LAMMEL, J. S. Defensivos: indispensável o controle das pragas. **Agricultura Hoje**, v. 6, n. 61, p. 16-17, 1980.
- LANCHOTE, V.L.; BONATO, P.S.; CERDEIRA, A. L.; SANTOS, N. A. G.; CARVALHO, D. de; GOMES, M. A. HPLC screening and GC-MS confirmation of triazine herbicides residues in drinking water from sugar cane area in Brazil. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 118, n. 3-4, p. 329-337, 2000.
- LANDONI, J. N. de Contaminación: impacto sobre la salud humana. In: SEMINARIO JUICIO A NUESTRA AGRICULTURA. HACIA EL DESARROLLO DE UNA AGRICULTURA

- SOSTENIBLE, 1990, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1990, p. 163-179.
- LANGENBACH, T. Science in the ecotoxicology of pesticides in Brazil. **Ciência e Cultura**, v. 43, n. 3, p. 198, 1991.
- LANGENBACH, T.; SCHROLL, R.; PAIM, S. Fate and distribution of <sup>14</sup>C-atrazine in a tropical oxisol. **Chemosphere**, v. 40, n. 5, p. 449-455, 2000.
- LARA, W. A tolerância tem limites. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 63-64, 1986.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C. Resíduos de pesticidas clorados em águas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 32, p. 69-74, 1972a.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C. Resíduos de pesticidas clorados em alimentos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 32, p. 89-94, 1972b.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C. Influência do processamento sobre os resíduos de aldrin em arroz tratado para o plantio. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 37, p. 57-60, 1977.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K. Níveis de BHC e DDT em peixes, camarões e ostras do litoral de Santos, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 40, n. 1, p. 29-33, 1980a.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K. Variação dos níveis de resíduos de pesticidas organoclorados em leite consumido na cidade de São Paulo em 1979. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 40, n. 1, p. 65-73, 1980b.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K. Variação dos níveis de resíduos de pesticidas organoclorados em leite pasteurizado tipo B, distribuído na cidade de São Paulo, de 1980 a 1981. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 45, n. 1, p. 43-52, 1985.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C.; TAKAHASHI, M. Y. Resíduos de pesticidas clorados em conservas de carne bovina. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 31, p. 63-70, 1971.
- LARA, W. H.; BARRETO, H. H. C.; VARELLA-GARCIA, M. Níveis de dieldrin em sangue de aplicadores de aldrin na região de São José do Rio Preto, São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 41, n. 1, p. 9-14, 1981.

LARA, W. H.; BARRETTO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K. Resíduos de pesticidas organoclorados em leite humano, São Paulo, Brasil, 1979-1981. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 42, n. 1/2, p. 45-52, 1982.

LARA, W. H.; BARRETTO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K. Níveis de pesticidas organoclorados em soro sanguíneo de pessoas expostas a doença de Chagas no Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 47, n. 1/2, p. 19-24, 1987.

LAVORENTI, A.; GIANNOTTI, O. Resíduos de pesticidas em alimentos e segurança dos consumidores. **Revista de Agricultura**, v. 65, n. 1, p. 15-35, 1990.

LAZEN, R. S. Situación actual y futura de los plaguicidas agrícolas. **Simiente**, v. 62, n. 2, p. 114-115, 1992.

LEAL, W. S.; MACHADO, J. D.; LIMA, M. de. A. e Resíduos de pesticidas organoclorados em sangue de trabalhadores da agricultura de Pernambuco (Brasil). In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 8., 1984. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1984. p. 67-80.

LEMES, V. R. R.; INOMATA, O. N. K.; BARRETTO, H. H. C. Resíduos de endossulfan em tubérculos e frutos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, n. 1/2, p. 49-54, 1993.

LENARDÓN, A. M.; HEVIA, M. I. M. de; FUSE, J. A.; NOCHETTO, C. B. de; DEPETRIS, P. J. Organochlorine and organophosphorous pesticides in the Parana River (Argentina). **Science of the Total Environment**, v. 34, n. 3, p. 289-297, 1984.

LEVY, B. S.; KJELLSTROM, T.; FORGET, G.; JONES, M. R. D.; POLLIER, L. Ongoing research in occupational health and environmental epidemiology in developing countries. **Archives of Environmental Health**, v. 47, n. 3, p. 231-245, 1992.

LIMA, J. S.; REIS, C. A. G. Poisoning due to illegal use of carbamates as a rodenticide in Rio de Janeiro. **Journal of Toxicology**, v. 33, n. 6, p. 687-690, 1995.

LOCATELLI, M.; FALCO, G. de The regulation of pesticides in Argentina. **Residue Reviews**, v. 44, p. 39-64, 1972.

LOPES, L. C.; CASANOVA, I. C.; GARCIA de FIGUEIREDO, M. C.; NATHER, F. C.; AVELAR, W. E. P. Anodontites trapesialis: a biological monitor of organochlorine pesticides. **Archives**

of **Environmental Contamination and Toxicology**, v. 23, n. 3, p. 351-354, 1992.

LORAND, I. C. H.; SOUZA, C. A.; COSTA, F. F. Haematological toxicity associated with agricultural chemicals in Brazil. **Lancet**, v. 1, n. 8373, p. 404, 1984.

LORD, K. A.; ANDREA, M. M. de; HELENE, C. G.; RUEGG, E. F. Laboratory tests of the persistence of pesticides in two Brazilian soils. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 45, n. 3, p. 197-199, 1978a.

LORD, K. A.; HELENE, C. G.; ANDREA, M. M. de; RUEGG, E. F. Sorption and movement of pesticides on thin layer plates of Brazilian soils. **Arquivos de Instituto Biológico**, v. 45, n. 1, p. 47-52, 1978b.

LORD, K. A.; HELENE, C. G.; ANDREA, M. M. de; RUEGG, E. F. Sorção e movimento de pesticidas em camadas delgadas de solos brasileiros. **Ciência e Cultura**, v. 31, n. 2, p. 174-178, 1979.

LUCHINI, L. C. Adsorptive behaviour of herbicides in Brazilian soils. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 64, n. 1, p. 43-49, 1997.

LUCHINI, L. C.; HIRATA, R.; RUEGG, E. F. Sorção e mobilidade de pesticidas associados a propriedades físico químicas de solos de cerrados do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 157-162, 1984.

LUCHINI, L. C.; LORD, K. A.; RUEGG, E. F. Sorption and desorption of pesticides on Brazilian soils. **Ciência e Cultura**, v. 33, n. 1, p. 97-101, 1981.

LUCHINI, L. C.; PERES, T. B.; ANDREA, M. M. de Monitoring of pesticide residues in a cotton crop soil. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 35, n. 1, p. 51-59, 2000.

MACHADO NETO, J. G. Riscos de contaminação ocupacional com agrotóxicos. **Summa Phytopathologica**, v. 18, n. 1, p. 63-71, 1992.

MACHADO NETO, J. G.; VICTORIA FILHO, R. Dissipation of herbicide residues in the soil of a citrus orchard (*Citrus sinensis* L. Osbeck) after the ninth consecutive annual application. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 55, n. 2, p. 303-308, 1995.

