

# CONTROLE ALTERNATIVO DE DOENÇAS DE PLANTAS - HISTÓRICO

*Trazilbo José de Paula Júnior<sup>1</sup>, Marcelo Augusto Boechat Morandi<sup>2</sup>,*

*Laércio Zambolim<sup>3</sup>, Marcelo Barreto da Silva<sup>4</sup>*

Com o crescimento da população humana, houve a necessidade de se produzir mais alimentos e fibras, o que levou à intensificação da agricultura e a desequilíbrios biológicos nos agrossistemas. A produção vegetal, balizada pelos princípios da Revolução Verde, inclui o emprego de monocultivos de cultivares melhoradas, especialmente, para alta produtividade. Conseqüentemente, a perda das características naturais de rusticidade das plantas tem implicado em maior suscetibilidade a estresses nutricionais e hídricos e menor resistência a pragas e a doenças. A insustentabilidade de diversos agrossistemas pode decorrer da utilização de soluções paliativas para problemas estruturais e de soluções universais para problemas específicos locais. Além disso, há, muitas vezes, a utilização de insumos externos de alto custo energético e a subordinação dos aspectos ecológicos à eficiência econômica (Bird, 1988).

O modelo predominante da agricultura convencional tem como base o retorno econômico imediato. O controle dos problemas fitossanitários é realizado quase que exclusivamente com a aplicação continuada e em larga

---

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Pesq. EPAMIG/CTZM, Vila Giannetti 47, CEP 36570-000 Viçosa - MG. [trazilbo@epamig.ufv.br](mailto:trazilbo@epamig.ufv.br)

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, D.Sc., Pesq. Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna - SP. [mmorandi@cnpma.embrapa.br](mailto:mmorandi@cnpma.embrapa.br)

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Prof. UFV, Dep<sup>o</sup> Fitopatologia, CEP 36570-000 Viçosa - MG. [zambolim@ufv.br](mailto:zambolim@ufv.br)

<sup>4</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, D.Sc., Prof. UNIVALE, Rua Israel Pinheiro 2000, 35020-220 Governador Valadares - MG. [mbarreto@univale.br](mailto:mbarreto@univale.br)

escala de agrotóxicos (defensivos agrícolas). A adoção praticamente exclusiva de estratégias de controle baseadas em calendários de aplicações de produtos químicos deveu-se, principalmente, ao baixo custo das aplicações, ao largo espectro dos produtos e pelo entendimento de que o controle poderia ser conseguido simplesmente pela aplicação de defensivos agrícolas, sem a observação de qualquer critério técnico. Com o tempo, verificou-se que esse modelo é insustentável, sendo observados, com frequência, contaminações e desequilíbrios ambientais, presença de resíduos de defensivos nos produtos agrícolas acima dos limites de tolerância, contaminação de aplicadores e aumento no custo de produção.

A adoção de tecnologias desenvolvidas com o objetivo de alcançar altas produtividades, sem que sejam considerados seus impactos sobre os ecossistemas e a organização social e a cultura das comunidades locais, tem promovido, entre outras consequências negativas, desequilíbrio na regulação biótica dos agroecossistemas, e, conseqüentemente, aumento exacerbado na incidência e na severidade das doenças das plantas cultivadas (Dal Soglio, 2004). O uso contínuo e exclusivo de defensivos agrícolas, por exemplo, tem resultado na ocorrência de pragas e patógenos resistentes a determinados produtos, que nem sempre é diagnosticada (Ghini e Kimati, 2000). Assim, esses produtos continuam a ser aplicados, mesmo tendo sua eficiência comprometida pela ocorrência de resistência no organismo-alvo. As aplicações nos organismos não-alvo também podem causar sérios desequilíbrios no agroecossistema, levando ao surgimento de novas e graves epidemias de doenças e pragas.

Com isso, efeitos deletérios ao homem e aos animais, o acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos, o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica, a eliminação de organismos benéficos e a redução da biodiversidade passaram a ser notícias habituais. Dessa forma, o modelo agrícola convencional passou a representar uma ameaça real à qualidade dos produtos agrícolas e à sustentabilidade

econômica, ecológica e social de diversos agrossistemas (Bettiol e Ghini, 2003). O uso de defensivos agrícolas de forma insustentável e sem a preocupação com os efeitos adversos provocados no ambiente foi historicamente questionado pela escritora e cientista Rachel Louise Carson em 1962, com o seu livro “Primavera Silenciosa”. Este livro ainda é considerado um marco divisório da postura de vários países, entre eles os Estados Unidos, em relação ao uso de defensivos e a liberação de poluentes na natureza.

Neste capítulo são discutidos alguns aspectos históricos e atuais do desenvolvimento da proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos.

