

Capítulo 13

Conversão de Sistemas de Produção

Wagner Bettiol

O uso intensivo de agrotóxicos para o controle de doenças, pragas e plantas invasoras 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 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-se 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 (produtos orgânicos, por exemplo) 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 e o fim do cultivo de organismos geneticamente modificados (Folha de São Paulo, 26/10/2007). Um dos aspectos preocupantes é o aumento da quantidade de ingrediente ativo dos agrotóxicos por unidade de área (Campanhola & Bettiol, 2003), pois houve uma grande evolução desses produtos e apesar disso não ocorreu redução de uso por área. E esse aumento ocorre em todas as culturas, mas principalmente nas hortifrutais que são consumidas *in natura*.

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 na redução da dependência por produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos 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, 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.

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 sendo, há a 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. O que se observa é que as doenças ocorrem na forma endêmica. Não ocorrem epidemias que poderiam destruir as espécies vegetais, haja vista que colocaria em risco a sobrevivência dos patógenos. Porém, 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-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 está 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 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 tanto os sistemas encontrados na primeira fase, quanto na segunda, apresentam maior grau de sustentabilidade que o convencional, mas não a auto-sustentabilidade.

1) Melhora 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. Dentre os produtos biocompatíveis estão incluídas técnicas como o controle biológico e físico, 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; *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja; *Bacillus thuringiensis* para o controle de larvas de lepidópteros; controle da broca da cana-de-açúcar com *Cotesia flavipes*; controle de cigarrinhas das pastagens e da cana-de-açúcar com *Metarhizium* e *Beauveria*; controle de numerosas pragas com óleos; leite de vaca para o controle de Oídios; *Clonostachys rosea* para o controle de *Botrytis*; controle de patógenos veiculados pelo solo causadores do tombamento 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. 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 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 considerado 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, nematóides e artrópodos, como *Collembola*, que podem ter importantes funções no controle de fitopatógenos.

Entretanto, 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. A seguir serão apresentados exemplos de sucessos obtidos explorando a integração dos produtos biocompatíveis e técnicas de manejo

Integração de métodos físicos e biológicos para o controle de doenças e pragas em lírio. A integração foi desenvolvida em uma propriedade especializada no cultivo de lírio, localizada em Holambra, SP, com histórico de utilização intensiva de fungicidas, inseticidas e acaricidas. Os problemas fitossanitários no lírio, cultura de alto valor agregado, são limitantes para o seu cultivo. Dentre esses destacam-se os causados por *Botrytis*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* e por 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 o controle de pragas e doenças, introduzindo uma diversidade de microrganismos. De um modo geral, a produção atual baseia-se na colonização de um substrato desinfestado com vapor, com *Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria* e microrganismos presentes em biofertilizante, visando à eliminação do vácuo biológico promovido pela desinfestação. Além disso, é realizada uma aplicação de biofertilizante concentrado logo após a emergência dos bulbos e quinzenalmente aplicação massal de *Trichoderma* e *Clonostachys*, bem como

biofertilizante, óleo de nin e, quando necessário, 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 um controle da umidade relativa é realizado nas estufas. Dos mais de 30 diferentes produtos agrotóxicos comerciais anteriormente aplicados, atualmente nenhum é utilizado (Figura 1). O sucesso se deve não apenas à substituição dos agrotóxicos por algum produto biocompatível, mas sim pela alteração de todo o sistema de produção, pois a simples substituição de produtos pode levar aos mesmos desequilíbrios causados pelos agrotóxicos (Bettiol et al., 2005; Wit, 2008).