MACHADO NETO, J. G.; MATUO, T.; MATUO, Y. K. Dermal exposure of pesticide applicators in staked tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) crops: efficiency of a safety

measure in the application equipment. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 48, n. 4, p. 529-534, 1992.

MACHADO NETO, J. G.; MATUO, T.; MATUO, Y. K. Efficiency of safety measures applied to a manual knapsack sprayer for paraquat application to maize (*Zea mays* L.). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 35, n. 4, p. 698-701, 1998.

MAIA, R.; BRANT, P. C. Estudo comparativo da contaminação da carne bovina por resíduos de pesticidas clorados nas regiões do Estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 40, n. 1, p. 15-21, 1980.

MALASPINA, O. Os pesticidas na apicultura. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 106, p. 68-71, 1983.

MARCUS, D.; ROBERT, P. Incidencia de pesticidas organoclorados en leche materna de diferentes estratos socioeconomicos de la Region Metropolitana - Chile. **Revista Chilena de Nutricion**, v. 19, n. 2, p. 124-129, 1991.

MARIN-MORENO, C. Como y donde conseguir agroquimicos y productos veterinarios. **Revista de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola**, v. 14, n. 76, p. 45-47, 1979.

MARTINS, J. P. **Farsa no Mercosul**. Campinas: Edições Independentes, 1996. 54 p.

MARZOCHI, M. C. de A.; COELHO, R. de B.; SOARES, D. A.; ZEITUNE, J. M. R.; MUARREK, F. J.; CECCHINI, R.; PASSOS, E. M. dos. Carcinogênese hepática no norte do Paraná e uso indiscriminado de defensivos agrícolas. I - Introdução a um programa de pesquisa. **Ciência e Cultura**, v. 28, n. 8, p. 893-901, 1976.

MATUO, Y. K.; LOPES, J. N.; CASANOVA, I. C.; MATUO, T.; LOPES, J. L. C. Organochlorine pesticide residues in human milk in the Ribeirão Preto region, State of São Paulo, Brazil. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 22, n. 2, p. 167-75, 1992.

MENEZES, F. A. da F. Antes tarde do que nunca. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 57, 1986.

MIGUEL, A. H. Environmental pollution research in South America. **Environmental Science and Technology**, v. 25, n. 4, p. 590-594, 1991.

- MONTEIRO, R. T. R.; HIRATA, R.; ANDRÉA, M. N. de; WALDER, J. M. M.; WIENDL, F. M. Degradação do inseticida ( $^{14}\text{C}$ ) endossulfan em três solos do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, n. 2, p. 163-168, 1989.
- MOREIRA, L. F.; OLIVEIRA, J. S.; ARAÚJO, J. G. F. de; BRAGA, G. M. Homem, meio ambiente e problemas toxicológicos derivados da utilização de inseticidas, na região agrícola de Viçosa - MG. **Economia Rural**, v. 7, n. 4, p. 34-38, 1996.
- MUSUMECI, M. R. Ecology of pesticides in Brazilian soils investigated by radiometric techniques. **Ciência e Cultura**, v. 43, n. 3, p. 202-204, 1991.
- MUSUMECI, M. R.; OSTIZ, S. de B. Binding of cypermethrin residue in Brazilian soils and its release by microbial activity. **Revista de Microbiologia**, v. 25, n. 4, p. 216-219, 1994.
- MUSUMECI, M. R.; OSTIZ, S. B.; BONANHO, T.; SILVA, M. C. D.; RUEGG, E. F. Radiotracer studies of maneb and ethylenothiourea in tomato fruit and in soils. **IAEA Technical Document**, v. 554, p. 7-16, 1989.
- NAIDIN, L. C. Um mercado sob reserva. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 53-56, 1986.
- NAKAGAWA, L. E.; LUCHINI, L. C.; MUSUMECI, M. R.; MATALLO, M. Behavior of atrazine in soils of tropical zone. Degradation, mobility and uptake of atrazine residues from soils in a crop rotation system (maize/beans). **Journal of Environmental Science and Health. Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, v. 31, n. 2, p. 203-224, 1996.
- NICOLELLA, A. D. R.; FERREIRA, E. M. Sistema regional de toxicovigilância; volume de atendimentos durante 1980 a 1983. **Boletim de Saúde**, v. 11, p. 12-22, 1984.
- NISHIKAWA, A. M.; FAY, E. F.; CARVALHO, J. P. de P.; ARANHA, S. Níveis de resíduos de praguicidas organoclorados em conservas de carne bovina. **O Biológico**, v. 48, n. 8, p. 189-193, 1982.
- OLIVEIRA, J. J. do V.; TOLEDO, M. C. de F. Resíduos de agrotóxicos em morangos. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 5, p. 95-110, 1995.
- OLIVEIRA, M. A. G. de; DORES, E. F. G. de C. Níveis de praguicidas organoclorados no leite materno de uma população de Cuiabá - Mato Grosso. **Pesticidas: Revista de**

**Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 8, p. 77-90, 1998.

OLIVEIRA, R. M.; BRILHANTE, O. M.; MOREIRA, J. C.; MIRANDA, A. C. Contaminação por hexaclorociclohexanos em área urbana da região sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 3, p. 228-233, 1995.

OLIVEIRA, S. M. de; GOMES, T. C. C. Contaminação por agrotóxico em população de área urbana - Petrópolis, RJ. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 6, n. 1, p. 18-26, 1990.

OLIVEIRAS, L. Y.; SCHNEIDER NETO, F. Pesquisa de resíduos de defensivos agrícolas em frutas, hortaliças, arroz, soja e grãos importados. **O Biológico**, v. 49, n. 11/12, p. 21-22, 1983.

OSTIZ, S. B.; KHAN, S. U. Nonextractable (bound) residues of cypermethrin in soils. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 53, n. 6, p. 907-912, 1994.

OSTIZ, S. de B.; MUSUMECI, M. R. Efeito de agrotóxicos na atividade biológica de dois solos, em experimentos de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 19-25, 1989.

PASCHOAL, A. D. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro: FGV, 1979. 102 p.

PASCHOAL, A. D. Biocidas - morte a curto e a longo prazo. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 28-40, 1983a.

PASCHOAL, A. D. O ônus do modelo da agricultura industrial. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 17-27, 1983b.

PECK, M.; COTTERILL, J. V.; BLANCO, F. J.; WILKINS, R. M.; SILVA, F. T. DA; COTRIM, A.; FERRAZ, A.; da SILVA, F. T. A field experiment to compare the movement of diuron from wettable powder and controlled release formulations in a Brazilian soil. In: WALKER, A.; ALLEN, R.; BAILEY, S.W.; BLAIR, A.M.; BROWN, C.D.; GUNTHER, P.; LEAKE, C.R.; NICHOLLS, P.H. (Ed.). **Pesticide movement to water symposium**. Coventry, 1995. p. 327-332.

PEIXOTO, T. M. A. G.; FRANKLIN, H. M. de O. H. Níveis de inseticidas organoclorados em mel de abelha. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3/4, p. 195-200, 1986.

