

CAPITULO 01

Conversão de Sistemas de Produção e Doenças de Plantas

Wagner Bettiol*

INTRODUÇÃO

O constante aumento na produção de alimentos em grande escala é responsável pela redução dos custos com a alimentação. Entretanto, o retorno econômico para os agricultores é inversamente proporcional ao aumento da produção de alimentos. Essa tendência é perigosa para a manutenção da sustentabilidade do agronegócio. Roberts (2009) discute brilhantemente essa problemática e afirma que o sistema que deveria satisfazer a nossa necessidade mais básica está falhando. “Ironicamente, os problemas com o sistema alimentar moderno começaram com seu sucesso. Apesar de todos os benefícios da produção de alto volume e baixo custo, a capacidade de gerar fluxos enormes de alimentos a preços cada vez mais baixos também conseguiu prender os produtores em um círculo vicioso: quanto mais alimento eles produzem, mais alimentos precisam continuar produzindo” (ROBERTS, 2009).

Os agricultores são orientados à constante busca por tecnologias para maximizar a produtividade da agricultura. Entretanto, não são considerados previamente os potenciais problemas ambientais que podem

*Embrapa Meio Ambiente, CP 69; 13820-000 Jaguariúna, SP, Brasil. E-mail: bettiol@cnpmembrapa.br. Bolsista do CNPq.

causar. Assim, é indispensável que no desenvolvimento de tecnologias se considerem os seus possíveis impactos ambientais antes de sua utilização em escala. Dessa forma, é evidenciada a necessidade de que os efeitos nas estruturas ecológicas e sociais sejam considerados tão ou mais importantes que os aspectos econômicos.

O uso intensivo de agrotóxicos para controle de doenças, pragas e plantas invasoras na agricultura encaixa-se na tecnologia que foi desenvolvida para resolver um problema sem conhecimento do que poderia causar às estruturas ecológicas e sociais. Reconhecidamente, essa tecnologia tem 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 surgimento de doenças iatrogênicas (as que ocorrem devido ao uso de agrotóxicos); o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos; e a redução da biodiversidade. Por outro lado, a proteção de plantas 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 sucesso com a aplicação de um fungicida de amplo espectro, é importante o conhecimento de como aplicar o produto, sendo necessária pouca informação sobre a ecologia e a fisiologia de espécies, interações biológicas, ecologia de sistemas e ciclagem de nutrientes, entre outras. Essa simplificação interessa basicamente à comercialização de insumos, que interferem em muitas espécies e, conseqüentemente, desequilibram o sistema.

Entretanto, a preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com agrotóxicos está alterando o cenário agrícola, resultando em mercados de alimentos produzidos sem o uso de agrotóxicos ou aqueles com selos que garantem que os agrotóxicos foram utilizados adequadamente. Além disso, a sociedade está verificando os grandes problemas ambientais, sociais e econômicos causados pelas mudanças climáticas globais. Esses aspectos

estão fazendo com que a situação do uso dos agrotóxicos permeie a agenda ambiental de diversos países, como, por exemplo, o pacote ambiental lançado em 2007 pelo governo francês, que estabelece a redução de 50% do consumo de agrotóxicos em dez anos (Folha de São Paulo, 26/10/2007). Um dos aspectos preocupantes é o aumento da quantidade aplicada de ingrediente ativo de agrotóxicos por unidade de área (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003), pois houve grande evolução desses produtos e, apesar disso, não ocorreu redução de uso por área. Esse aumento ocorre em todas as culturas, mas principalmente nas hortifrutos que são consumidas *in natura*. Outro problema é o aumento dos limites tolerados de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, como o que ocorreu com diversos países europeus após a uniformização de legislação pela União Europeia (L'espresse, 18/09/2008).

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. 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 por produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos e físicos nos sistemas agrícolas.