## **O MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS DE PLANTAS**

O controle de doenças de plantas foi definido, no início do século XX, como a mera “prevenção dos prejuízos” (Whetzel et al., 1925), admitido em graus variáveis (parcial, lucrativo, completo, absoluto, etc.), mas “aceito como válido, para fins práticos somente quando lucrativo” (Whetzel, 1929). A conotação biológica para o controle de doenças veio mais tarde, com ênfase na redução da incidência ou da severidade da doença (National Research Council, 1968). Segundo Kimati e Bergamin Filho (1995), as conceituações econômica e biológica estão intimamente relacionadas, pois a prevenção da doença leva à diminuição dos danos (reduções na quantidade e/ou na qualidade da produção) e, eventualmente, das perdas (reduções do retorno financeiro por unidade de área cultivada). Nas décadas de 1950-1960, surgiu o conceito de “Controle Integrado”, que enfatizava o emprego, com maior amplitude, de várias táticas de controle dos agentes nocivos à agricultura. Esse conceito tornou-se mais abrangente, até chegar à definição adotada pela FAO (1968), pela qual se entende Controle Integrado como o “sistema de manejo de organismos nocivos que utiliza todas as técnicas e métodos apropriados da maneira mais compatível possível para manter as populações de organismos nocivos em níveis abaixo daqueles que causam

dano econômico”. Com essa definição, entendia-se que deveria haver a integração de todas as técnicas apropriadas de controle aos elementos naturais limitantes e reguladores do ambiente. Entretanto, o que ocorria na prática era a integração de diferentes defensivos agrícolas. Esse período foi marcado pelo surgimento da consciência ecológica, no contexto em que muitos programas de erradicação química de doenças e pragas não mostravam resultados satisfatórios. A partir daí, passou a ser desenvolvida uma filosofia ainda mais abrangente, denominada de “Manejo Integrado”. A partir da década de 1970, foi proposto por Chiarappa (1974) o termo “Manejo Integrado de Doenças”, que implica na “utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar econômico de dano (LED) e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao ambiente” (NAS, 1969). As décadas de 1980 e 1990 testemunharam importantes avanços na aceitação da filosofia de Manejo Integrado de pragas e doenças (Zadoks, 1993).

O conceito de limiar econômico de dano foi definido como sendo “a menor densidade populacional que causa dano econômico” (Stern et al., 1959; Zadoks, 1985). Na década de 1980, o conceito de LED foi refinado por vários autores, inclusive por Mumford e Norton (1984), que o definiram como “o nível de ataque do organismo nocivo no qual o benefício do controle iguala ao seu custo”.

Os termos “Controle Integrado” e “Manejo Integrado” se diferenciam pelo fato de que o primeiro considera que o limiar econômico de dano seja função apenas de considerações econômicas, enquanto que, no segundo termo, além de considerações econômicas, levam-se em conta aspectos ecológicos, os quais são de difícil quantificação. Além disto, no Manejo Integrado consideram-se aspectos sociológicos, o que significa que todas as medidas a serem adotadas devem garantir o bem estar da sociedade consumidora dos produtos agrícolas produzidos. Kogan (1988) e Luckmann e Metcalf (1994) definiram Manejo Integrado como “a escolha e o uso

inteligente de táticas de controle que produzirão conseqüências favoráveis dos pontos de vista econômico, ecológico e sociológico”. Portanto, o Manejo Integrado deve ser visto como a otimização do controle de doenças de maneira lógica, tanto econômica quanto ecológica, o que pode ser conseguido por meio do uso compatível de diversas estratégias, de modo a manter a redução da produção abaixo do limiar econômico de dano, sem, ao mesmo tempo, prejudicar o homem, os animais, as plantas e o ambiente. Na produção vegetal, o Manejo Integrado deve contribuir para assegurar a agricultura forte e o ambiente viável. Na saúde pública, deve assegurar a proteção do homem e dos animais domésticos, além de manter adequado o ambiente onde vivem. Entretanto, apesar de ser um conceito fundamental para o Controle e o Manejo Integrado, o limiar econômico de dano, em qualquer das duas abordagens, no controle de doenças, raramente tem sido cientificamente estimado, pois nem sempre têm sido apontadas relações entre a intensidade de doença e o dano (Lopes et al., 1994).

O Manejo Integrado envolve três aspectos principais:

a) a determinação de como o ciclo vital de determinado patógeno precisa ser modificado, de modo a mantê-lo em níveis toleráveis, ou seja, abaixo do LED;

b) a combinação do conhecimento biológico e da tecnologia disponível para alcançar a modificação necessária, ou seja, o exercício da ecologia aplicada;

c) o desenvolvimento de métodos de controle adaptados às tecnologias disponíveis e compatíveis com aspectos econômicos e ecológicos e, a partir daí, a aceitação econômica e social (Geier, 1966).

A FAO propôs, em 1991, uma ampliação do conceito de Manejo Integrado para “Manejo Integrado da Cultura” (MIC), o qual envolve todas as atividades do sistema de produção e compõe-se de diversas estratégias de manejo, cada uma focalizando um aspecto particular do sistema, como o

manejo integrado de doenças e pragas, o manejo integrado de nutrientes, o manejo integrado da água, etc. O MIC visa otimizar o uso dos recursos naturais, reduzir o risco para o ambiente e maximizar a produção. Dessa maneira, os objetivos de determinado sistema de manejo são dependentes dos recursos naturais, socioeconômicos e tecnológicos e de suas inter-relações.