PEREIRA, C. Educar ou proibir? **Atualidade Agropecuária**, v. 6, n. 52, p. 15-16, 1980.

- PEREIRA, E. C. Resíduos de fungicidas orgânicos do grupo de ditiocarbamatos em frutas e outros produtos de origem vegetal. **Revista da Sociedade Brasileira de Toxicologia**, v. 1/2, p. 41-43, 1988.
- PESSANHA, B. M. R.; MENEZES, F. A. da F. A questão dos agrotóxicos. **Agroanalysis**, v. 9, n. 9, p. 2-22, 1985.
- PIGATTI, A.; GIANNOTTI, O. Determinação biológica do BHC (isômero gama) em solos de lavouras de café, tratadas com esse inseticida e sua confirmação por cromatografia em papel. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 23, p. 101-107, 1956.
- POSSAS, C. A.; BORTOLETTO, M. E.; ALBUQUERQUE, D. T. C.; MARQUES, M. B. Intoxicações e envenenamentos acidentais no Brasil - uma questão de saúde pública. **Revista da Sociedade Brasileira de Toxicologia**, v. 1, p. 48-53, 1988.
- POTABILIDADE da água tem normas e padrão em todo o país. **Engenharia Sanitária**, v. 16, n. 1, p. 26-30, 1977.
- PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V. L. Degradação e adsorção de diuron em solos tratados com vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 217-223, 2000.
- PREGO, A. J. (Ed.). **El deterioro del ambiente en la Argentina**. Buenos Aires: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1988. 497 p.
- PUIGNAU, J.; VIGLIZZO, E., (Ed). **Libro verde - Elementos para una politica agroambiental en el Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR/IICA, 1997. 206 p.
- QUANTOS defensivos agrícolas há no País? **Defesa Vegetal**, v. 1, n. 2, p. 6, 1984a.
- QUIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGHT, J. T. C.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I.; CORRALES, F. M.; DIAS, E. C.; LUIZ, A. J. B.; CAVALCANTI, I. P. **Impacto agroambiental: Perspectivas, Problemas e Prioridades**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 184 p.
- RAETANO, C. G.; BATISTA, G. C. de Resíduos de fentoato em tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 31-36, 1995.
- RAHDE, A. F. Education of pesticide applicators in the state of Rio Grande Do Sul, Brazil. **Studies of Environmental Sciences**, v. 18, p. 77-87, 1982.

RAHDE, A. F. The epidemiology of poisoning: a monitoring program for developing countries. **Veterinary and Human Toxicology**, v. 34, n. 3, p. 261-263, 1992.

RAUBER, B. N.; HENNIGEN, M. R. Monitoramento de resíduos de pesticidas organoclorados em carne bovina procedente do Rio Grande do Sul e Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 12., 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1988. p. 94-103.

REIS, M. R. C. S.; CALDAS, L. Q. A. Dithiocarbamate residues found on vegetables and fruit marketed in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência e Cultura**. v. 43, n. 3, p. 216-218, 1991.

REQUENA, A. M. Algunos aspectos sobre la contaminación del agua subterránea con plaguicidas. In: SEMINARIO JUICIO A NUESTRA AGRICULTURA. HACIA EL DESARROLLO DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE, 1990, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1990. p. 233-237.

RIBAS, C.; PIGATTI, P.; FERREIRA, M. S.; MELLO, R. H. Resíduos de aldicarb em cultura de batata. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 27., 1975, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Empresa Gráfica da Revista dos Tribunais, 1975. p. 614.

RIGITANO, R. L. O.; SOUZA, J. C. de Ocorrência de resíduos do inseticida dissulfoton em folhas de cafeeiro após a sua aplicação no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 839-846, 1994.

RIGITANO, R. L. O.; SOUZA, J. C. de; MORAES, M. L. Resíduos de aldicarbe e seus metabólitos tóxicos em café após a aplicação de aldicarbe 15G no solo em diferentes intervalos antes da colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 8, p. 955-959, 1989.

RIGITANO, R. L. O. de; BATISTA, G. C. de; SOBRINHO, J. T. Ethion and fenitrothion residues in 'Hamlin' orange peels and pulp determined by gas chromatography. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 123-128, 1982.

ROCHA, A. A.; FUKUDA, F.; COSTA, J. R. Poluição por pesticidas no sudoeste de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 7., 1973, Salvador. **Anais...** Salvador, 1973. p. 1-21.

RODACKI, U. E.; GUERRERO, S. J.; BARBOSA, T.; VITOR, V. de P. Algumas variáveis associadas ao nível de tecnologia de duas regiões de diferentes estágios de desenvolvimento do Estado do Paraná. **Experientiae**, v. 17, n. 11, p. 265-291, 1974.

RODRIGUES, G. S. (Ed.) **Racionalización del uso de pesticidas en el Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR/IICA, 1998. 89 p. (Dialogo, 50).

RODRIGUES, G. S. Pesticide contamination in the South Cone: a review. **Ciência e Cultura**, v. 50, n. 5, p. 342-354, 1998.

RODRIGUES, G. S. Conceitos ecológicos aplicados à agricultura. **Revista Científica Rural**, v. 4, n. 2, p. 155-166, 1999.

RODRIGUES, G. S.; PARAIBA, L. C.; BUSCHINELLI, C. C. Estimativa da carga contaminante de pesticidas e nitrato para as águas subterrâneas no Estado de São Paulo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 7, p. 89-108, 1997.

RUAS NETO, A. L.; SILVEIRA, S. M.; COLARES, E. R. da C. Mosquito control based on larvicides in the State of Rio Grande do Sul, Brazil: choice of the control agent. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 10, n. 2, p. 222-230, 1994.

RUEGG, E. F.; PUGA, F. R.; SOUZA, M. C. M. de; UNGARO, M. T. S.; FERREIRA, M. da S.; YOKOMIZO, Y.; ALMEIDA, W. F. **Impacto dos agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a sociedade**. São Paulo: Ícone Editora, 1986. 94 p.

RUEGG, E. F.; PUGA, F. R.; SOUZA, M. C. M. de; UNGARO, M. T. S.; FERREIRA, M. da S.; YOKOMIZO, Y.; ALMEIDA, W. F. Impactos dos agrotóxicos sobre o ambiente e a saúde. In: MARTINE, G.; GARCIA, R.C. (Ed.). **Os Impactos sociais da modernização agrícola**. São Paulo: Caetes, 1987. p. 171-207.

SALIONI, E. M. C.; NISHIKAWA, A. M.; ARANHA, S.; TAKA, T. Níveis de resíduos de praguicidas organoclorados e PCBs em gordura bovina. **Arquivos do Instituto Biológico São Paulo**, v. 61, n. 1-2, p. 33-38, 1994.

SAMPAIO, M. R. F. P.; RUEGG, E. F.; MELLO, M. H. S. H.; TOMITA, R. Y. Insecticide residues in stored grains studied by radiometric techniques. **Ciência e Cultura**, v. 43, n. 3, p. 205-207, 1991.