Em contraste com a agricultura convencional, os sistemas mais sustentáveis buscam obter vantagens das interações de ocorrência natural. Os sistemas sustentáveis dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre pragas e predadores, patógenos e antagonistas; e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio e a solubilização de fósforo, em vez 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.

Um dos principais problemas da sustentabilidade agrícola 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 agroecossistema. Para reverter essa situação, as complexas interações biológicas são fundamentais para o sucesso do controle, devendo ser analisadas de modo holístico e consideradas a longo e não em curto prazo. Assim, há necessidade de um amplo conhecimento da ecologia de sistemas (ATKINSON; MCKINLAY, 1995).

AGROECOSSISTEMAS *versus* SISTEMAS NATURAIS

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. Nesse caso, o que se observa é que as doenças ocorrem na forma endêmica. Não ocorrem epidemias que poderiam destruir as espécies vegetais, visto que colocaria em risco a sobrevivência dos patógenos. Contudo, as epidemias são frequentes em agroecossistemas, pois, com a interferência humana, há alteração do equilíbrio da natureza. Uma das condições que favorecem o aumento da população de patógenos 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) e o cultivo em faixas apresentam diversas vantagens na proteção de plantas. 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 na redução dos problemas fitossanitários.

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 doenças. Os efeitos de combinações planejadas de plantas devem ser estudados criteriosamente antes da sua aplicação em programas de manejo.

OBTENÇÃO DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS

A compreensão da natureza somente é possível num enfoque holístico, observando-se ciclos, trabalhando com sistemas e respeitando as inter-relações e proporções. Todos os fatores são interdependentes. Com o enfoque temático-analítico que predomina 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: melhoria da eficiência do sistema convencional, com a substituição dos insumos e das práticas agrícolas; e redesenho dos sistemas agrícolas. A primeira fase, apesar do baixo nível de adoção, está sendo trabalhada de forma relativamente organizada, com 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 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 são despendidos 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-poluentes, o reaproveitamento de todos os subprodutos (reciclagem) e a integração do homem no processo. Em relação à sustentabilidade, pode-se afirmar que os sistemas encontrados tanto na primeira fase quanto na segunda, apresentam maior grau de sustentabilidade que o convencional, mas não a autossustentabilidade.

Melhoria da eficiência do sistema convencional, com a substituição dos insumos e das práticas agrícolas

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. Os produtos biocompatíveis para o controle de pragas e doenças permitem uma redução do uso de agrotóxicos. Entretanto, ainda são poucas as equipes de pesquisa que desenvolvem estudos com esses produtos; portanto, com disponibilidade limitada para os agricultores. 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, porém ainda são pouco utilizadas. Essas tecnologias conduzem a um maior equilíbrio do agroecossistema, mas, para serem empregadas, exigem um melhor nível tecnológico dos agricultores e uma adequada assistência técnica.

O uso de cultivares resistentes é fundamental para os sistemas agrícolas sustentáveis. Trata-se de um método barato e de fácil utilização para o controle de importantes doenças e pragas (INNES, 1995). O resgate de métodos de controle cultural também é muito importante para a proteção de plantas em sistemas sustentáveis de cultivo. 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, na redução da necessidade de controle com uma equilibrada nutrição de plantas (ENGELHARD, 1989). A exploração da supressividade natural do solo, bem como a sua indução e o uso de matéria orgânica, tanto por meio de incorporação ao solo como após transformação para posterior uso, deve ser considerada como método de controle de doenças. 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 a supressividade por estimular a atividade de decompositores primários, principalmente bactérias, fungos e outros organismos, como ácaros, nematoides e artrópodes, como *Collembola*, que podem ter importantes funções no controle de fitopatógenos.

