

# PROTEÇÃO DE PLANTAS NA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Raquel Ghini<sup>1</sup>  
Wagner Bettiol<sup>2</sup>

## RESUMO

A sustentabilidade agrícola implica necessariamente na resolução dos problemas relacionados com o controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Porém, diversas técnicas utilizadas para minimizar os danos ocasionados por esses problemas fitossanitários contaminam o ambiente. Neste trabalho 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. As discussões demonstram a necessidade da interdisciplinaridade dos projetos de pesquisa, pois somente estudos que incluem o monitoramento de sistemas de produção nas diversas áreas do conhecimento fornecerão informações suficientes para o entendimento das diferentes interações.

Palavras-chave: sistemas de cultivo, agricultura alternativa, impactos ambientais.

## CROP PROTECTION IN SUSTAINABLE AGRICULTURE

## ABSTRACT

Agriculture sustainability undergoes the solution of problems related to control of diseases, pests and weeds. Nevertheless, several techniques applied to crop protection by themselves can cause pollution to the environment. In this work some approaches are discussed: problems of conventional crop protection management, the complexity of natural systems and agroecosystems, new technologies of crop protection, and possible alterations in crop management pursuing agriculture sustainability. Results show the necessity of interdisciplinary research projects. Only studies that are able to include the monitoring of different farming systems in several fields of knowledge are able to contribute to an understanding of the multiple interactions.

Key words: farming systems, alternative agriculture, environmental impacts.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Meio Ambiente, C. Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP.  
E-mail: raquel@cnpma.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Meio Ambiente, C. Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP.  
E-mail: bettiol@cnpma.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

A proteção de plantas, que inclui o controle de doenças, pragas e plantas invasoras, é realizada com o objetivo de reduzir os danos causados por esses problemas fitossanitários às culturas, que são estimados em, aproximadamente, 30% da produção agrícola. Os métodos utilizados para a proteção de plantas podem ser classificados como métodos genéticos, físicos, químicos, culturais e biológicos; nas últimas décadas, os químicos assumiram uma posição de destaque.

Entretanto, ultimamente, a preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com pesticidas vem alterando esse cenário, expressando-se pela presença de segmentos de mercado ávidos por produtos agrícolas diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de pesticidas como por aqueles portadores de selos informando de que os pesticidas foram utilizados adequadamente.

Essas pressões têm levado ao desenvolvimento de sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de pesticidas. A seguir, serão discutidas diferentes abordagens desse novo enfoque da proteção de plantas na agricultura sustentável .

## AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

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. 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 a redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas.

A proteção de plantas nos métodos convencionais, por meio do uso de pesticidas, apresenta características extremamente atraentes, como a simplicidade, a previsibilidade e a necessidade de pouquíssimo 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. Tal estratégia é apropriada para predadores relativamente agressivos e específicos, mas tem menor valor em situações mais complexas. 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 prazo, e não a curto prazo. Assim sendo, há a necessidade de um amplo conhecimento da ecologia do sistema (Athinson & McKinlay, 1995).

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 nossa habilidade em redesenhar sistemas alternativos. Estudos epidemiológicos são fundamentais para maior compreensão da estrutura e do funcionamento dos sistemas de produção em relação ao comportamento das doenças e pragas no campo e a otimização de seu controle. Com o conhecimento da estrutura e do funcionamento dos sistemas de produção, poderemos entender melhor a saúde das plantas e não somente os fatores relacionados às pragas e doenças de cada cultura.

## CONTROLE FITOSSANITÁRIO CONVENCIONAL

Atualmente, sabe-se que é impossível erradicar patógenos ou insetos no campo e que, além de tudo, isso é desnecessário. O balanço entre os riscos e os benefícios indica o momento exato da adoção de medidas de controle. Tanto a falta como o excesso de medidas de controle podem causar prejuízos. Porém, a tomada de decisão depende de informações seguras, como já foi mencionado.

Boa parte dos pesticidas aplicados no campo é perdida. Estima-se que cerca de 90% dos pesticidas 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 dar proteção contra uma praga ou patógeno que não estão presentes na área. Isso ocorre porque ainda 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. Gravena et al. (1998), realizando o manejo ecológico de pragas e doenças do tomateiro envarado, demonstraram a possibilidade de reduzir de 31 aplicações de inseticidas e 31 de fungicidas, no manejo convencional, para 10 e 21 aplicações, respectivamente, no manejo ecológico de tripes, pulgão, mosca branca, traça, broca pequena, requeima, pinta preta e vira-cabeça, sem alterar a produtividade.

A ocorrência de pragas ou patógenos resistentes a determinados pesticidas nem sempre é diagnosticada. Assim, esses produtos continuam a ser aplicados, mesmo tendo sua eficiência comprometida pela ocorrência de resistência no organismo alvo.

Quanto à tecnologia de aplicação, a maior parte dos equipamentos apresenta uma baixa eficiência com relação à quantidade de produto que atinge o alvo e a quantidade total aplicada.

## SISTEMAS NATURIS versus AGROECOSSISTEMAS

As doenças de plantas ocorrem na natureza com o objetivo, em parte, de 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. As epidemias, porém, são frequentes em ecossistemas agrícolas. A interferência humana, alterando o equilíbrio da natureza, resulta na ocorrência de epidemias. 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 (Colegio..., 1996; Reijntjes et al., 1992). Os sistemas de cultivo caracterizados pela mistura de culturas (policulturas ou consórcios) apresentam diversas vantagens na proteção de plantas. A frequência de insetos-praga é menos abundante nas policulturas do que nas monoculturas. 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 menores densidades, já que o espaço entre elas será 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 plantas.