Foto: Wagner Bettiol

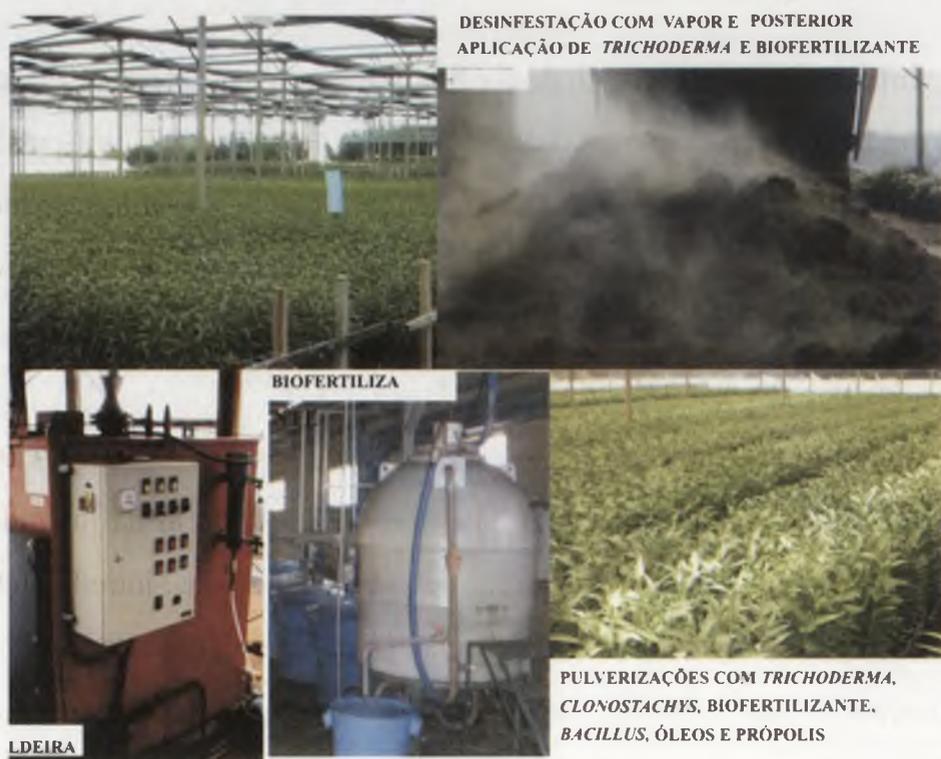


Fig. 1. Produção integrada de lírio sem o uso de agrotóxicos. A produção é baseada na desinfestação do substrato, no uso de agentes de biocontrole e produtos biocompatíveis, bem como na sanitização e no controle das condições ambientes.

Integração de métodos físicos e biológicos para o controle de doenças e pragas em *Spathiphyllum*. Um sistema semelhante ao descrito anteriormente foi adotado na cultura de *Spathiphyllum* (bandeira-branca, lírio da paz) que tem como principal doença a causada por *Cylindrocladium spathiphylli*. Essa doença é limitante para a cultura e os fungicidas disponíveis no mercado não são registrados para uso e não apresentam a eficiência desejada, além dos problemas com resistência do patógeno. Assim, considerando esses fatos foi decidido substituir todos os agrotóxicos por técnicas alternativas de controle. Nas estufas de produção foi estabelecido um programa de substituição de fungicidas por técnicas que não causem estresses às plantas. Inicialmente o substrato de crescimento desinfestado foi enriquecido com biofertilizante produzido aerobicamente e com *Trichoderma*. Além disso, as plantas também passaram a ser pulverizadas semanalmente com agentes de biocontrole e extrato de peixe. Associado a isso foi montada uma estrutura na casa de vegetação para que os vasos ficassem elevados do solo em torno de 30 cm, com a finalidade de evitar a sua contaminação via solo. Um problema da cultura era a ocorrência de ratos logo após o transplante que arrancavam as mudas do substrato. Nesse caso o uso de raticidas foi substituído integralmente pela liberação de um gato nas estufas, sendo que o gato tem todo o acompanhamento veterinário recomendado (Kievitsbosh, 2008). Nesse exemplo é importante considerar o ciclo da cultura que é de 18 meses, portanto, exposta por longo período aos problemas fitossanitários (Figura 2).

Foto: Wagner Bettiol



Fig. 2. Produção integrada de *Spathiphyllum* sem o uso de agrotóxicos. A produção é baseada no uso de agentes de biocontrole e produtos biocompatíveis, bem como evasão.

O manejo biológico de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) e mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*) em produção orgânica de morango. O manejo é realizado com sucesso desde 2005 no cultivo orgânico do morango em uma propriedade em Serra Negra, SP. O agente de controle biológico *Clonostachys rosea* é usado em conjunto com a liberação de ácaros predadores do gênero *Phytoseiulus*. O antagonista é aplicado semanalmente a partir do transplântio das mudas, enquanto os ácaros predadores são liberados nas reboleiras assim que são observados os

primeiros ácaros-rajados na cultura. Além da aplicação dos agentes de controle biológico, a limpeza da cultura é mantida pela eliminação contínua de folhas e frutos doentes (Morandi & Bettiol, 2008). Na adubação da cultura são utilizados oito tipos de biofertilizante, via sistema de irrigação por gotejamento, produzidos com diversos tipos de matéria orgânica fermentada. Além disso, a incorporação de grande quantidade de matéria orgânica originada do cultivo de invasoras, após o ciclo da cultura, é realizada. Esse aporte é fundamental para a manutenção da fertilização e supressividade do solo.