Nem sempre essas técnicas isoladamente são suficientes para obtenção de um controle adequado, mas são fundamentais para o manejo integrado de pragas e doenças. Um exemplo interessante de sucesso, obtido explorando-se a integração dos produtos biocompatíveis e técnicas de manejo, é a integração de métodos físicos e biológicos para o controle de doenças e pragas em lírio em uma propriedade localizada em Holambra, SP, com histórico de utilização intensiva de fungicidas, inseticidas, acaricidas e fertilizantes. Os problemas fitossanitários no lírio, cultura de alto valor agregado, são limitantes para o seu cultivo. Entre eles, podem ser destacados os causados por *Botrytis*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* e pulgões. Para se obter um controle integrado desses problemas, o uso dos agrotóxicos foi paulatinamente eliminado do sistema produtivo por meio da integração de métodos biocompatíveis para controle de pragas e doenças, introduzindo uma diversidade de microrganismos. De modo geral, a produção atual baseia-se na colonização do substrato com *Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria* e microrganismos presentes em biofertilizante. Além disso, é realizada uma aplicação de biofertilizante

concentrado logo após a brotação dos bulbos e, quinzenalmente, aplicação massal de *Trichoderma* e *Clonostachys*, bem como de biofertilizante e, quando necessário, óleo de nim e própolis. Associado a esses produtos e a uma fertilização equilibrada, controlada diariamente, um programa de sanitização, com a eliminação de plantas e partes de plantas doentes, é mantido em todas as estufas. Também é feito um controle da umidade relativa. Dos mais de 30 diferentes produtos agrotóxicos comerciais anteriormente aplicados, atualmente nenhum é utilizado. O sucesso deve-se não apenas à substituição dos agrotóxicos por algum produto biocompatível, e sim à alteração de todo o sistema de produção, pois a simples substituição de produtos pode ocasionar-lhes desequilíbrios causados pelos agrotóxicos (Bettiol et al., 2005; Wit, 2008; Wit et al., 2009).

Outros exemplos são discutidos no capítulo intitulado “Experiências práticas de controle biológico de doenças em ornamentais, medicinais e hortaliças”.

Redesenho dos sistemas agrícolas de produção

Em relação ao redesenho dos sistemas agrícolas há necessidade de se conhecer a sua estrutura e o seu funcionamento. Uma das tentativas de se redesenhar o sistema de produção é a corrente de agricultura orgânica. Entretanto, em sua maioria, o que se verifica é a substituição de insumos ainda na primeira fase da conversão, ocorrendo uma convencionalização da produção orgânica.

Devido principalmente à característica do não uso de agrotóxicos, os cultivos orgânicos estão se expandindo rapidamente tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, onde os produtos orgânicos frequentemente são destinados ao mercado externo. 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, necessitando de maior grau de integração. Uma abordagem sistêmica foi adotada por Gliessman

et al. (1990/1996), que conduziram estudos para verificar as limitações durante a conversão da produção de morangos para o sistema orgânico. Foram avaliados eficiência dos métodos alternativos, alterações nas características do solo, ocorrência de pragas, doenças e populações de organismos benéficos (antagonistas e predadores), respostas da cultura, além da avaliação econômica. Trabalhos com abordagem semelhante foram realizados com cultura da maçã por Caprille et al. (1994), Swezwy et al. (1994) e Vossen et al. (1994). Nesses estudos foi demonstrado que a agricultura orgânica aumentou a biodiversidade, melhorou as características físicas, químicas e biológicas do solo e que o retorno econômico foi dependente do manejo de pragas e doenças. Entretanto, não ocorreu um redesenho do sistema de produção, e sim o uso de técnicas com maior grau de sustentabilidade.

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. Nesse sentido, um exemplo em que esses conceitos são explorados com sucesso é o da Associação Yamaguishi, localizada em Jaguariúna, SP, onde ocorre, desde 1988, uma integração da criação animal e produção vegetal. Um dos pensamentos filosóficos da associação é de que a criação de animais sem terras agrícolas ou o cultivo de plantas sem criação de animais são atividades parciais e vão contra o princípio de reciclagem da natureza. Portanto, o cultivo de hortaliças tem como princípio a formação de um solo rico, onde possam se desenvolver vegetais saudáveis. Também para os animais foram construídos ambientes adequados, onde possam crescer com saúde e contribuir para a riqueza do solo; todas as instalações para os animais mantêm a incidência de luz solar direta, ocorrendo uma compostagem laminar dos estercos e das sobras de alimento.

