

ISSN 0102-7816



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura - MA  
Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura - CNPDA  
Jaguariúna, SP

DEFENSIVOS AGRÍCOLAS COMO UM FATOR ECOLÓGICO

1989

ISSN 0102-7816



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura – CNPDA  
Jaguariúna, SP

DEFENSIVOS AGRÍCOLAS COMO UM FATOR ECOLÓGICO

Alexandre Grimaldi de Castro

EMBRAPA-CNPDA. Documentos, 6

Exemplares desta publicação devem ser solicitados ao  
Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura  
Rodovia SP-340, (Campinas-Mogi-Mirim) km 127,5  
Caixa Postal 69  
13.820 - Jaguariúna - SP

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Wagner Bettiol

Secretária: Maria Amélia de Toledo Leme

Membros: Antonio Luiz Cerdeira  
João Carlos Canuto  
Margarida M. Hoepner Zaroni  
Reinaldo Forster

Castro, Alexandre Grimaldi de

Defensivos agrícolas como um fator ecológico  
Alexandre Grimaldi de Castro. -- Jaguariúna :  
EMBRAPA-CNPDA, 1989.

20p. (EMBRAPA-CNPDA. Documentos, 6)

1. Defensivos agrícolas - Aspectos ecológicos.  
I. Título. II. Série.

CDD 632.95

## SUMÁRIO

Resumo .....	5
Abstract .....	5
Introdução .....	6
Defensivos agrícolas como um fator ecológico .	7
Efeitos sobre o meio ambiente .....	10
Conclusões preliminares .....	15
Referências .....	18

## DEFENSIVOS AGRÍCOLAS COMO UM FATOR ECOLÓGICO

Alexandre Grimaldi de Castro<sup>1</sup>

RESUMO - Os defensivos agrícolas têm assumido uma importância cada vez maior no manutenção de sistemas de produção agropecuários, seu uso consistindo em questão logicamente inegável. No entanto, dois fatores básicos merecem atenção imediata quando tratamos da utilização destes produtos: (1) adequacidade das técnicas de uso e aplicação; e (2) complexidade estrutural/funcional do meio ambiente, principal receptor dos processos de distúrbio ocasionados pelos mesmos.

O sucesso no manutenção dos agrossistemas é assim, uma função complexa derivada dos processos interativos homem x meio ambiente. O desconhecimento de um destes fatores básicos pode implicar na inviabilização econômica/ecológica destes sistemas de produção. Por outro lado, devido a alta complexidade intrínseca, esta questão demanda o estabelecimento de abordagens científicas adequadas e adaptadas à prospecção multidisciplinar e interativa, transcendendo a análise de problemas pontuais ou setoriais isoladamente

ABSTRACT - Recently pesticides became more important for maintainance of agroecosystems, their use has been a logically irrefutable question. Meanwhile, two basic features shall be observed: (1) adequacity of use and application techniques, and (2) the high structural/functional complexity of the environment, which is the main receptor of disturbance processes due to pesticides usage.

The success in maintaining modern agrossystems is, as far as, a complex function concerning the interactive processes between man kind x environment. Missleading

---

<sup>1</sup> Ecólogo, EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Defesa da Agricultura, Caixa Postal 69, CEP 13.820, Jaguariúna - SP.

one of these may turn the productive systems almost economic/ecological unviable. By the other side, because the intrinsic complexity, these problems demand the establishment of a multidisciplinary approach, transcending punctual/sectorial issues.

### INTRODUÇÃO

A utilização de produtos químicos sintéticos no controle de plantas e animais é um advento relativamente recente, caracterizando um fator ecológico que pode exercer uma influência deletéria sobre os mais diversos ecossistemas. No entanto, apesar do grande interesse sobre o uso de defensivos químicos em programas de manejo de agrossistemas, os aspectos fundamentais e teóricos têm recebido pouca atenção por parte da comunidade científica (Singh, 1981). As razões para tal são as mais diversas, citando-se o desenvolvimento gradativo desta tecnologia e a noção do homem como elemento ímpar nos sistemas ambientais, como os principais elementos de análise. Raramente a questão da dinâmica dos defensivos agrícolas no ambiente é considerada como objeto fundamental de pesquisa.