- SANT'ANA, L. S.; VASSILIEFF, I.; JOKL, L. Levels of organochlorine insecticides in milk of mothers from urban and rural areas of Botucatu, SP, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 42, n. 6, p. 911-918, 1989.
- SANTIAGO, J. P. C. Proibidos, mas não tanto. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 48, 1986.
- SANTOS, E. C. dos; RODRIGUES, R.; VILELA, M. A. P. Parâmetros ambientais de importância na presença de pesticidas clorados no leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 287-293, 1988.
- SANTOS FILHO, E.; SILVA, R. de; BARETO, H. H. C.; INOMATA, O. N. K.; LEMES, V. R. R.; SAKUMA, A. M.; SCORSAFAVA, M. A. Concentrações sanguíneas de metais pesados e praguicidas organoclorados em crianças de 1 a 10 anos. **Revista de Saúde Pública**, v. 27, n. 1, p. 59-67, 1993.
- SÃO PAULO. Instituto Geológico. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: IG, CETESB, DAEE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1997. 144 p. (Série Documentos, 1).
- SCHVARTSMAN, S.; ALMEIDA, W. F.; VAZ, F. A.; COSTA, A.; CORRADINI, H. B.; PIGATI, P.; GAETA, R.; UNGARO, M. T. Blood levels of DDT in nonoccupationally exposed mothers and newborn infants in a city of Brazil. **Environmental Quality and Safety**, v. 3, p. 154-156, 1974.
- SEMINÁRIO sobre pesticidas, 1. **O Biológico**, v. 35, n. 3, p. 67-73, 1969.
- SHARPE, C. R.; FRANCO, E. L.; DE-CAMARGO, B.; LOPES, L. F.; BARRETO, J. H.; JOHNSON, R. R.; MAUAD, M. A. Parental exposures to pesticides and risk of Wilms' tumor in Brazil. **American Journal of Epidemiology**, v. 141, n. 3, p. 210-217, 1995.
- SILVA, C. C. do A. e; TOMMASI, L. R.; KRISHNAN, S. A.; PEREIRA, D. N.; BOLDRINI, C. V. Mortandade de peixes no Rio Jaguari (Estado de São Paulo, Brasil). **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 4, p. 564-576, 1984.
- SILVEIRA, F. A. da. Praguicidas: mortalidade de abelhas, contaminação dos produtos apícolas e proteção do apiário. **Informe Agropecuário**, v. 13, n. 149, p. 44-50, 1987.

SILVEIRA, J. M. F. J. da; FUTINO, A. M. O Plano Nacional de defensivos agrícolas e a criação da indústria brasileira de defensivos. **Agricultura em São Paulo**, v. 37, n. 3, p. 129-146, 1990.

SINELLI, O.; AVELAR, W. E. P.; LOPES, J. L. C.; ROZELLI, M. Impacto ambiental nas águas subterrâneas da bacia hidrográfica do Rio Pardo (SP) - lixões e pesticidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 5., 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 1988. p. 247-253.

SIQUEIRA, M. L.; JACOB, A.; CANHETE, R. L. Diagnóstico dos problemas ecotoxicológicos causados pelo uso de defensivos agrícolas no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 11, n. 44, p. 7-17, 1983.

SOARES, A. L. A. O uso de defensivos no Brasil. **Lavoura de Arroz**, v. 30, n. 303, p. 12-14, 1977.

SOARES, I. A. A. Resultados de análises de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças comercializadas no CEASA/MG e analisadas no Centro Integrado de Apoio a Produção - CIAP - 1983 a 1984. In: ENCONTRO DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 9., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

SOARES, I. A. A. Resíduos de fungicidas orgânicos do grupo dos ditiocarbamatos em frutas e hortaliças. In: ENCONTRO DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 10., 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1986. p. 99-110.

SOUZA, M. H. de; PIRES, A. R.; DIAMOND, H. R. Study of lymphocyte populations and natural killer activity in severe aplastic anaemia. **Journal of Clinical and Laboratorial Immunology**, v. 30, n. 3, p. 111-116, 1989.

SOUZA, N. E. de; RUBIRA, A. F.; MATSUSHITA, M.; TANAMATI, A. Resíduos de pesticidas organoclorados em amostras ambientais (águas e solos) no município de Maringá, Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 587-594, 1988.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; RODRIGUES, G. S. Uso de agrotóxicos nas diferentes regiões brasileiras: subsídio para a geomedicina. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 8, p. 111-126, 1998.

- STELLFELD, A. M. de C.; GONÇALVES, A. L.; ROSS, J. R. da; ALMEIDA, M. E. W. de; LARA, W. H. **Resíduos de pesticidas em alimentos no Brasil**. Campinas: CATI, 1981. 239 p. (CATI. Documento Técnico, 32).
- STOCCO, R. de C.; BECAK, W.; GAETA, R.; RABELLO-GAY, M. N. Cytogenetic study of workers exposed to methyl-parathion. **Mutation Research**, v. 103, p. 71-76, 1982.
- TANABE, S.; HIDAKA, H.; TATSUKAWA, R. PCBs and chlorinated hydrocarbon pesticides in Antarctic atmosphere and hydrosphere. **Chemosphere**, v. 12, n. 2, p. 277-288, 1983.
- TANAMATI, A.; RUBIRA, A. F.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. de. Resíduos de pesticidas organoclorados do rio Baía, afluente do rio Paraná, região de Porto Rico, PR. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 34, n. 2, p. 303-315, 1991.
- TAVARES, T. M.; BERETTA, M.; COSTA, M. C. Ratio of DDT/DDE in the All Saints Bay, Brazil, and its use in environmental management. **Chemosphere**, v. 38, n. 6, p. 1445-1452, 1999.
- TERNES, M. **Resistência de insetos e plantas daninhas a praguicidas**. Itajai: EMPASC, 1985. 25 p. (EMPASC. Documentos, 46).
- THOMAS, M. S. The pesticide market in Brazil. **Chemistry and Industry**, v. 6, n. 6, p. 179-184, 1988.
- TOLEDO, H. H. B.; OLIVEIRA, M. C. C. de. Pesquisa de etilenotiourea em formulações comerciais de etilenobisditiocarbamatos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 13., 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1988. p. 133-136.
- TOMMASI, L. R. Resíduos de praguicidas em águas e sedimentos de fundo do sistema estuarino de Santos (SP). **Ciência e Cultura**, v. 37, n. 6, p. 1001-1012, 1985.
- TONHASCA JR., A. Defensivos: o mal necessário. **Casa da Agricultura**, v. 7, n. 1, p. 18-21, 1985.
- TORNISIELO, V. L.; PINHO, R. S.; MONTEIRO, R. T. R.; COSTA, M. A. Lixiviação do inseticida <sup>14</sup>C-endosulfan em solos do Estado de São Paulo. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 8, p. 1-8, 1998.