A base de todo o sistema está na diversidade de cultivo e, com esse desenho de sistema de produção, não há necessidade do controle de doenças e pragas das plantas. A propriedade tem 60 ha, dos quais 28 ha são mantidos com mata (12 ha são de mata ciliar) e os demais utilizados para criação animal e produção vegetal. A fazenda iniciou suas atividades

com a produção de ovos (todos são até hoje fertilizados) e, em seguida, associou essa produção à de vegetais no sistema orgânico. Assim, todos os resíduos das aves são utilizados para fertilização do solo e grande parte dos vegetais é usada na alimentação das aves, mantendo o sistema em equilíbrio. O controle de pragas e doenças não é realizado, pois o sistema atingiu um equilíbrio biológico em que os problemas fitossanitários apresentam baixo nível de dano. Para atingir esse equilíbrio, investiu-se na diversidade de espécies cultivadas. De modo geral, em média, são cultivadas mais de 60 espécies continuamente, com descontinuidade no espaço e no tempo, sendo: frutas – bananas nanica e prata, manga e abacate; hortaliças folhosas – acelga, agrião-da-terra, alface (americana, crespa, lisa, mimosa, romana e roxa), alho-poró, almeirão, brócolis, catalônia, cebolinha, chicória, chicória-roxa (radichio), coentro, couve-manteiga, erva-cidreira, espinafre, espinafre japonês, hortelã, manjeriço, nirá, repolho, repolho-roxo, salsa e salsão; legumes e raízes – abóbora-paulista, abóbora-italiana, abobrinha-brasileira, alho, bardana, batata-doce, berinjela, beterraba, cará, cebola, cenoura, chuchu, couve-flor, erva-doce, ervilha torta, feijão-vagem, gengibre, inhame, mandioca, nabo, pepino-japonês, pimenta, pimentão, pupunha, rabanete e rúcula; cereais – milho-doce e milho comum; e cana-de-açúcar para produção de melão e cachaça, entre outras culturas. Além dessa diversidade de culturas, enquanto na agricultura convencional a recomendação é de que as plantas invasoras são um obstáculo a ser superado, nesse sistema tenta-se tirar proveito desse recurso para o processo produtivo. Dessa forma, os efeitos positivos das invasoras são incorporados 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 também contribuem para a diversificação dos agroecossistemas e funcionam como barreira biológica e física contra a disseminação dos insetos-praga e das estruturas dos patógenos e, ainda, como indicadores das condições de fertilidade do solo. Além disso, 6 ha são mantidos com diferentes módulos de agrofloresta, e parte deles fornece

produtos para comercialização. Nesse sistema, pragas e doenças relatadas para as culturas também ocorrem na propriedade. Entretanto, o nível de severidade é relativamente baixo, sendo desnecessária a intervenção com qualquer tipo de produto.

Outra preocupação básica da associação é com os aspectos sociais dos envolvidos na produção, que atualmente totalizam 40 pessoas. Para atingir esse nível de redesenho do sistema de produção, a parte social é de grande complexidade ou de enorme simplicidade, pois todas as decisões são tomadas por unanimidade em discussões diárias. A fazenda realiza o ciclo completo de atividades. Além da produção, ela é a responsável pela venda de seus produtos, que é feita diretamente em feiras na região; entrega domiciliar, cuja compra pode ser feita pela internet ou telefone; e redes de supermercados. Nesse modelo de distribuição da produção é fundamental a diversidade de culturas, sendo, portanto, um sistema retroalimentado continuamente.