Recentemente, com o advento de uma mentalidade mais conservacionista e uma maior preocupação com o equilíbrio ambiental e bem estar do homem, esta tendência tem se modificado, surgindo uma maior ênfase no desenvolvimento de estudos ecológicos relacionado à questão dos defensivos. Deve-se considerar, no entanto, que os problemas derivados ou relacionados a esta questão concernem, essencialmente, a ecologia de populações. A principal dificuldade intrínseca reconhecida no manejo e controle de pragas e doenças está fundamentada na ausência de informações básicas da ecologia dos organismos e sistemas ambientais.

A despeito da ausência de uma base teórica consistente, uma série de trabalhos vêm sendo conduzidos, tratando especificamente da relação defensivos x proteção de plantas e culturas (Perkins, 1982), e ainda abordando a questão dos reflexos de procedimentos fitossanitários so-

bre o homem e o ambiente circunvizinho (Pimentel, 1980). Todavia, como uma parcela reduzida do esforço de pesquisa tem sido direcionada à resolução destas questões consideradas fundamentais, a conclusão a que se chega é que grande parte dos estudos concernentes aos defensivos agrícolas não tem ultrapassado o nível de tecnologia em suas abordagens.

A investigação de questões relacionadas aos defensivos agrícolas no ambiente envolve diversas disciplinas, sendo as mais correntes aquelas ligadas à química, bioquímica, toxicologia e ecologia de populações. No entanto, um pesquisador é geralmente treinado em não mais do que duas destas disciplinas, não sendo surpreendente, desta forma, a ausência de uma abordagem holística do problema. O mais surpreendente, no entanto, talvez seja constatar que mesmo entre as disciplinas afins, tais como aquelas diretamente relacionadas a biologia, erijam-se barreiras à plena interação, prejudicando substancialmente o desenvolvimento científico. Constata-se, por uma análise histórica do aprimoramento do conhecimento humano, a necessidade premente de ações integradas e interativas, para que seja possível a proposição de abordagens de maior amplitude e, conseqüentemente, aptas a oferecer soluções lógicas e objetivas às questões suscitadas.

### **DEFENSIVOS AGRÍCOLAS COMO UM FATOR ECOLÓGICO**

O termo defensivos agrícolas comumente designa aqueles produtos, em geral sintéticos, voltados ao controle de populações de organismos-praga. Estes incluem herbicidas, fungicidas, inseticidas, acaricidas, nematocidas, moluscicidas e rodenticidas, e ainda os quimio-esterilizantes e hormônios de crescimento, estes últimos voltados a uma ação essencialmente cibernética.

No entanto, a partir do momento que assume-se a premissa de que nenhum organismo vive isoladamente, a utilização destes produtos não pode ser descrita por uma relação do tipo:

defensivos ----- praga

todas as investigações devendo considerar a reação como sendo

defensivos ----- ecossistemas

Esta última consiste na análise do impacto de um fator antrópico impingido sobre todo um sistema ambiental de alta complexidade, relacionando tanto o ambiente físico, como as interações dos diversos organismos presentes. Qualquer outra forma de abordagem do problema resulta em simplificações, muitas vezes com o propósito de operacionalizar um sistema de pesquisa já sistematizado. Este fato encerra importante corrolário, visto que os resultados alcançados podem representar uma desinformação ou engano quanto ao comportamento dinâmico dos sistemas envolvidos. Em síntese, torna-se premente a reestruturação dos sistemas de pesquisa e investigação de questões relacionadas ao uso de defensivos agrícolas, enfatizando a adoção de uma abordagem holística da questão.

A partir do momento em que é reconhecido o caráter multifatorial e interativo do ambiente, uma série de fatores pode ser aventada na análise da dinâmica de uma população. Algumas respostas mais simples, tipo causa - efeito, podem ser alcançadas com relativa facilidade, não sendo, no entanto, recomendável o direcionamento dos procedimentos de investigação científica para a constatação deste tipo de relação. Investigações mais completas devem procurar solução para uma série de questões interatuantes, sendo consideradas mais importantes aquelas que relacionem:

- Propriedades dos defensivos utilizados
- Técnica de aplicação empregada
- Informações quanto a forma de atuação sobre o organismo-alvo, bem como forma preferencial de contato
- Resposta da espécie-alvo ao produto aplicado, na forma de intoxicação aguda ou crônica
- Informações sobre as principais formas de controle populacional do organismo-alvo na ausência de utilização do defensivo
- Dados toxicológicos do efeito do produto sobre as espécies consideradas controladoras do organismo-alvo

Em raras ocasiões todas estas informações estão disponíveis quando do planejamento e implementação de um programa de controle e manejo de pragas. As principais ausências são geralmente atribuídas à informações toxicológicas e da dinâmica de populações. Frequentemente os dados toxicológicos utilizados são extrapolações de resultados obtidos em laboratório, estabelecendo quase sempre limites vagos e inconclusivos.

Por outro lado, apesar destes produtos atuarem de diferentes maneiras, podemos seguramente assumir a premissa de uma forma de atuação que implica em impactos independentes da densidade dos organismos presentes. Os reflexos da aplicação destes produtos são similares à atuação de eventos catastróficos, tal como queimadas, variações bruscas das condições atmosféricas, enchentes, etc. Esta atuação sendo considerada como inteiramente diferente daquelas resultantes de processos dependentes da densidade dos organismos, tal como os impactos relacionados às interações observadas em relação aos inimigos naturais ou à disponibilidade espaço-temporal de recursos alimentares.

Deve-se considerar, em especial, a expressiva pressão seletiva exercida pelos defensivos sobre populações tanto de pragas como de organismos não alvo. Nesta abordagem, pode-se definir basicamente duas formas de atuação; (1) seleção de linhagens resistentes, e (2) eliminação de espécies mais susceptíveis. A resistência à ação dos defensivos pode ocorrer através de adaptações fisiológicas/bioquímicas, possibilitando a redução dos efeitos tóxicos sobre o organismo, ou ainda por modificações comportamentais, resultando em um menor contato do organismo alvo com o produto aplicado.

Os efeitos sobre populações de organismos não alvo tratam essencialmente dos impactos ocasionados a populações silvestres (Cope, 1971; Brown, 1978; Santos; 1986), sendo a revisão mais completa ainda encontrada em Pimentel (1971). Os efeitos mais drásticos são geralmente registrados em relação a populações de aves e peixes, especialmente em se considerando organoclorados e herbicidas (Hichey & Anderson, 1968; Santos et al., 1985). A morte

de mamíferos, répteis e anfíbios não tem suscitado muita atenção, existindo poucos dados disponíveis.

Com menor frequência são registrados efeitos sobre animais domésticos, geralmente advindo da contaminação indireta - via alimentação, e ocasionalmente intoxicação accidental. Em grande parte dos casos a contaminação ocorre por deriva atmosférica de produtos mais voláteis, e ainda pela aplicação inadequada de alguns produtos em culturas forrageiras ou pastagens.

### **EFEITOS SOBRE O MEIO AMBIENTE**

Após a aplicação de determinado produto, uma série de reações pode ser observada. Embora grande parte destas sejam atribuídas a populações de uma única espécie, alguns reflexos sobre níveis organizacionais mais complexos são passíveis de observação, tal como impactos sobre comunidades e ecossistemas.

Para uma melhor compreensão dos efeitos globais sobre o ambiente, é interessante analisar, inicialmente os impactos sobre as populações, ascendendo posteriormente a níveis mais complexos. O efeito tóxico direto pode ser alcançado pela ingestão ou contato percutâneo. A extensão desta reação dependerá: (1) da reação da espécie ao produto aplicado, podendo ser avaliada através de estudos ecotoxicológicos; e (2) do tempo de exposição/contato, este último variando de acordo com as propriedades intrínsecas do produto, quantidade aplicada, formulação adotada, técnica de aplicação empregada, e do comportamento da espécie-alvo no ambiente. O defensivo pode exercer efeito direto sobre o organismo matando-o ou interferindo em seu comportamento reprodutivo ou social. Os reflexos sobre as populações serão em parte uma função direta dos efeitos observados sobre os indivíduos componentes das mesmas, ou seja a forma de atuação do produto sobre a espécie-alvo.