Independentemente do conceito adotado, se Manejo Integrado de Pragas ou Manejo Integrado de Culturas, os resultados que se buscam são semelhantes e incluem: maior estabilidade da produção e qualidade dos produtos agrícolas produzidos; a conservação das áreas agriculturáveis já utilizadas; maior rapidez e flexibilidade em resposta a epidemias de doenças de plantas; e menor agressão ao meio ambiente.

Muitos resultados concretos e promissores foram obtidos, mas não se pode dizer que o Manejo Integrado de Pragas e Doenças seja prática amplamente utilizada pelos agricultores. Mesmo em casos de sucesso, para um mesmo cultivo, certas práticas alternativas aos defensivos agrícolas são adotadas no controle de algumas pragas e doenças, mas não de outras. Na maioria das situações, não há uma verdadeira integração dos diferentes métodos de controle de pragas e doenças, como preconizam os princípios do MIP, mas sim o controle utilizando apenas diferentes defensivos agrícolas (Campanhola e Bettioli, 2003).

## **A AGRICULTURA ALTERNATIVA**

Já nas primeiras décadas do século XX, em Indore, Índia, Sir Albert Howard observou que os diversos problemas fitossanitários, mais do que a causa de danos, eram sintomas da fragilidade dos agroecossistemas manejados com base na monocultura, com fertilizantes sintéticos e defensivos agrícolas (Howard, 1943, citado por Dal Soglio, 2004). Porém, foi no início dos anos 70, paralelamente ao desenvolvimento do conceito de MIP, que surgiu um movimento de oposição em relação ao padrão produtivo agrícola convencional. Como se concentrava em torno de um amplo conjunto de

propostas alternativas, esse movimento, ficou conhecido como “Agricultura Alternativa”.

Em 1972, foi fundada em Versalhes, na França, a *International Federation on Organic Agriculture* (IFOAM). Logo de início, a IFOAM reuniu cerca de 400 entidades “agroambientalistas” e foi a primeira organização internacional criada para fortalecer a Agricultura Alternativa. Suas principais atribuições passaram a ser a troca de informações entre as entidades associadas, a harmonização internacional de normas técnicas e a certificação de produtos orgânicos (Ehlers, 2000).

No Brasil, o movimento ganhou força com as obras de vários pesquisadores como Adilson Paschoal, Ana Maria Primavesi, Luis Carlos Machado e José Lutzenberger, os quais contribuíram para o direcionamento da atenção para os novos métodos de agricultura. Em 1976, Lutzenberger lançou o “Manifesto ecológico brasileiro: fim do futuro?”, que propunha uma agricultura mais ecológica, influenciando profissionais e pesquisadores das ciências agrárias, produtores e a opinião pública em geral. Em 1979, Paschoal publicou “Pragas, praguicidas e crise ambiental”, mostrando que o aumento do consumo de defensivos agrícolas vinha provocando o aumento do número de pragas nas lavouras, por eliminar também grande parte dos inimigos naturais. Esses trabalhos, e outros que se seguiram, despertaram o interesse da opinião pública pela questão ambiental, e fizeram crescer também o interesse pelas propostas alternativas para a agricultura brasileira.

Durante a década de 80, foram incorporados, de modo permanente ao movimento, os aspectos socioeconômicos, que juntamente com os aspectos ecológicos e técnicos passaram a compor a pauta do debate sobre a produção de alimentos em todo o mundo (Pianna, 1999). Ainda nessa década surgiram várias Organizações Não Governamentais (ONGs) voltadas para a agricultura, articuladas em nível nacional pela Rede Projeto Tecnologias Alternativas - PTA (hoje AS-PTA - Assessoria e Serviços - Projeto Agricultura Alternativa). A denominação “tecnologias alternativas” foi usada, nesse

período, para designar as várias experiências de contestação à agricultura convencional, passando a ser substituída numa fase seguinte, por agricultura ecológica, identificada como parte da agroecologia.

O interesse da opinião pública pelas questões ambientais e a adesão de alguns pesquisadores ao movimento alternativo, sobretudo em função dos efeitos adversos dos métodos convencionais, tiveram desdobramentos importantes no âmbito da ciência e da tecnologia. As características mais marcantes desses desdobramentos foram a busca de fundamentação científica para as suas propostas técnicas e o propósito de valorizar os aspectos sócio-culturais da produção agrícola.

A partir dos anos 90 surgem os “selos verdes”, processos de certificação ambiental dos produtos agrícolas. A certificação ambiental fundamenta-se no princípio da produção com uso de técnicas e processos que não degradem o meio ambiente. Nesse sentido, saem na vanguarda os produtos orgânicos e biodinâmicos.

Em 1999, após a mobilização das ONGs brasileiras que trabalhavam direta ou indiretamente com a agroecologia, é publicada a Instrução Normativa 007/99, que trouxe, entre outras novidades, a criação de um Órgão Colegiado Nacional e dos respectivos órgãos estaduais, responsáveis pela implementação da Instrução Normativa e fiscalização das certificadoras e a exigência de que a certificação seja conduzida por entidades nacionais e sem fins lucrativos (BRASIL, 1999). Mais recentemente, em 2003, finalmente é publicada a Lei Nº 10.831, que regulamenta a produção e a comercialização de produtos orgânicos e similares.