É preciso de se considerar que nenhum redesenho de sistema de produção pode prescindir de um adequado retorno econômico para a manutenção da atividade. Assim, além dos aspectos ambientais, sociais e de produção, os econômicos são fundamentais. Esse modelo de produção relatado, que aparentemente funciona apenas para pequenas propriedades, pode ser explorado por qualquer tamanho de propriedade. Entretanto, é fundamental que cada propriedade desenvolva o seu modelo, pois para cada região, clima e solo as necessidades são diferentes. Com certeza, a facilidade será maior em propriedades de pequeno e médio portes, que são a base da produção de alimento mundial.

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 isso, 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.

COMPARAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Um dos primeiros estudos desenvolvidos em grande escala, comparando sistemas de produção, foi o projeto de longa duração denominado "Development of Farming Systems", conduzido na Holanda e coordenado pela "Research Station for Arable Farming and Field Production of Vegetables". As informações obtidas no projeto foram publicadas no livro editado por Zadoks (1989): "Development of Farming Systems: evaluation of the five-year period 1980-1984". No projeto, foram comparados os sistemas convencional, integrado e orgânico em uma fazenda de 72 ha, tendo como objetivos: desenvolvimento, comparação e teste dos três sistemas de produção. As variáveis mais importantes relacionadas com a produção foram avaliadas por especialistas de cada área do conhecimento, totalizando em torno de 40 pesquisadores. Entre os principais resultados e conclusões do estudo, destacam-se: a rotação de cultura no sistema orgânico foi adequada para a manutenção da fertilidade do solo sem o uso de fertilização mineral e reduziu os problemas de competição com plantas invasoras; a rotação de cultura nos sistemas convencional e integrado foi com espécies de alta produtividade que apresentaram problemas com os patógenos habitantes de solo, especialmente com o nematoide do cisto em batata, tendo sido necessárias medidas de controle; a supressão de plantas invasoras nos sistemas convencional e integrado foi baixa e o uso de herbicidas foi exigido; o manejo de plantas invasoras foi um dos principais problemas nos sistemas integrado e orgânico; a produtividade da batata nos sistemas integrado e orgânico foi baixa, sendo a escolha da cultivar, os danos causados por doenças foliares e o suprimento subótimo de nutrientes os principais responsáveis; a resposta da beterraba-açucareira foi excelente no sistema integrado e adequada no orgânico, possivelmente pela deficiência de nitrogênio; a produtividade do trigo foi dependente da disponibilidade de nitrogênio e do controle de pragas e doenças, indicando ser difícil a obtenção de alta produtividade da cultura no sistema orgânico; através dos anos, o sistema orgânico claramente foi melhor do que os outros para

a fertilidade do solo; no sistema orgânico, o grande emprego de mão-de-obra no controle de plantas invasoras poderá somente ser evitado por adaptação de esquema de rotação de culturas; o controle de plantas invasoras sem herbicidas é possível, mas necessita de melhorias; a proteção de plantas sem o uso de agrotóxicos foi satisfatória, com exceção do controle da requeima da batata no sistema orgânico; os resultados preliminares indicam a melhor qualidade dos produtos orgânicos; as perdas de nitrogênio foram reduzidas no sistema orgânico; o uso de fertilizantes nitrogenados no sistema integrado pode ser reduzido pelo cultivo de adubo verde e por incorporação de matéria orgânica; uma considerável redução no uso de agrotóxicos é sempre possível; a prevenção e o controle de pragas e doenças são atividades prioritárias; as estratégias de prevenção de pragas e doenças devem ser desenvolvidas para os sistemas integrado e orgânico; os esforços devem ser orientados no desenvolvimento de sistemas de cultivo com restritivo uso de agrotóxicos; e o sistema orgânico traz informações importantes para um caminho da agricultura focada na integração de objetivos. Esse projeto é importante de ser conhecido e discutido, pois foi realizado de 1980 a 1984. Assim, passados 25 anos, o desenvolvimento de tecnologias permitiu melhorar o desempenho dos sistemas integrado e orgânico. No entanto, os problemas com doenças, pragas e plantas invasoras continuam sendo os principais fatores limitantes da produtividade no sistema orgânico.