Observa-se, ainda, os efeitos indiretos, essencialmente relacionados a ingestão de organismos que contenham resíduos de defensivos (Beneveu, 1976). Quando um animal se alimenta, o efeito será uma função da quantidade ingerida pela presa e da reação deste animal ao produto. A

contaminação indireta pode implicar no envenenamento com morte imediata ou retardada, dependendo do comportamento bioquímico e quantidade assimilada. O efeito remoto ocorre geralmente quando a presa não retém quantidade suficiente para matar o predador, verificando-se um envenenamento acumulativo (Stinner et al., 1985). Este processo é considerado como mais grave, tendo em vista a dificuldade de detecção imediata do processo de contaminação e bioacumulação ao longo da cadeia trófica, geralmente induzindo a uma maior dispersão do contaminante no ambiente.

Uma terceira forma de impacto sobre populações refere-se a redução na disponibilidade de recursos alimentares. A aplicação de herbicidas, p.e., ocasiona a eliminação ou depleção acentuada destes recursos em relação a organismos que utilizam as plantas-alvo como alimento. De forma similar, predadores e parasitóides diretamente dependentes de herbívoros, cuja alimentação esteja restrita às plantas afetadas, podem sofrer uma depleção em suas populações. O mesmo se aplica, ainda, à espécie que dependem dos organismos afetados direta ou indiretamente em suas interações reprodutivas ou de nidificação (Altieri, 1980, 1984). Os efeitos secundários ou indiretos da depleção de populações de organismos não alvo podem ser verificados pela ocorrência de diversos fatores de distúrbio, geralmente relacionados à ressurgência de pragas, ocorrência de pragas secundárias etc.

Além dos efeitos observados a nível das populações, os defensivos exercem influência significativa sobre níveis organizacionais mais elevados. Neste caso, o impacto é verificado em comunidades e ecossistemas, refletidos sobretudo em alterações dos padrões de diversidade, produtividade e processos sucessionais. São observados, assim, os efeitos globais da utilização de produtos químicos em todo um sistema ecológico, comparando-se de forma quantitativa as principais variações funcionais/estruturais destes sistemas, bem como suas consequências mais imediatas quanto ao manejo e conservação dos agrossistemas e sistemas naturais.

As modificações ocasionadas a um sistema ecológico são as mais diversas, verificando-se processos de redução

ou aumento da diversidade em espécies e mudanças na própria estrutura e organização destes sistemas. Esta situação é exemplificada analisando-se os efeitos da aplicação de herbicidas (Oka & Pimentel, 1974). Este tratamento não implica, necessariamente, na redução dos níveis de diversidade biológica de um sistema. Com a aplicação de determinado produto, verifica-se flutuações da densidade das populações de espécies-alvo dominantes, permitindo a colonização do mesmo espaço por outras espécies de plantas. Podem ocorrer, ainda, modificações acentuadas dos padrões estruturais e espaciais de determinados habitats, possibilitando aumento circunstancial da atividade e diversidade biológicas.

Estas observações não devem, no entanto, ser generalizadas como o comportamento mais provável. Na maioria dos casos, devido a atuarem sobre sistemas de alta complexidade, os defensivos ocasionam reduções significativas na diversidade de organismos, por vezes com sérios reflexos sobre a dinâmica funcional destes mesmos sistemas. Deve-se observar, ainda, que o declínio da diversidade não ocorre ao acaso, alguns grupos de organismos sendo mais susceptíveis que outros à ação destes produtos.

Observa-se, comumente, um declínio expressivo do número de taxa, especialmente no caso de organismos maiores, geralmente predadores. A principal dificuldade na definição conclusiva de experimentos deste tipo, situa-se no caráter multifatorial e sinérgico dos sistemas ecológicos, muitas vezes não sendo possível atribuir a determinado elemento ou processo a responsabilidade por um fenômeno observado na natureza.