- TRAPÉ, A. Z.; GARCIA, E.; BORGES, L. A.; PRADO, M. T. DE A.; FAVERO, M.; ALMEIDA, W. F. Projeto de vigilância epidemiológica em ecotoxicologia de pesticidas (abordagem preliminar). **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 12, n. 47, p. 12-20, 1984.
- TREKLE, K. The World Bank, DDT purveyor to the Amazon. **Garden**, New York, v. 14, n. 4, p. 2-4, 1990.
- UNGARO, M. T.; PIGATI, P.; GUINDANI, C. M. A.; FERREIRA, M. S.; GEBARA, A. B.; ISHIZAKI, T. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças (II). **O Biológico**, v. 49, n. 1, p. 1-8, 1983.
- UNGARO, M. T. S.; GUINDANI, C. M. A.; FERREIRA, M. DA S.; BAGDONAS, M. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças (III). **O Biológico**, v. 53, n. 7/12, p. 51-56, 1987.
- UNGARO, M. T. S.; GUINDANI, C. M. A.; FERREIRA, M. S.; BAGDONAS, M. Resultados de análises de resíduos de inseticidas clorados e fosfatados em frutas e hortaliças no período de 1978 a 1983. **O Biológico**, v. 51, n. 9, p. 239-241, 1985.
- UNGARO, M. T. S.; GUINDANI, C. M. A.; FERREIRA, M. S.; PIGATI, P.; TAKEMATSU, A. P.; KASTRUP, L. F. C.; ISHAZAKI, T. Resíduos de inseticidas clorados e fosforados em frutas e hortaliças. **O Biológico**, v. 46, n. 7, p. 129-134, 1980.
- VALENTIM ZUGUETTE, L.; PEJON, O. J.; GANDOLFI, N.; GALLARDO LANCHO, J. F. Map of risk of groundwater pollution and of land capability, Ribeirao Preto, SP, Brazil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 12., 1993, Salamanca. **Anais...** Sevilla. 1993. p. 1464-1471.
- VANNUCHI, M. T. O.; ANTUNES, L. A. F.; PINOTTI, M. H. P. Resíduos de pesticidas organoclorados em leite materno no município de Londrina. **Semina**, v. 13, n. 2, p. 52-57, 1992.
- VASCONCELLOS, H. DE O.; FERREIRA, M. S.; CRUZ, C. DE A. DA; OLIVEIRA, A. M. DE; UNGARO, M. T. S.; GUINDAN, C. M. A. Níveis residuais de inseticidas sistêmicos granulados de solo em frutos de laranja Natal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 11-16, 1983.

VERDE, L.; VIGLIZZO, E., (Ed). **Desarrollo agropecuario sustentable - Estrategias para el uso agropecuario del territorio**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: Instituto Nacional de Estadística y Censos, 1995. 87 p.

VICENTE, M. C. M.; BAPTISTELLA, C. da S. L.; JOSÉ COELHO, P.; LOPES JUNIOR, A. Perfil do aplicador de agrotóxicos na agricultura paulista. **Informações Econômicas**, v. 28, n. 11, p. 35-49, 1998.

VIGILÂNCIA é constante no controle de resíduos em hortigranjeiros. **Defesa Vegetal**, v. 1, n. 2, p. 6, 1984b.

WEBER, R. R.; MONTONE, R. C. Distribution of organochlorines in the atmosphere of the South Atlantic and Antarctic Oceans. In: KURTZ, D.A. (Ed.). **Long range transport of pesticides**. Chelsea: Lewis Publishers, 1990. p. 185-197.

WILLRICH, F. C.; FLOR, G. L. Determinação de resíduos de aldrin em maravalha na avicultura do Rio Grande do Sul, 1989-1991. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE RESÍDUOS DE PESTICIDAS, 15., 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1991. p. 78-83.

YATES, J. Herbicides and the regulation of pesticide usage in Brazil. **Pesticide Articles News Summaries**, v. 17, n. 2, p. 166-174, 1971.

YOKOMIZO, Y. Levantamento da contaminação de alimentos processados por resíduos de pesticidas. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 16, n. 1, p. 41-51, 1979.

YOKOMIZO, Y.; MANTOVANI, D. M. B.; ANGELUCCI, E.; PASQUINELLI, S. R.; DESTRO, M. T. Avaliação da contaminação de óleos e gorduras vegetais por resíduos metálicos e de pesticidas. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 203-238, 1984a.

YOKOMIZO, Y.; MANTOVANI, D. M. B.; ANGELUCCI, E.; PASQUINELLI, S. R.; OLIVER, G. M. C. Avaliação da contaminação de produtos de laticínios por resíduos de pesticidas e contaminantes metálicos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 4, p. 469-488, 1984b.

YOKOMIZO, Y.; TEIXEIRA FILHO, R. A.; LEITAO, F. F. M.; FUJIARA, P. H. Resíduos de pesticidas organoclorados em peixes de água doce no Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 327-338, 1980.

ZAMBRONE, F. A. D. Defensivos agrícolas ou agrotóxicos? Perigosa família. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 22, p. 44-47, 1986.

ZAMBRONE, F. A. D. Perfil das intoxicações agudas em Centros de Informações Toxicológicas Universitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TOXICOLOGIA, 9., 1995, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Toxicologia, 1995. p. 47.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V. R. S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultados de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. **Pesticidas: Revista Técnico Científica**, v. 3, n. 3, p. 49-95, 1993.

ZAVATTI, L. M. S.; ABAKERLI, R. B. Resíduos de agrotóxicos em frutos de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 473-480, 1999.



# 8

## Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura

**Clayton Campanhola**

**Wagner Bettiol**

Em capítulos anteriores foram apresentadas características de métodos de controle de pragas e doenças de plantas que podem substituir o uso dos agrotóxicos. Entretanto, para a maioria das práticas desenvolvidas, o nível de adoção pelos agricultores ainda está aquém do seu potencial, por uma série de razões que serão discutidas neste capítulo.

Para visualizar melhor a situação em que se encontra cada uma das tecnologias abordadas, as Tabelas 1 e 2 resumem a extensão do uso de cada uma delas.

Pode-se observar que o nível de adoção das tecnologias alternativas de controle de pragas agrícolas pelos agricultores é baixo em relação ao seu potencial de uso, mesmo considerando que as pragas não ocorrem com a mesma intensidade em todas as regiões do país (Tabela 1). A grande maioria das tecnologias levantadas (80%) é utilizada em menos de 10% da área total de

Tabela 1. Situação de uso das práticas alternativas de controle de pragas na agricultura.