Gliesmann et al. (1990/1996), estudando os sistemas de produção de morango convencional e orgânico, concluíram que em três anos de comparação a produtividade no sistema orgânico foi menor, sendo inerente ao processo de conversão, mas que a diferença foi sendo reduzida com os anos de desenvolvimento do projeto. Apesar da menor produtividade, os lucros foram maiores no sistema orgânico durante a fase de conversão, devido ao melhor preço obtido pelo morango orgânico. Pesquisas adicionais nos processos ecológicos, melhoramento das técnicas e mais ensaios são necessários para o sucesso do sistema orgânico.

Caprile (1994) analisou os resultados obtidos por Caprile et al. (1994), Vossen et al. (1994) e Swezey et al. (1994), os quais compararam

a produção de maçã nos sistemas orgânico e convencional para as regiões de Contra Costa, Sonoma e Santa Cruz, na Califórnia, durante quatro anos. A conclusão principal é de que a viabilidade econômica do sistema orgânico foi fortemente relacionada com o nível de sucesso no manejo de pragas e doenças nos pomares. Os danos causados por insetos limitaram a produtividade e os lucros no sistema orgânico na região de Contra Costa, sendo a fertilidade facilmente mantida com o uso de trevo (CAPRILE et al., 1994). Segundo Vossen et al. (1994), em Sonoma, a sarna da macieira (*Venturia inaequalis*) e pragas foram as responsáveis pelos problemas no sistema orgânico. Por outro lado, em Santa Cruz, onde as condições ambientais resultaram em menores incidências de doenças e pragas, o sistema orgânico foi mais lucrativo do que o convencional. Nas três localidades, além das doenças e pragas, as demais variáveis responsáveis pela redução ou incremento da produtividade da cultura também foram avaliadas. Entretanto, os fatores que determinaram o sucesso da conversão do sistema de produção foram os relacionados com a incidência de doenças e pragas. Esses resultados demonstram a importância do conhecimento do funcionamento do sistema de produção em cada região.

Bettiol et al. (2002/2004), comparando os sistemas de produção convencional e orgânico para o cultivo de tomate, verificaram que as pragas e doenças foram os componentes que limitaram a produção no sistema orgânico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O redesenho dos sistemas de produção e a conversão para sistemas agrícolas de baixo impacto ambiental e que caminhem em direção da sustentabilidade são viáveis. Entretanto, é indispensável o desenvolvimento de métodos e produtos biocompatíveis de baixo impacto ambiental para o controle dos problemas fitossanitários, se não forem resolvidos com o redesenho dos sistemas de produção. Também é indispensável o desenvolvimento de novos métodos para incrementar a

fertilidade dos solos com soluções regionalizadas, mas de forma sustentável e que colabore com a redução da ocorrência de pragas e doenças. Portanto, o uso das interações biológicas é indispensável para que a saúde das plantas seja mantida.

Os exemplos apresentados anteriormente reforçam a necessidade da realização de pesquisas integradas para que a conversão de sistemas de produção seja bem sucedida. Dessa forma, é indispensável que os órgãos de fomentos e as instituições de ensino e pesquisa desenvolvam alternativas ecologicamente adequadas de controle dos problemas fitossanitários e de fertilização do solo para que novos sistemas de cultivo com maior índice de sustentabilidade sejam viáveis.

Além do desenvolvimento tecnológico, é necessária a implantação de uma política pública de incentivo aos novos desenhos de sistemas de produção à semelhança do que ocorreu com o estímulo ao uso de agrotóxicos e fertilizantes.