Apesar de grande parte destes estudos apresentar certa coerência em si, nota-se que estes encontram fundamentação em uma análise probabilística elementar. Como grande parte dos ecossistemas são constituídos desde espécies muito abundantes a elementos raros, espera-se que, caso os defensivos atuem de forma deletéria sobre a maioria destes organismos, as espécies menos abundantes estarão sujeitas a um risco mais elevado de serem extintas em determinado ecossistema ou sistema ambiental. Novamente, incorre-se em sérios reflexos funcionais sobre os ecossiste

mas; predadores, p.e., são organismos menos abundantes na maioria dos sistemas ecológicos. Desta forma, pode-se supor que qualquer fator de distúrbio independente da densidade introduzido no ambiente pelo homem, exerce uma pressão consideravelmente maior sobre estes organismos. No caso da aplicação de inseticidas organoclorados, os efeitos sobre predadores é exacerbado, visto que além de sofrerem influência direta destes produtos, ainda estão sujeitos a uma dose suplementar devido a atuarem em níveis tróficos superiores.

Estas alterações dos padrões ecológicos são uma função, ainda, dos diferentes níveis de susceptibilidade a ação dos defensivos por parte de cada um dos elementos componentes dos sistemas ambientais. Frequentemente são observados declínios mais expressivos das populações de grandes herbívoros, comparados às de organismos menores em uma mesma área sujeita a tratamento químico. Pode-se aventar, como causa primária, o fato de animais maiores apresentarem menor densidade populacional. Entretanto, outras hipóteses são viáveis para explicar este fenômeno, como por exemplo uma menor capacidade de reposição devido a uma taxa reprodutiva mais reduzida. Além disto, os padrões toxicológicos podem variar de acordo com os grupos taxonômicos e os hábitos alimentares - nichos alimentares. Vários crustáceos, larvas de insetos e aranhas apresentam maior susceptibilidade aos inseticidas do que os moluscos, os insetos adultos ocupando uma posição intermediária. As algas e plantas superiores são, por sua vez, mais susceptíveis do que as bactérias à ação dos herbicidas (Moriarty, 1973). A resistência destas últimas, sendo de grande valor prático para o manejo dos agrossistemas, visto que exercem um papel fundamental na manutenção da fertilidade dos solos (Alexander, 1965).

Todavia, os defensivos geralmente exercem influência redutora sobre a diversidade de sistemas ecológicos, podendo induzir a formação de sistemas menos estáveis e perenes. A amplitude e extensão destes processos são, no entanto, uma função complexa e de difícil interpretação. A taxa de recolonização/recomposição de um sistema biológico está relacionada às condições previamente encontra-

das, formações naturais circunvizinhas, intensidade e periodicidade do tratamento aplicado, dentre outras, sendo comumente caracterizada como de comportamento estocástico. As modificações ocasionadas tanto aos sistemas sob intervenção, quanto aos ecossistemas circunvizinhos, dependerão, ainda, da capacidade intrínseca de tamponamento e regeneração destes sistemas, sendo uma função histórica/evolutiva dos processos de estruturação e funcionamento dos mesmos (Glooschenko et al., 1976).

Poucos estudos são conduzidos com o propósito de investigar as influências e reflexos derivados do uso de defensivos agrícolas em uma escala temporal mais ampla. A investigação dos efeitos da aplicação de determinados produtos sobre as comunidades de invertebrados aquáticos, por exemplo, tem indicado a necessidade de períodos mais longos para a recuperação destes sistemas em comparação com os ecossistemas terrestres (Frank et al., 1974). Apesar dos processos de regeneração de sistemas aquáticos, e em especial daqueles considerados como previamente isolados/fechados, envolverem uma gama de variáveis mais complexa, tal como a biogeografia, padrões de dispersão etc, podemos tecer três considerações básicas: (1) os organismos de ambientes aquáticos estão, provavelmente, sujeitos a uma maior concentração de defensivos a partir deste ambiente particular; (2) sendo menos adaptados a uma estratégia de escape, e ainda (3) sujeitos a uma taxa de recolonização mais lenta, em função de taxas de dispersão reduzidas.

Os tratamentos por defensivos exercem, adicionalmente, grande influência sobre o número de indivíduos e biomassa em organismos de diferentes níveis tróficos. Frequentemente, verifica-se um declínio acentuado na densidade/biomassa de organismos maiores, esse sendo parcialmente compensado pelo aumento no número de organismos menores e tolerantes. E ainda, uma modificação significativa na estrutura trófica das comunidades quanto a biomassa disponível. Estes fatos sugerem a ocorrência de uma redução expressiva da taxa de decomposição, provavelmente resultante dos tratamentos químicos (Santos & Whitford, 1981). Muito resta a ser feito nesta área para

que possam ser definidas generalizações mais ousadas sobre o assunto. Todavia, parece claro que os efeitos verificados na diversidade, na densidade populacional dos organismos e na biomassa disponível nos diversos níveis tróficos, devem exercer uma influência significativa sobre os padrões de produção e produtividade, ainda mais quando enfocados em uma escala temporal de médio e longo prazos.