Prática	Situação de uso prático *		
	Em grande parte da área da cultura	Em menos de 50% da área da cultura	Em menos de 10% da área da cultura
Controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar	X		
Controle biológico da lagarta-da-soja		X	
Controle biológico dos pulgões-do-trigo	X		
Controle biológico da traça-do-tomateiro			(Int.)
Controle biológico de percevejos em soja			X
Controle biológico das cigarrinhas-das-pastagens			X
Controle biológico da cigarrinha-da-folha-da-cana-de-açúcar			X
Controle biológico da lagarta-do-cartucho-do-milho			(Exp.)
Controle biológico do mandarová-da-mandioca			X
Controle biológico da cochonilha <i>Orthezia sp</i> dos citros			X
Controle biológico do pulgão-do-fumo		(Col.)	
Controle biológico da broca ou moleque-da-bananeira			X
Controle biológico da broca-do-café			X
Controle biológico da mosca-dos-chifres	(Col.)		
Controle biológico da vespa-da-madeira em espécies de <i>Pinus</i>			X
Controle biológico da mosca-da-renda da seringueira			X
Controle biológico de cochonilhas, fumagina e outros fungos de revestimento pelo caracol rajado em citros			X
Controle biológico de larvas de lepidópteros			X
Controle cultural do bicudo da cana-de-açúcar			X
Manejo de cupins e outras pragas de solo em cana-de-açúcar			X
Controle da broca da laranjeira com a planta armadilha Maria preta			X
Monitoramento e controle de pragas com o uso de feromônios sintéticos		X	
Manejo integrado de pragas na cultura do dendê			X
Termoterapia de frutos para controle das moscas-das-frutas			X

(Int.) = uso interrompido - (Exp.) = uso experimental - (Col.) = uso por colonização

\* Considerada a área da cultura infestada pela praga.

**Tabela 2.** Situação de uso das práticas alternativas de controle de doenças na agricultura.

Prática	Situação de uso prático*		
	Em grande parte da área da cultura	Em menos de 50% da área da cultura	Em menos de 10% da área da cultura
Controle da tristeza-dos-citros por meio da premunização com estirpes fracas do vírus da tristeza	X		
Uso de <i>Trichoderma</i> para o controle biológico do tombamento em fumo		X	
Uso de <i>Trichoderma viride</i> para o controle biológico da podridão das raízes da macieira	X		
Controle biológico do mal-das-folhas da seringueira			X
Controle biológico da lixa-do-coqueiro			X
Controle biológico de <i>Botrytis</i> na cultura do morango com <i>Gliocladium roseum</i>		X	
Controle biológico do mosaico-da-abobrinha tipo moita por premunização		X	
Controle cultural e biológico da vassoura-de-bruxa do cacauero			X
Controle de oídio ( <i>Sphaerotheca fuliginea</i> ) da abobrinha e do pepino com leite cru		X	
Controle de doenças de plantas com biofertilizantes			X
Solarização do solo para o controle de fitopatógenos habitantes do solo			X
Coletor solar para desinfestação de substratos para produção de mudas			X
Tratamento térmico e desinfecção de instrumentos de corte para controle de raquitismo da soqueira e a escaldadura das folhas	X		
Termoterapia em videira			X
Utilização da luz UVC para controle de podridão de maçãs em pós-colheita			X
Eliminação de determinados comprimentos de onda para o controle de fungos fitopatogênicos em casa de vegetação			X
Controle de plantas invasoras por meio de descargas elétricas			X

\* Considerada a área da cultura infestada pela praga.

cada cultura. Há duas exceções no caso do controle de pragas em que a prática alternativa de controle é realizada em grande parte da área cultivada com a cultura. A primeira exceção é o controle biológico da broca-da-cana-de-açúcar, cujo sucesso decorre do envolvimento das próprias usinas e destilarias que produzem os inimigos naturais - vespas parasitóides - em seus laboratórios e fazem liberações inundativas todos os anos. E a segunda, é o controle biológico dos pulgões do trigo, que se trata de controle biológico clássico coordenado pela Embrapa Trigo, no Rio Grande do Sul, em cooperação com técnicos da Emater e com associações de produtores rurais. Cabe ressaltar que uma terceira prática utilizada em mais de 10% da área cultivada com soja é o controle da lagarta-da-soja com o *Baculovirus anticarsia*. Os fatores preponderantes para o seu sucesso podem ser atribuídos às constantes pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Soja, visando ao aprimoramento da tecnologia e à comercialização do produto formulado por empresas privadas.

Para as doenças de plantas, o destaque de uso de técnica alternativa é o controle da tristeza dos citros por meio da premunização com estirpes fracas do vírus da tristeza. Isto se deve às características do método alternativo, pois praticamente todas as mudas de laranja ⑥Pera' comercializadas no país são premunizadas, isto é, já carregam o vírus fraco da tristeza. Outro destaque é o tratamento térmico de toletes ou gemas isoladas de cana-de-açúcar, tecnologia bastante empregada para a formação de viveiros de mudas. Essa tecnologia está totalmente disponível para os produtores e é utilizada em grande escala pelas empresas produtoras de cana. Entretanto, mesmo sendo eficientes, as demais técnicas alternativas de controle de doenças são utilizadas em menos de 10% da área total de cada cultura (Tabela 2). No caso da tristeza dos citros e da termoterapia da cana-de-açúcar, a adoção das tecnologias alternativas é alta porque não existem outras formas de controle da doença. Entretanto, para diversas outras doenças para as quais existem métodos alternativos, o uso de agrotóxicos limita a incorporação de outras tecnologias fitossanitárias nos sistemas produtivos.

No caso do controle de doenças, onde o uso de fungicidas é inferior ao uso de inseticidas para o controle de pragas, existe um grande número de variedades resistentes às doenças à disposição dos agricultores. Nesse caso, o controle genético é de enorme importância. Esse fato pode ser ilustrado com alguns exemplos, tais como: programa de melhoramento da cana-de-açúcar, onde a característica de resistência às principais doenças é um dos primeiros atributos avaliados; imediatamente após o aparecimento do cancro da haste e do oídio da soja, foram selecionadas variedades resistentes a essas doenças; melhoramento do milho, onde a resistência a diversas doenças é considerada durante o processo seleção genética. Além do controle genético, a prática de rotação de culturas, largamente recomendada pelos fitopatologistas, contribui para reduzir o uso de fungicidas.

Um aspecto importante a ressaltar é que geralmente o controle biológico clássico, ou por colonização de inimigos naturais, é coordenado por instituições oficiais, mas no caso do controle biológico do pulgão do fumo com fungo entomopatogênico, a empresa Souza Cruz assumiu a multiplicação e coordenação das liberações do fungo.

Embora muitas práticas alternativas tenham, até o momento, sido usadas quase que exclusivamente para o controle das pragas e doenças mais importantes de determinadas culturas, é recomendável que para cada cultura haja a integração de métodos alternativos de controle para todo o complexo de organismos nocivos, utilizando-se os princípios do manejo integrado de pragas (MIP<sup>1</sup>). Contudo, no delineamento das táticas de uso do MIP é importante considerar a possibilidade das pragas e fitopatógenos desenvolverem mecanismos de resistência aos agentes biológicos de controle, os quais deixam de ter a eficiência necessária.

Muitos autores descreveram as limitações de diferentes naturezas para o uso do MIP (Zalom, 1993; Campanhola et al., 1995). É importante notar

---

<sup>1</sup> É importante registrar que está se utilizando o termo "pragas" no seu sentido mais amplo, o qual inclui os fitopatógenos, além dos insetos danosos às plantas cultivadas.

que as mesmas limitações que existem no uso do MIP também são válidas para o uso de técnicas e práticas alternativas de controle de pragas e doenças, pois estas fazem parte das estratégias mais amplas do manejo integrado. Muitas das limitações apontadas pelos autores acima são válidas ao país e serão levadas em conta na abordagem que se apresenta em seguida. Com o objetivo de facilitar o entendimento de suas particularidades e possíveis inter-relações, os entraves existentes foram agrupados nas seguintes modalidades: técnico-científicos, institucionais, econômicos, sociais, legais e educacionais.