Na busca por sistemas de produção mais sustentáveis, surgiram diversas correntes de “Agricultura Alternativa”, as quais, na realidade, propõem-se a resgatar técnicas já empregadas há muitos anos, que seriam consideradas como ecologicamente mais adequadas. Nesse contexto, destaca-se, especialmente, a preocupação em produzir alimentos de qualidade, proteger o ambiente e a saúde humana, manter a fertilidade do solo, praticar



a policultura e a integração lavoura-pecuária, enfatizar aspectos conservacionistas do solo e da água, e valorizar o homem e o seu trabalho.

Na Agricultura Alternativa, tem-se a visão de “convivência” com o problema, tentando minimizá-lo com a diversificação e a rotação de culturas, estratégias que acabam por reduzir a incidência de pragas e doenças na lavoura. Apenas em último caso são tomadas medidas reducionistas, como o uso de caldas, extratos vegetais, agentes de controle biológico e matéria orgânica compostada e fermentada, menos agressivos ao ambiente, ao agricultor e ao consumidor (Santos e Mendonça, 2001).

As principais frentes da Agricultura Alternativa que se contrapõem ao atual modelo agrícola são a Agricultura Biodinâmica, a Agricultura Orgânica e a Agricultura Natural. Além destas, há ainda diversas outras linhas de Agricultura Alternativa, como a Permacultura, o movimento da Tecnologia Apropriada, a Agricultura Biológica, a Agricultura Ecológica, a Agrofloresta, entre outras, que não serão tratadas neste capítulo. Mais detalhes desses modelos de agricultura podem ser encontrados em Santos e Mendonça (2001) e Paschoal (2004).

### **Agricultura Biodinâmica**

É originada na Antroposofia, ciência espiritual, criada pelo filósofo austríaco Rudolf Steiner, em 1924 (Koepp e Klett, 1999). Além da visão de que a propriedade agrícola deve ser vista como um organismo, em que a individualidade de cada situação deve ser respeitada, a Agricultura Biodinâmica tem a preocupação de orientar práticas agrícolas que respeitem a natureza. Os produtores biodinâmicos utilizam preparados especiais pulverizados sobre as plantas ou adicionados aos adubos, e preconizam que as formulações básicas, a partir de esterco, silício e vegetais, exercem ação de dinamização dos processos de crescimento (Koepp e Klett, 1999). Algumas ênfases da Agricultura Biodinâmica são:

- a) a interação entre a produção animal e a produção vegetal para a

obtenção de composto orgânico;

b) a orientação astronômica para a definição dos períodos de semeadura;

c) a busca do equilíbrio com as “forças vitais da natureza”, a partir da utilização de compostos líquidos de origem animal, vegetal e mineral;

d) a preocupação com a harmonia do ambiente onde está inserida a propriedade, com recuperação de áreas degradadas, reflorestamento com espécies nativas, etc.

e) o uso da adubação verde, especialmente o consórcio e a rotação entre leguminosas e cereais;

f) o cultivo de ervas e seu uso como forrageiras;

g) o não uso de defensivos agrícolas e adubos minerais de alta solubilidade.

### **Agricultura Orgânica**

Pode-se dizer que a Agricultura Orgânica teve início com os estudos de Albert Howard, no início do século XX (Bonilla, 1992). Esse pesquisador desenvolveu um sistema de compostagem, em que os materiais produzidos na fazenda eram transformados em húmus, que, aplicado ao solo na época apropriada, asseguraria a “vida biológica” do solo e atenderia às demandas de nutrição e de sanidade das culturas. Atualmente existem várias associações de agricultores com mercado organizado para a Agricultura Orgânica. Diversos países possuem legislação específica que normatiza a produção e a comercialização de produtos orgânicos. As principais ênfases da Agricultura Orgânica são:

a) a aplicação no solo de resíduos vegetais e animais produzidos na fazenda, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes;

b) a não possibilidade de aplicação de adubos minerais de alta solubilidade, bem como de defensivos agrícolas;

c) o uso de rochas de baixa solubilidade para atender a adubação mineral;

d) o uso de diferentes culturas no sistema agrícola (leguminosas, para fixar o nitrogênio atmosférico, e gramíneas e árvores, para otimizar a ciclagem de fósforo);

e) a integração das atividades de produção animal e vegetal;

f) o uso de material orgânico na fertilização do solo ou da planta (adubação foliar). O uso de biofertilizante (material produzido a partir da fermentação aeróbia ou anaeróbica de matéria orgânica) é muito difundido.