### CONCLUSÕES PRELIMINARES

O uso de defensivos agrícolas no manejo de sistemas de produção agropecuários constitui-se, atualmente, em fato logicamente inegável. No entanto, esta premissa não justifica a utilização destes produtos de forma irresponsável ou inadequada. A partir das questões expostas acima, nota-se que a utilização correta é uma função do nível de conhecimento fundamental, tanto sobre as formas de atuação no ambiente, como da própria ecologia populacional das pragas e demais organismos direta ou indiretamente envolvidos no manejo de agrossistemas.

Entrementes, duas questões merecem destaque na análise do problema de forma imediata: (1) a avaliação do impacto ambiental do uso de produtos químicos em diferentes ambientes, e (2) a otimização e racionalização dos procedimentos de manejo de pragas e doenças nos diversos agroecossistemas. O impacto ocasionado por defensivos no ambiente é uma questão que, embora fundamental, tem sido tratada com pouca objetividade por parte da comunidade técnico-científica. Definir de forma clara os efeitos destes produtos sobre os diversos elementos de um sistema ambiental é uma tarefa, por vezes, de difícil resolução. As modificações impingidas aos ecossistemas pela ação de elementos antrópicos, podem ocorrer de forma extremamente lenta, imperceptível em uma primeira abordagem, tornando-se evidente quando assumem caráter quase que irreversível.

A avaliação de impacto ambiental, ao contrário da posição geralmente assumida pelo senso comum, exerce papel relevante quando tratamos de questões relacionadas ao manejo de agrossistemas e a utilização racional de defen-

sivos agrícolas. Esta área de conhecimento científico apresenta como elementos balisadores, a estruturação de um sistema de avaliação e análise de risco, tanto da contaminação ambiental (Long & Chapman, 1985; Haith, 1987), como da influência direta de determinadas práticas agrícolas sobre a estabilidade e perenidade biológica dos diversos agrossistemas (Haynes et al., 1980; Castro, et al., 1988a). E ainda, quanto a ocorrência de outros fenômenos considerados estocásticos relacionados à dispersão e ressurgência de pragas e doenças (Getz & Gutierrez, 1982; Watson, et al., 1976). Este procedimento remete, ainda, a investigação dos impactos negativos sobre outras atividades exploratórias em locais contíguos às áreas tratadas, e à implementação de um sistema de monitoramento e controle ambiental, estas ações atuando como componentes de suporte a programas de planejamento e gerenciamento ambiental (Castro, et al., 1988b).

Algumas medidas acauteladoras quanto aos efeitos negativos dos defensivos agrícolas nos agroecossistemas e ecossistemas circunvizinhos tornam-se emergenciais. No entanto, estas ações passam necessariamente, por um processo de desenvolvimento de áreas básicas ou fundamentais do conhecimento, e ainda, de forma mais imediata, pela otimização das tecnologias de aplicação (Chaim, com. pes.) e o desenvolvimento de novos produtos e formulações. Técnicas de aplicação mais adequadas a cada contexto específico de manejo, que permitam uma maximização do uso do produto aplicado, redução das perdas e conseqüente contaminação dos ecossistemas e agrossistemas, constituem formas de intervenção de curto e médio prazos, com reflexos imediatos sobre os custos de manutenção e efetividade dos tratamentos utilizados. O desenvolvimento de novos produtos, naturais ou sintéticos, bem como de formulações adequadas, favorece, ainda, uma maior efetividade dos programas de controle, possibilitando uma redução do impacto sobre organismos não alvo.