**Técnico-científicos.** Esses entraves referem-se à escassez de conhecimento em muitos temas específicos, podendo-se destacar os seguintes:

- ♦ pesquisa sobre a biologia de insetos-pragas e fitopatógenos, de seus inimigos naturais e suas interações nos agroecossistemas;
- ♦ pesquisa sobre métodos alternativos de controle de pragas e doenças na agricultura;
- ♦ pesquisa e desenvolvimento de métodos eficientes e econômicos na produção de inimigos naturais para uso em controle biológico;
- ♦ identificação e caracterização dos efeitos positivos e negativos da integração dos diferentes métodos de controle;
- ♦ determinação de níveis de dano econômico de pragas e doenças de plantas;
- ♦ multiplicação e formulação de agentes microbianos de controle biológico de pragas e doenças de plantas;
- ♦ desenvolvimento de sistemas de alerta de ocorrência de pragas e doenças de plantas, por microrregião;
- ♦ desenvolvimento de modelos matemáticos para previsão de ocorrência de pragas e fitodoenças; e
- ♦ condução de pesquisa interdisciplinar, principalmente para se entender a origem dos fatores que levam à ocorrência de pragas e doenças agrícolas e fazer-se as devidas correções de caráter preventivo e não apenas utilizar

medidas de controle depois que as pragas e doenças já se instalaram nas lavouras. A complexidade dessas ações requer uma abordagem holística dos sistemas produtivos e, conseqüentemente, a interação entre diferentes áreas do conhecimento.

**Institucionais.** Os entraves institucionais referem-se tanto ao setor público, como ao setor privado, sendo que as ações que cabem a cada um depende do grau de envolvimento do Estado em cada uma. Entre os entraves institucionais, destacam-se:

- ♦ pouca divulgação dos métodos alternativos de controle de pragas e doenças de plantas;
- ♦ pouca transferência aos agricultores de métodos alternativos de controle de pragas e doenças de plantas;
- ♦ políticas agrícolas existentes que estimulam o uso de agrotóxicos. Por exemplo, a política de suporte aos preços dos produtos agrícolas contribui para a maximização da produtividade, que por sua vez estimula o aumento do uso de agrotóxicos (Zalom, 1993).
- ♦ inexistência de padrões mínimos para o controle de qualidade dos inimigos naturais, principalmente dos microrganismos, na linha de produção e na comercialização;
- ♦ escassez de levantamentos sistemáticos de populações de pragas e doenças nas diferentes microrregiões e inexistência de sistema de alerta de sua ocorrência;
- ♦ pouca interação entre pesquisadores e extensionistas do setor público e técnicos privados que prestam assistência aos agricultores, com o objetivo de aumentar as ações interinstitucionais no uso de métodos alternativos de controle de pragas e doenças de plantas; e
- ♦ inexistência de processo de licenciamento para os agricultores que usam o MIP.

**Econômicos.** Apresentam-se os entraves econômicos ao uso mais generalizado dos métodos alternativos de controle de pragas e doenças de plantas, observando-se tanto o lado do agricultor, como das empresas que atuam no controle fitossanitário:

- ♦ os agricultores recorrem quase que exclusivamente aos agrotóxicos para o controle de pragas e doenças das plantas cultivadas. Isso porque esses produtos são bem divulgados, além de serem de fácil utilização e mostrarem eficiência de controle no curto prazo;
- ♦ os inimigos naturais são mais específicos que os agrotóxicos, e portanto representam um mercado menor, o que não estimula grandes empresas a entrarem nesse negócio;
- ♦ os danos cosméticos nos produtos agrícolas decorrentes do uso de métodos alternativos de controle de pragas e doenças podem resultar em menores preços dos produtos no mercado. Porém, o hábito dos consumidores está mudando, os quais têm pagado um diferencial de preço por alimentos produzidos sem o uso de agrotóxicos, mesmo que estes tenham aparência inferior a dos alimentos convencionais;
- ♦ os agricultores têm a percepção de que o MIP e o uso de tecnologias alternativas de controle de pragas e doenças não oferecem vantagens comparativas a curto prazo em relação ao controle químico, principalmente porque há necessidade de mais mão-de-obra para a realização das amostragens e para o monitoramento da ocorrência de pragas e doenças e seus inimigos naturais (Zalom, 1993). Além disso, esse acompanhamento minucioso geralmente requer a contratação de assistência técnica especializada. É bom lembrar que no caso do controle químico, os próprios vendedores de agrotóxicos prestam assistência técnica gratuita aos agricultores;
- ♦ os agricultores associam um maior risco de perdas na produção com o MIP e com as tecnologias de controle alternativo de pragas e doenças. Por

esta razão, quando os preos dos produtos agrícolas são elevados, há uma tendência ao aumento do uso de agrotóxicos para o controle de pragas e doenas agrícolas. Poderia se pensar em uma política pública que oferecesse incentivos financeiros para quem adotasse o MIP.

**Sociais.** Há dois entraves sociais principais que se quer enfatizar:

- ♦ o primeiro e principal entrave social ao uso de tecnologias alternativas no controle de pragas e doenas de plantas é a "cultura do controle químico" presente nos agricultores e nos técnicos e pesquisadores das Ciências Agrárias, que incorporaram o uso de agrotóxicos como a única alternativa viável para o controle de pragas e doenas agrícolas, gerando dependência desses produtos. Neste caso, medidas legais que restrinjam ou eliminem o uso de agrotóxicos podem ser menos eficientes que o investimento na educao dos agricultores e dos pesquisadores e técnicos que atuam no tema.
- ♦ o segundo entrave   o comportamento individualista dos agricultores. A utilizao de técnicas alternativas de controle de pragas e doenas exige maior cooperao entre os agricultores, pois para que elas sejam efetivas devem ser utilizadas em toda uma região, de modo a diminuir a dispersão e a disseminao das pragas e doenas de plantas entre lavouras submetidas a diferentes sistemas de manejo fitossanitário.

**Legais.** Em relao aos entraves legais, pode-se mencionar os seguintes:

- ♦ inexistência de aparato legal adequado para a produo, registro e uso de inimigos naturais produzidos comercialmente<sup>2</sup>. Mesmo nos casos onde há

---

<sup>2</sup> Há duas exceoes. A primeira, é a Portaria Normativa no. 131, de 03/11/1997, do IBAMA, que estabelece as condioes para registro e avaliao ambiental de agentes microbianos vivos de ocorrência natural empregados no controle de um outro organismo vivo considerado nocivo. Entretanto, essa Portaria não aborda outros tipos de agentes de biocontrole que podem ser usados na agricultura. E a segunda exceo é a Portaria no. 121, de 09/10/1997, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, que estabelece as exigências para o registro de semioquímicos (feromônios, alomônios e cairomônios), que são substâncias químicas emitidas por plantas e animais que modificam o comportamento dos organismos receptores.

regulamentação, ainda não há protocolos oficiais que orientem a realização dos testes exigidos, o que dificulta a aplicação da legislação; e

- ♦ inexistência de apoio ou incentivo legal ao uso de inimigos naturais ou outras alternativas de controle de pragas e doenças de plantas.