### **Agricultura Natural**

A Agricultura Natural surgiu em 1935, alicerçada no movimento religioso criado pelo japonês Mokiti Okada, cuja base era o respeito das atividades agrícolas pela natureza. Na Agricultura Natural, são recomendadas técnicas que otimizem o equilíbrio do ambiente, como a rotação de culturas, a adubação verde, o uso de coberturas mortas, o controle de pragas e doenças pela manutenção das características naturais do ambiente e melhoria das condições do solo e emprego de inimigos naturais. Em último caso, podem ser usados produtos naturais não poluentes, compostos vegetais e microrganismos. São muito utilizados os chamados “microrganismos eficientes” (bactérias produtoras de ácido lático, leveduras, actinomicetos, fungos filamentosos e bactérias fotossintetizantes) e o composto orgânico Bokashi (feito de farelo de arroz, farelo de soja, torta de mamona, farinha de carne e de osso e farinha de peixe, acrescido dos “microrganismos eficientes”). O Bokashi não tem a finalidade de atuar como adubo orgânico, mas sim complementar a matéria orgânica do solo e propiciar nutrientes básicos para o desenvolvimento dos “microrganismos eficientes”. Os quatro princípios básicos da Agricultura Natural são:

a) o não revolvimento do solo (aração, por exemplo);

b) o não uso de fertilizantes químicos ou orgânicos;

- c) a manutenção das plantas daninhas;
- d) o não uso de defensivos agrícolas.

## A AGROECOLOGIA E A AGRICULTURA ALTERNATIVA

A Agroecologia proporciona as bases científicas e metodológicas para a promoção de estilos de agricultura sustentável (perspectiva multidimensional), levando-se em conta o objetivo de produzir quantidades adequadas de alimentos de elevada qualidade biológica para toda a sociedade (Altieri, 1989).

Apesar de seu vínculo mais estreito com aspectos técnico-agronômicos (tem sua origem na agricultura, enquanto atividade produtiva), essa ciência se nutre de diversas disciplinas das áreas da Agronomia, Sociologia Rural, Ecologia, Antropologia, dentre outras. Assim, considerando os aspectos ecológico, tecnológico e socioeconômico, a Agroecologia, ao contrário do que aparenta, não é uma disciplina nova, mas um novo campo de estudos, que busca combinar essas diversas contribuições. Nesse sentido, a preocupação com os aspectos sociais e o enfoque científico dado ao estudo dos agroecossistemas são, provavelmente, os componentes que mais contribuíram para a rápida divulgação da agroecologia.

A Agroecologia na sua concepção mais específica, refere-se ao estudo dos fenômenos ecológicos que ocorrem nos campos de produção. Entretanto, ela incorpora idéias ligadas ao ambiente e ao sentimento social acerca da agricultura. Assim, o movimento agroecológico recebe pressões não só ecológicas, mas também econômicas e sociais, e é influenciado por profissionais de diversas áreas (Hetch, 1989).

Ultimamente, o termo “Agroecologia” tem deixado de ser compreendido apenas como uma disciplina científica que estuda os agroecossistemas, ou seja, as relações ecológicas que ocorrem em um sistema agrícola, para tornar-se mais uma prática agrícola propriamente dita, ou ainda um guarda-chuva conceitual que permite abrigar várias tendências alternativas

(Ehlers, 2000). Muitos princípios agroecológicos estão presentes em diversas práticas utilizadas em outras correntes (Santos e Mendonça, 2001).

De forma ampla, pode-se dizer que a Agroecologia (incluindo todas as suas correntes: orgânica, biodinâmica, natural, ecológica, permacultura e outras) emerge como um novo paradigma para a pesquisa agrícola. Por isso, no momento atual é importante ressaltar que a Agroecologia, como um novo paradigma técnico-científico, ambiental e cultural, vem sendo construída “de forma progressiva e desigual, com base em uma grande multiplicidade de práticas produtivas, de ecossistemas e de estratégias diversificadas de sobrevivência econômica” (Almeida et al., 2001).

Assim, a noção de sustentabilidade tem dado lugar ao surgimento de uma série de correntes do desenvolvimento rural sustentável, entre as quais destacam-se aquelas alinhadas com as bases conceituais da Agroecologia. Esse processo tem impulsionado o estabelecimento de diferentes estilos de agriculturas ecológica ou orgânica, entre outras denominações, além de novos enfoques de desenvolvimento local ou regional que levam em conta as realidades dos distintos agroecossistemas.

Observa-se que os diferentes enfoques conceituais e operativos, que vêm sendo adotados pelas distintas correntes da sustentabilidade, estão levando a um afastamento cada vez mais evidente entre as posições por elas assumidas na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável (Caporal e Costabeber, 2002). Se por um lado, uma corrente agroecológica sugere a massificação dos processos de manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis, numa perspectiva de análise sistêmica e multidimensional, outras correntes, por sua vez, se orientam, principalmente, pela busca de mercados de nicho, restringindo-se à substituição de insumos químicos de síntese por insumos orgânicos ou ecológicos.

Como enfoque científico e estratégico de caráter multidisciplinar, entretanto, a Agroecologia apresenta a potencialidade para fazer florescer novos estilos de agricultura e processos de desenvolvimento rural sustentáveis

que garantam a máxima preservação ambiental, enfatizando princípios éticos e de solidariedade.

## **O CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS NA AGRICULTURA ALTERNATIVA**

A preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com defensivos agrícolas vem alterando o cenário agrícola, resultando na presença de segmentos de mercado ávidos por produtos diferenciados, tanto aqueles produzidos sem uso de defensivos agrícolas, como aqueles portadores de selos que garantem que os defensivos agrícolas foram utilizados adequadamente (Bettiol e Ghini, 2003).