Produção integrada de dendê. O cultivo de dendê no sul de Belém/PA é um exemplo da evolução observada nessa primeira fase do processo evolutivo em uma grande propriedade. 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 biológica, isto é, nos focos são aplicados agentes de controle biológico ou é 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, 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 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 (Bettiol & Ghini, 2003).

2) Redesenho dos sistemas agrícolas de produção

Em relação ao redesenho dos sistemas agrícolas há a necessidade de se conhecer a estrutura e o funcionamento dos sistemas. 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, portanto, ainda na primeira fase da conversão, ocorrendo uma convencionalização da produção orgânica.

Principalmente pela característica do não uso de agrotóxicos, os cultivos orgânicos estão se expandindo rapidamente, tanto em países desenvolvidos, como em desenvolvimento, onde os produtos orgânicos freqüentemente 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, mas necessitam de um maior grau de integração. 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 foi realizado 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 que o retorno econômico ainda depende do manejo de pragas e doenças. Entretanto, não ocorreu um redesenho do sistema de produção, mas 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, pois um dos pensamentos filosóficos da associação é de que a criação de animais sem terras agrícolas, ou cultivo de plantas sem criação de animais, são atividades parciais e vão contra o princípio de reciclagem da natureza. Portanto, o cultivo de verduras 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, sendo que 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, sendo que 28 ha são mantidos com mata (12 ha são de mata ciliar) e os demais utilizados para a criação animal e produção vegetal. A fazenda iniciou suas atividades com a produção de ovos (sendo que 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 a fertilização do solo e grande parte dos vegetais é utilizada para a alimentação das aves, mantendo um sistema em equilíbrio. O controle de pragas e doenças não é realizado, pois o sistema atingiu um equilíbrio biológico onde os problemas fitossanitários apresentam baixo nível de dano. Para atingir esse equilíbrio foi investido na diversidade de

espécies cultivadas. De um modo geral, em média são cultivadas sessenta espécies, sendo: **frutas** – banana nanica e prata, manga e abacate; **hortaliças folhosas** – acelga, agrião da terra, alface (americana, crespa, lisa, mimosa, romana e roxa), alho poro, almeirão, brócolis, catalônia, cebolinha, chicória, chicória roxa (radichio), coentro, couve manteiga, erva cidreira, espinafre, espinafre japonês, hortelã, manjeriço, nirá, repolho, repolho roxo, salsa, salsão; **Legumes e raízes** – abóbora paulista, abóbora italiana, abobrinha brasileira, alho, bardana, batata-doce, berinjela, beterraba, cara, cebola, cenoura, chuchu, couve flor, erva doce, ervilha torta, feijão vagem, gengibre, inhame, mandioca, nabo, pepino japonês, pimenta, pimentão, pupunha, rabanete, rúcula; **cereais** – milho doce e milho comum; e **cana-de-açúcar** para a produção de melão e cachaça; entre outras culturas. Em média são mais de 60 diferentes espécies ou variedades cultivadas continuamente, com descontinuidade no espaço e no tempo. 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 contribuem também para a diversificação dos agroecossistemas e funcionam como barreira biológica e física contra a disseminação dos insetos pragas e das estruturas dos patógenos, e funcionam ainda como indicadores das condições de fertilidade do solo. Além disso, 6 ha são mantidos com diferentes módulos de agrofloresta, sendo que parte desses já fornece produtos para comercialização. Nesse sistema a ocorrência das pragas e doenças, relacionadas para as culturas, também ocorrem na propriedade. Entretanto, o nível de severidade é relativamente baixo, sendo desnecessária a intervenção com qualquer tipo de produto (Figura 3).

Foto: Wagner Bettiol



Fig. 3. Conversão completa do sistema de produção de hortaliças e frutas na Associação Yamaguishi.

Outra preocupação básica na 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, pois além da produção é a responsável pela venda de seus produtos, que é feita diretamente em feiras na região; entrega domiciliar, cuja compra pode se 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.

Há necessidade 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. Mas com certeza, a facilidade será maior em propriedades de pequeno e médio porte 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 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 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: Editora Agronômica Ceres, 1995. v.1, 919 p.

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, 163-183, 2005.

CAPRILE, J. Regional experiences in organic apple production differ. **California Agriculture**, v. 48, p. 20, 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.