**Educacionais.** Entre os entraves educacionais, destacam-se:

- ♦ baixo nível educacional dos agricultores;
- ♦ baixa aceitação pelos consumidores de danos cosméticos nos alimentos;
- ♦ baixo nível de conhecimento e de informação dos produtores quanto ao MIP e quanto ao uso de práticas alternativas de controle;
- ♦ relutância dos agricultores na adoção do monitoramento do nível populacional de pragas e dos inimigos naturais nas lavouras e áreas adjacentes; e
- ♦ deficiência na formação dos estudantes de Ciências Agrárias, de consultores técnicos e do pessoal da extensão rural quanto à prática do MIP e ao uso de métodos alternativos de controle de pragas e doenças de plantas. O que complica mais o cenário é que o MIP não é um pacote pronto para ser utilizado em qualquer situação, mas requer observações e acompanhamento constantes do desenvolvimento das lavouras e das pragas e doenças, estabelecendo-se relações entre causas e efeitos, e interpretando-se o funcionamento dos agroecossistemas.

Cabe salientar que pouco adianta tratar da solução desses entraves de modo parcial. Para cada cultivo, em determinado ecossistema e sob determinadas condições socioeconômicas, deve-se buscar solucionar aqueles entraves que sejam os mais comprometedores a curto prazo, para depois tratar dos que sejam considerados menos relevantes.

Apesar desses entraves, deve-se levar em conta os aspectos positivos do uso de métodos alternativos de controle de pragas e doenças

agropecuárias. Quando comparados aos agrotóxicos, esse conjunto de métodos praticamente elimina os riscos de contaminação ambiental, os riscos às saúdes humana e animal, causam menor impacto na biodiversidade e geram menores desequilíbrios biológicos por praticamente não interferirem nas populações não-alvo. Por essas razões, como enfatiza Ragsdale (2000), o uso de agrotóxicos será cada vez mais restrito, cedendo lugar a outras alternativas de controle. A situação almejada seria incorporar esses métodos em um sistema mais abrangente que o MIP e do qual o MIP<sup>3</sup> faria parte: o sistema de manejo integrado dos cultivos, que agrega o estado nutricional das plantas e a ciclagem de nutrientes, a diversidade biológica nos compartimentos solo e plantas, a conservação de habitats para inimigos naturais e microrganismos antagônicos, o uso de cultivares resistentes a pragas e doenças, a manutenção adequada das condições físicas e químicas dos solos, o uso adequado da água de irrigação e a qualidade das águas superficial e subterrânea e a interdependência de todos esses componentes. Essa nova visão envolve também uma profunda revisão do conceito de controle fitossanitário: opta-se pela adoção de medidas preventivas com o objetivo de dificultar a ocorrência de pragas e fitopatógenos em níveis populacionais que causem danos econômicos ao invés de se utilizar medidas curativas, que são usadas apenas quando as pragas e doenças já ocorrem em níveis economicamente indesejáveis. Ou seja, busca-se corrigir as causas ao invés de utilizar medidas *a posteriori* para diminuir os efeitos provocados pela ocorrência de pragas e fitopatógenos. Sob essa perspectiva, o uso de métodos alternativos de controle fitossanitário constitui-se em um estágio intermediário rumo ao manejo integrado dos cultivos.

Uma questão fundamental no uso de insumos alternativos para o controle de pragas e doenças de plantas é que eles não podem gerar dependência dos agricultores em relação a grandes corporações que comercializam insumos.

---

<sup>3</sup> Não o MIP dependente do controle químico, mas o MIP biointensivo ou fundamentado no maior equilíbrio biológico.

Uma possibilidade é os agricultores se unirem por meio de cooperativas ou associações e administrarem a produção de seus próprios insumos.

No que se refere ao uso de inimigos naturais geneticamente modificados ou biotecnológicos, cabe comentar que desde que a eles sejam incorporados atributos desejáveis, tais como: maior tolerância às condições de baixa umidade e a limites máximos e mínimos de temperatura, maior capacidade de dispersão de parasitóides, maior patogenicidade de microrganismos, resistência de plantas a insetos-pragas e patógenos, para citar apenas alguns exemplos, e desde que sejam devidamente avaliados quanto aos seus possíveis efeitos indesejáveis no homem e no meio ambiente - distúrbios em organismos não-alvo, não se pode *a priori* descartar as inúmeras vantagens que os inimigos naturais geneticamente modificados podem trazer ao controle biológico de pragas e doenças de plantas, principalmente no sentido de aumentar a sua eficiência e abrangência geográfica. Um exemplo concreto no controle de pragas é a transferência do gene da endotoxina do *Bacillus thuringiensis* em cultivares de milho, algodão, tomate e outras. Com isso, as plantas transgênicas tornam-se resistentes a muitas lagartas que atacam essas culturas; porém, o maior problema a ser enfrentado é quanto à resistência das pragas: na medida em que se usam exclusivamente plantas transgênicas que produzem a endotoxina do *B.t.*, a seleção de indivíduos resistentes das pragas torna-se muito maior trazendo como consequência uma queda na eficiência de controle.

Por último, é importante registrar que apenas pesquisa, capacitação de técnicos e agricultores e disponibilidade tecnológica não são condições suficientes para o sucesso no uso de práticas alternativas de controle: há necessidade de uma interação forte e ética entre as instituições públicas e privadas no sentido de romper o padrão exclusivamente químico de controle fitossanitário e abrir espaço para o uso de práticas e tecnologias que sejam social e ambientalmente mais adequadas.

## Referências

CAMPANHOLA, C.; MORAES, G.J. DE; SÁ, L.A.N. de. Review of IPM in South America. In: MENGECH, A.N.; SAXENA, K.N.; GOPALAN, H.N.B. **Integrated pest management in the tropics: current status and future prospects**. Chichester: John Wiley & Sons, 1995. p.121-152.

RAGSDALE, N.N. The impact of the Food Quality Protection Act on the future of plant disease management. **Annual Review of Phytopathology**, v. 38, p. 577-596, 2000.

ZALOM, F.G. Reorganizing to facilitate the development and use of integrated pest management. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 46, p. 245-256, 1993.

*Impressão e acabamento*  
***Embrapa Informação Tecnológica***



# métodos alternativos de controle fitossanitário

O uso intensivo de agrotóxicos tem um alto potencial de impacto negativo dentro e fora do agroecossistema.

Uma das maneiras de diminuir a dependência ao uso de agrotóxicos é utilizar métodos alternativos de controle fitossanitário, adotando uma nova visão de agricultura, que trata a natureza como sistema vivo que reage a toda e qualquer interferência que altere a sua estrutura e funções.

A disponibilidade de alternativas tecnológicas e a construção de novos sistemas produtivos menos agressivos ao meio ambiente devem nortear as políticas públicas de Ciência & Tecnologia e de incentivo à produção agrícola no País.