As epidemias de doenças de plantas são freqüentes em agroecossistemas, pois com a interferência humana, há alteração do equilíbrio da natureza (Bergamin Filho et al., 1995). O resgate dos princípios e mecanismos que operam nos sistemas da natureza pode auxiliar a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis (COIACC, 1996; Reijntjes et al., 1992). Em sistemas de cultivo caracterizados pela mistura de culturas (policulturas, consórcios ou multilinhas), por exemplo, as espécies suscetíveis podem ser cultivadas em menores densidades e o espaço entre elas pode ser ocupado por plantas resistentes que interessam ao produtor. A menor densidade de plantas suscetíveis e a barreira oferecida pelas plantas resistentes dificultam a disseminação do patógeno, reduzindo a quantidade de inóculo no campo (Liebman, 1989). 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, como por exemplo, no controle de diversos fitopatógenos veiculados pelo solo (van Bruggen, 1995).

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 diversificação indiscriminada da vegetação dentro de um agroecossistema pode não resultar na redução do risco de ocorrência de pragas e doenças. Os efeitos de combinações planejadas de plantas devem ser estudados criteriosamente antes da sua aplicação em programas de manejo (Bettiol e Ghini, 2003).

A proteção de plantas com métodos convencionais, por meio do uso de defensivos agrícolas, apresenta características bastante atraentes, como a simplicidade, a previsibilidade e a necessidade de pouco entendimento dos processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação. Por exemplo, para obter-se sucesso com a aplicação de um herbicida de amplo espectro é importante o conhecimento de como aplicar o produto, sendo necessária pouca informação sobre a ecologia e a fisiologia de espécies (Bettiol e Ghini, 2003). Muitos estudos de controle biológico adotam uma abordagem semelhante, onde é enfatizado o encontro patógeno-antagonista ou presa-predador. Nesses casos, após a introdução, por exemplo, de um agente microbiano de controle biológico, haverá o seu estabelecimento em um nicho, seguido da interação com o organismo alvo e outras espécies de organismos. Essas interações complexas são fundamentais para o sucesso do controle, devendo ser analisadas de modo holístico e consideradas a longo e não a curto prazo. Assim sendo, há a necessidade de um amplo conhecimento da ecologia de sistemas (Atkinson e McKinlay, 1995).

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

A erradicação de patógenos, pragas ou plantas invasoras nem sempre é possível no campo e é, além de tudo, muitas vezes desnecessária. Assim, enquanto na agricultura convencional a recomendação é de que as invasoras são um obstáculo a ser superado, na Agricultura Orgânica (e em outras linhas de Agricultura Alternativa) tenta-se tirar proveito desse recurso para o processo produtivo. Incorporam-se os efeitos positivos das invasoras na ciclagem de nutrientes, no aporte de matéria orgânica ao solo, no controle da erosão, como abrigo de inimigos naturais e de predadores, como substrato para microrganismos do solo, como cobertura do solo e como importante fator na conservação da água no solo. As plantas invasoras contribuem também para a diversificação dos agroecossistemas e são um indicador das condições em que se encontra o solo no tocante à fertilidade, à estrutura e à compactação, dentre outros aspectos (Costa e Campanhola, 1997).

Numa visão mais pragmática, o Controle Alternativo pode ser entendido como a integração de medidas não poluentes, aplicadas preventivamente, visando à redução da intensidade de doença e ao aumento da produção, da produtividade e da qualidade dos produtos agrícolas. Assim, enfatiza-se o emprego de táticas e métodos sejam eles culturais, mecânicos, físicos, legislativos, biológicos, de resistência genética etc., com vistas à prevenção e à redução da intensidade das doenças.

O uso de produtos comerciais à base de agentes de controle biológico tem aumentado muito nos últimos anos. Embora o controle biológico de patógenos com antagonistas residentes pareça, para muitos, conflitante com o uso de antagonistas introduzidos (Ehler, 1998), Lucas e Sarniguet (1998) comentam que as duas estratégias podem ser usadas de forma convergente.

Além dos agentes de controle biológico e de algumas caldas “não tóxicas”, existem várias misturas caseiras que têm sido recomendadas para o controle de doenças (Taguchi, 2000). Diversos produtos alternativos têm sido citados para o controle de doenças de plantas, como a urina de vaca (Silva et al., 1994; Gadelha et al., 2002), o composto de esterco bovino e



biofertilizantes (Neuerburg e Padel, 1992; Bettioli et al. 1998; Souza, 1998; Bettioli et al., 1999a; Bettioli, 2003), o resíduo da fermentação do melão (comercializado como fertilizante) (Bettioli e Astiarraga, 1998), o leite cru (Bettioli et al., 1999b), diversos fosfitos e outros sais (Sônego et al., 2003), extratos de cogumelos, algas e plantas (Talamini e Stadnik, 2004), conservadores alimentares (Franco e Bettioli, 2000), entre outros. Abreu Junior (1998) apresenta uma coletânea de receitas para a proteção de plantas e animais, utilizando especialmente produtos naturais, que podem ser adotadas em sistemas alternativos. Essas tecnologias podem conduzir ao maior equilíbrio do agroecossistema, mas para serem empregadas exigem nível tecnológico maior dos agricultores. Entretanto, há carência de estudos mais profundos para a recomendação do uso de agentes de controle biológico, de caldas e misturas, para avaliar não somente em que relação patógeno-hospedeiro seriam eficientes, mas também os possíveis riscos à saúde humana e animal e ao ambiente.