Espera-se que com o redesenho dos sistemas de produção a discussão seja ampliada e não mais restrita basicamente aos sistemas convencional, integrado e orgânico. Assim, novos modelos de cultivo necessitam ser discutidos e implantados para que os agricultores deixem o círculo vicioso de que, quanto mais alimentos produzem, mais alimentos precisam continuar produzindo. Além disso, propostas de novos sistemas devem ser pesquisadas e amplamente discutidas para que a sociedade seja contemplada com sistemas que respeitem as necessidades das gerações atuais e futuras. Esse é o desafio da conversão dos sistemas de produção.

REFERÊNCIAS

- 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.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; LIGO, M.A.V.; MINEIRO, J.L.C. Soil organisms in organic and conventional cropping systems. **Scientia Agricola**, v. 59, p.565-572. 2002.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; SILOTO, R.C. Organic and conventional tomato cropping systems. **Scientia Agricola**, v. 61, p.253-259. 2004.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, p.79-95. 2003.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M.A.B. Alguns métodos alternativos para o controle de doenças de plantas disponíveis no Brasil. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; PALLINI, A. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM:UFV, 2005. p.163-183.
- CAPRILE, J. Regional experiences in organic apple production differ. **California Agriculture**, v. 48, p. 20, 1994.
- CAPRILE, J.; KLONSKY, K.; MILLS, N.; MCDUGALL, S.; MICKE, W.; STEENWYK, B.V. Insect damage limits yield, profits of organic apples. **California Agriculture**, v. 48, p. 21-28. 1994.

- COLÉGIO OFICIAL DE INGENIEROS AGRONOMOS DE CENTRO Y CANARIAS. **Manual de prácticas y actuaciones agroambientales**. Madrid: Editorial Agricola Española/Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 310p.
- 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.
- GLIESSMAN, S.R.; SWEZEY, S.L.; ALLISON, J.; COCHRAN, J.; FARREL, J.; KLUSON, R.; ROSADO-MAY, F.; WERNER, M. Strawberry production systems during conversion to organic management. **California Agriculture**, v. 44, n. 4, p. 4-7. 1990.
- 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.
- INNES, N.L. A plant breeding contribution to sustainable agriculture. **Annals of Applied. Biology**, v.126, p. 1-18. 1995.
- KIEVITSBOSH, R.A. Integração de métodos biológicos para o controle de doenças e pragas da cultura do *Spathiphyllum* e *Phalaenopsis*. **Summa Phytopathologica**, v.34S, p.199. 2008.
- MORANDI, M.A.B. Integração de métodos físicos e biológicos de doenças em viveiros de plantas medicinais: estudo de caso com *Cordia verbenacea*. **Summa Phytopathologica**, v.34S, p.179. 2008.
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture**. Leusden: Ileia, 1992. 250p.

ROBERTS, P. **O fim dos alimentos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 364p.

SWEZEY, S.L.; RIDER, J.; WERNER, M.R.; BUCHANAN, M.; ALLISON, J.; GLIESSMAN, S.R. Granny Smith conversions to organic show early success. **California Agriculture**, v. 48, p. 36-44, 1994.

VOSSSEN, P.; JOLLY, D.; MEYER, R.; VARELLA, L.; BLODGETT, S. Disease, insect pressures make organic production risky in Sonoma County. **California Agriculture**, v. 48, p. 29-36, 1994.

WIT, J.P.W. Integração de métodos biológicos para o controle de doenças e pragas da cultura do lírio. **Summa Phytopathologica** 34S: 198. 2008.

WIT, J.P.W.; KIEVITSBOSH, R.A.; BETTIOL, W. Integração de métodos físicos e biológicos para o controle de doenças e pragas em lírio e espatifilo. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente/Fundag (no prelo).

ZADOKS, J.C. **Development of farming systems: evaluation of the five-year period 1980-1984**. Pudoc Wageningen, 1989. 90p.