Estas respostas passam, no entanto, por um programa de extensão e reeducação dos produtores, técnicos e extensionistas, e por uma reestruturação dos programas e instituições de pesquisa e desenvolvimento, com o redirecio-

namento das metas e objetivos imediatos. Para se manter uma relação satisfatória de custo/benefício/risco, é necessária a seleção adequada dos produtos a serem aplicados, bem como sua utilização correta e segura. Programas de reeducação quanto à forma apropriada de utilizá-los, devem ser implementados com seriedade e presteza.

E por fim, os defensivos agrícolas devem ser abordados como um fator ecológico, o qual merece e requer estudos interdisciplinares e interativos, para que ocorra real compreensão de questão de tamanha complexidade. O uso de defensivos deve proporcionar uma melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais, desde que a sua utilização seja estritamente fundamentada em princípios científicos, isentos de influências político/ideológicas imediatistas, circunstanciais e por vezes oportunistas.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. Persistence and biological reactions of pesticides in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Assoc., 29: 1-7, 1965.
- ALTIERI, M.A. Vegetation diversity and insect pest management. CRC Plant Science, 2(2): 131-69, 1984.
- ALTIERI, M.A. The need of an agroecological approach to pest management. Environ. Mgmt., 4(6): 467-8, 1980.
- BENEVEU, A. The bioconcentration aspects of DDT in the environment. Residue Review, 61: 37, 1976.
- BROWN, A.W. Ecology of Pesticides, New York, John Wiley, 1978. 432 p.
- CASTRO, A.G. et al. Proposta para a abordagem do dilema agricultura x meio ambiente. Ciência e Cult., 40(7): 646-51, 1988.
- CASTRO, A.G. et al. Modelo de planejamento e gerenciamento ambiental. Jaguariúna, FINEP/CNPq, CNPDA/EMBRAPA, 1988b. 07 p.
- FRANK, R. et al. Organochlorine insecticides residues in sediment and fish tissues, Ontário, Canadá. Pesticide Monit. J., 2(3/4): 165-80, 1974.
- GETZ, W.M. & GUTIERREZ, A.P. A perspective on system analysis in crop production and insect management. Ann. Rev. Entomol., 27: 447-66, 1982.
- GLOOSCHENKO, W.A. et al. Distribution of pesticides and polychlorinated byphenyls in water, sediments, and seston of the upper Great Lakes - 1974. Pesticides Monit. J., 10(2): 61-7, 1976.

- HAITH, D.A. Extreme event analysis of pesticide loads to surface water. J. WPCE, 59(5): 284-88, 1987.
- HAYNES, W.J. & VAUGHER, W.R. Mortality from pesticides in the United States in 1973 and 1974. Toxicol. Appl. Pharmacol., 42: 235-52, 1977.
- LONG, E.R. & CHAPMAN, P.M. A sediment quality triad: measures of sediment contamination, toxicity, and infaunal community composition in Pudget sound. Marine Poll. Bull., 16(10): 405-15, 1985.
- MORIARTY, F. Pesticides: significance and implications of biological accumulation. s.l.p., ACPP, Musc/O1 FAO/WS/E 4902, 1973. 14 p.
- OKA, I.N. & PIMENTEL, D. Corn susceptibility to corn leaf aphids and common corn smut after herbicide treatment. Environ. Entomol., 3(9): 911-15, 1974.
- PERKINS, J.H. Insects, experts and insecticide crises: the quest for new pest management strategies. New York, Plenum Press, 1982. 304 p.
- PIMENTEL, D. et al. Environmental and social costs of pesticides: a preliminary assessment. Oikos, 34: 126 - 40, 1980.
- SANTOS, P.F. et al. Alguns aspectos de biologia e estimativa populacional da codorna (Nothura maculosa) em pastagens do Estado de São Paulo. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAÇA. Caça e Conservação; recursos naturais renováveis, conceitos, usufruto e manejo de caça. São Paulo, 1985. p. 159-180.
- SANTOS, P.F. & WHITFORD, W.G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. Ecology, 62: 654-63, 1981.

SINGH, S.A. Pesticide pollution: an analysis of the problem. Pesticides, 15(6): 3-12, 1981.

STINNER, B.R. et al. Insecticides and tillage effects on pest and non-pest arthropods in corn agroecosystems , Agric., Ecosyst. and Environ., 15: 11-21, 1986.

WATSON, E. et al. Practical insect management. San Francisco, W.H. Freeman, 1976.