## **O CONTROLE ALTERNATIVO E OS PRINCÍPIOS GERAIS DE CONTROLE**

O Controle Alternativo enfatiza o emprego dos princípios gerais de controle, exclusão, erradicação e imunização, propostos por Whetzel (1929). O princípio da proteção, também proposto por esse autor, envolve, na agricultura convencional, na maioria das vezes, o uso de defensivos agrícolas e, nesse caso, não se aplica ao Controle Alternativo de doenças. Entretanto, quando utilizados produtos alternativos, como extratos de plantas ou agentes de controle biológico, esse princípio é aplicado, pelo menos em parte. O Controle Alternativo enfatiza também os princípios da terapia e da evasão (Kimati e Bergamin Filho, 1995), denominada também de escape e fuga de condições favoráveis às doenças.

Assim, no controle alternativo, preconiza-se a utilização de diferentes estratégias de controle. Geralmente, as medidas recomendadas atuam

reduzindo tanto a taxa da doença no início da estação de cultivo ( $x_0$ ) como causando o decréscimo da taxa de desenvolvimento da doença ( $r$ ) durante o período de crescimento da cultura.

Entre as medidas alternativas comumente empregadas no manejo de doenças, que visam a redução de  $x_0$ , incluem-se:

a) exclusão: certificação de sementes e mudas, tratamento térmico e biológico de sementes e mudas, limpeza de máquinas, implementos e ferramentas destinados a podas, e indexação (cultura de tecidos e de meristema). Essas medidas visam prevenir a disseminação ou a dispersão do patógeno em locais onde ele não ocorre;

b) erradicação: eliminação dos restos de cultura doentes, tratamento erradicante em pós-colheita de frutos com calor, eliminação de hospedeiros principais e/ou alternativos, eliminação de plantas doentes (*roguing*), eliminação de plantas denominadas de tigüeras e restevas no campo após a colheita, emprego de plantas armadilhas e antagônicas a nematóides, poda de ramos doentes, solarização do solo e de substratos, eliminação de patógenos pela cultura de tecidos, limpeza de embalagens, equipamentos e armazéns. Essas medidas atuam na sobrevivência do patógeno já estabelecido em determinado local;

c) terapia: emprego de calor (termoterapia), cirurgias e podas de ramos doentes. São medidas que atuam diretamente na redução da quantidade de doença;

d) resistência vertical: utilização de cultivares com resistência vertical, completa ou qualitativa, o que impede a multiplicação do patógeno no hospedeiro. Essa medida visa à redução da infecção do patógeno nos tecidos do hospedeiro.

Entre as medidas alternativas que visam à redução de  $r$ , incluem-se:

a) resistência horizontal: este tipo de resistência é também conhecido por resistência quantitativa, incompleta ou de campo; caracteriza-se por permitir que o patógeno complete o ciclo de vida no hospedeiro. O nível dessa resistência pode ser medido por meio de características, como período

de incubação do patógeno, tamanho da lesão, número de esporos por lesão, frequência de infecção e número de lesões por área. A resistência horizontal é grandemente influenciada pela temperatura. Atualmente, é aceita a idéia de que a resistência possa ser induzida tanto pela nutrição do hospedeiro, quanto pela utilização de produtos químicos. Esse princípio atua também na redução da infecção do patógeno no tecido do hospedeiro. A escolha da variedade a ser plantada em determinado local deve ser balizada pela sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais. O uso de cultivares resistentes é fundamental para os sistemas agrícolas alternativos. Trata-se de um método barato e de fácil utilização para o controle de importantes doenças e pragas. Porém, os métodos de melhoramento aplicados para a obtenção de variedades resistentes utilizadas nos sistemas convencionais nem sempre são os mais eficientes para os sistemas alternativos. Os agricultores orgânicos, por exemplo, são orientados no sentido de optar por espécies vegetais compatíveis com o ecossistema e utilizar sementes produzidas de forma diferenciada, para cada realidade ecológica. Mas, de modo geral, tem-se lançado mão de sementes disponíveis no mercado, melhoradas e produzidas de forma convencional (Costa e Campanhola, 1997);

b) Pré-imunização ou proteção cruzada: trata-se da proteção cruzada, em que uma estirpe fraca de determinado patógeno, inoculada no hospedeiro, passa a conferir proteção contra estirpes fortes do mesmo patógeno. Como exemplo, cita-se a proteção conferida por estirpes fracas do vírus da tristeza-dos-citros contra estirpes forte do vírus;