Uma outra forma de aumentar a diversidade, conseqüentemente a complexidade do sistema (sistemas mais complexos são mais estáveis), 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 mais amplo, cultivando diferentes espécies florestais e formando uma agrofloresta. Além das vantagens da redução do uso de pesticidas, há menor risco econômico, pois há maior diversificação da renda. Nesse caso, precisa também ser trabalhado o uso adequado de 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. O melhor 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 a aplicação do manejo integrado, isto é, controle genético, cultural e biológico. O componente genético é empregado em diversos clones de seringueira; o cultural, pelo plantio de espécies diferentes, como dendê, mogno, etc.; e o biológico, pela multiplicação e/ou aplicação de microrganismos antagônicos (*Hansfordia pulvinata*) ao *Microcyclus ulei*, agente causal da doença.

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. O efeito de combinações planejadas de plantas deve ser estudado criteriosamente antes da 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 considerando prioritária a sustentabilidade e a preservação do ambiente. O uso de feromônios sexuais sintéticos de insetos pragas vem permitindo uma considerável redução do uso de inseticidas, minimizando o impacto ambiental. O controle de *Carpocapsa* da macieira já é realizado exclusivamente com feromônios em diversas localidades dos Estados Unidos e Europa. As tecnologias de agricultura de precisão permitem o emprego de pesticidas apenas nas reboleiras onde ocorre a doença, a praga ou a planta invasora e não em toda a área, reduzindo sensivelmente o uso de pesticidas. Tal tecnologia aumenta a eficiência, minimiza os impactos ambientais e aumenta a competitividade.

Técnicas, como o controle biológico e físico, também estão sendo desenvolvidas, e muitas estão em uso, como: termoterapia de órgãos de propagação e frutos; a energia solar para controle de fitopatógenos do solo (solarização); a radiação ultravioleta para o controle de patógenos em pós-colheita; o emprego de plásticos que filtram determinados comprimentos de onda com conseqüente controle de doenças e pragas; a premunização de plantas cítricas contra a tristeza dos citros; o *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja; o nematóide *Delademus siricidicola* para o controle da vespa-da-madeira; o *Bacillus thuringiensis* para o controle de larvas de lepidópteras; m o *Cotesia flavipes* para o controle da broca da cana-de-açúcar; o *Trichoderma* para o controle de patógenos do solo causadores do tombamento do fumo, e outros. Também as técnicas de manejo integrado e manejo ecológico de pragas e doenças conduzem a sensíveis reduções de uso de pesticidas, com vantagens econômicas e ambientais. Essas tecnologias conduzem a um maior equilíbrio do agroecossistema, mas para serem empregadas exigem um melhor nível tecnológico dos agricultores.

Outro aspecto importante é o equilíbrio nutricional das plantas. Normalmente, a adubação é baseada nas necessidades de NPK, não 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 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 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 sobre o assunto 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 no futuro 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. Em razão disso, todas as outras alternativas decresceram em importância, embora o controle físico ainda continue sendo, 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 por causa da 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 constituindo-se em 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 no futuro, 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, queima, descargas elétricas e solarização; sendo que nos métodos biológicos estão incluídos insetos fitófagos e fitopatógenos.

## ALTERANDO O SISTEMA

A compreensão da natureza somente é possível num enfoque holístico, observando ciclos, trabalhando com sistemas e respeitando as inter-relações e proporções. Tudo é interdependente. 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 ao manejo inadequado dos solos, da natureza e do próprio controle desses problemas. O surgimento de doenças iatrogênicas (as que ocorrem por causa do uso de pesticidas) é um exemplo de problemas que podem ocorrer devido à visão reducionista do sistema. Vários aspectos do surgimento de pragas e doenças em decorrência do uso de pesticidas são discutidos por Chaboussou (1987).

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; 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. Em razão da complexidade dessa tarefa, esforços vêm sendo realizados por diferentes correntes de pesquisa, mas todas considerando a mínima dependência externa de insumos, a biodiversidade, o aproveitamento dos ciclos de nutrientes, a exploração das atividades biológicas, o uso de técnicas não poluentes, o reaproveitamento de todos os subprodutos 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, etc. 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 pela empresa Agropalma, localizada no sul de Belém/PA, é um excelente exemplo das duas primeiras fases do processo evolutivo. Como o *Elaeodios* (bicho nanico), polinizador da cultura, é essencial para a produção, não poderia ser eliminado devido ao uso de pesticidas 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 biológica, isto é, nos focos são aplicados agentes de controle biológico ou é feito o monitorado 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 400 kg de N por hectare/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.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da proteção de plantas em sistemas de cultivo de maior grau de sustentabilidade necessita que se estude a estrutura e o funcionamento dos agroecossistemas, com atenção especial às condições nutricionais, à estrutura 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 de cultivo.

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. Somente estudos que incluem o monitoramento de sistemas de produção nas diferentes áreas do conhecimento fornecerão informações suficientes para o entendimento das diferentes interações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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: Agronômica Ceres, 1995. v.1, 919p.
- CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos (a teoria da trofobiose). Porto Alegre: L&PM, 1987. 256p.
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS AGRONOMOS DE CENTRO Y CANARIAS. Manual de prácticas y actuaciones agroambientales. Madrid: Editorial Agrícola Española / Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 310p.
- 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, 1994. p.157-197.
- GRAVENA, S.; BENVENGA, S.; ABREU JR., H.; GROPPPO, G.A.; ZANDER, R.; KLEIN-GUNNWIEK, 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. Não paginado.
- LIEBMAN, M. Sistemas de policulturas. In: ALTIERI, M.A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA / FASE, 1989. 240p.
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture. Leusden: Ilea, 1992. 250p.