c) escape, evasão ou fuga: por esse princípio, evita-se ou reduz-se a chance de ocorrência de condições favoráveis a determinadas doenças por meio da adoção de várias medidas, como, por exemplo, escolha da área ou do local de plantio, alteração da época e da densidade de plantio, modificação do ambiente, com emprego de práticas culturais, eliminação de plantas ou parte de plantas doentes, preparo e irrigação do solo de forma adequada, uso de barreiras físicas como quebra-ventos, cultivo em ambiente protegido, enxertia e poda, plantio em locais de altitude elevada, armazenamento de

frutos em ambientes refrigerados, e plantio a profundidades menores;

d) proteção: as medidas desse princípio visam evitar infecções por patógenos já estabelecidos no local. Como no Controle Alternativo descarta-se o uso de defensivos agrícolas, a proteção pode incluir pulverizações com agentes de controle biológico, inclusive para o controle de insetos vetores, e com produtos não tóxicos, como extratos de plantas e de fungos e as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa. A aplicação desses produtos é feita, em geral, de maneira preventiva, podendo em alguns casos ter efeito também curativo. Além disso, pode incluir a aplicação de calcário para alterar o pH do solo e o uso de fertilizantes. Diversos trabalhos mostram os efeitos dos nutrientes sobre as doenças de plantas e, conseqüentemente, a redução da necessidade de controle a partir da nutrição equilibrada de plantas (Engelhard, 1989).

Para o controle de patógenos necrotróficos que afetam a parte aérea das plantas e que não produzem estruturas de sobrevivência, preconizam-se as seguintes táticas de controle alternativo:

a) eliminação de restos culturais por meio de bom preparo do solo com aração e gradagem, no caso de agricultores que fazem o preparo convencional do solo, pois sob o ponto de vista conservacionista, essa técnica vem sendo desestimulada;

b) rotação de culturas, tanto em lavouras com preparo convencional do solo quanto em campos com o sistema de plantio direto.

As táticas de Controle Alternativo de doenças devem ser combinadas de tal forma que a planta hospedeira torne-se menos vulnerável ou mais resistentes ao ataque de patógenos, que as condições de ambiente não favoreçam esse ataque e que o patógeno não seja introduzido na lavoura. Esse conjunto de medidas varia de acordo com o patossistema e de local para local. A escolha da medida de controle ou do conjunto de medidas a serem implementadas deve ser submetido a análises criteriosas, verificando-se se os requisitos relacionados ao custo/benefício ambiental e social estão

atendidos. Ao recomendar qualquer medida, deve-se levar em consideração o nível de educação do produtor, se as medidas recomendadas estão em conformidade com as leis vigentes e se contribuem para a manutenção da sustentabilidade do agroecossistema.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A compreensão da natureza somente é possível com um 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 ao manejo inadequado dos solos, da natureza e do próprio controle desses problemas (Bettiol e Ghini, 2003). Segundo esses autores, o processo evolutivo para a conversão dos agroecossistemas em sistemas agrícolas de alto grau de sustentabilidade possui duas fases distintas:

- a) melhora da eficiência do sistema convencional, com a substituição dos insumos e das práticas agrícolas;
- b) redesenho dos sistemas agrícolas.

A primeira fase vem sendo trabalhada de forma relativamente organizada, com a redução do uso de insumos, controle e manejo integrado, técnicas de cultivo mínimo do solo, previsão da ocorrência de pragas e doenças, controle biológico, variedades adequadas, feromônios, integração de culturas, cultivos em faixa ou intercalados, desenvolvimento de técnicas de aplicação que visem apenas o alvo e conscientização dos consumidores, entre outros. Em relação ao redesenho dos sistemas agrícolas, há a necessidade de se conhecer a estrutura e o funcionamento dos diferentes sistemas, seus principais problemas e, conseqüentemente, desenvolver técnicas “limpas” para resolvê-los (Edwards, 1989). Devido à complexidade dessa tarefa, esforços vêm sendo dispendidos por diferentes correntes da pesquisa

(Agricultura Orgânica, Agricultura Ecológica, Agricultura Natural, Agricultura Biodinâmica, etc.), 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 (Bettiol e Ghini, 2003).

A pesquisa encontra-se atrasada em relação às práticas agrícolas adotadas pelos produtores orgânicos, especialmente com relação à proteção de plantas. Há ainda muitas questões a serem respondidas sobre o desenvolvimento de doenças na agricultura orgânica. Muitas delas não podem ser resolvidas em curto espaço de tempo, em experimentos reducionistas, mas necessitam de maior grau de integração. É necessária a estreita colaboração entre os vários especialistas, como os da área de Biologia Molecular, para o desenvolvimento de ferramentas para a determinação da biodiversidade, ou os da área de Epidemiologia, para o desenvolvimento de estratégias para o estudo da distribuição espacial e temporal de patógenos em culturas e em ambientes semi-naturais (Bettiol e Ghini, 2003). A pesquisa em agricultura orgânica também requer a estreita colaboração entre agrônomos, ecologistas, especialistas em solos e proteção de plantas e economistas (van Bruggen, 2001).

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. Como enfatizaram Bettiol e Ghini (2003), 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.

## AGRADECIMENTOS

T.J. Paula Júnior e L. Zambolim são bolsistas do CNPq.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JUNIOR, H. Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura. Campinas: EMOPI, 1998. 111p.
- ALMEIDA, S.G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001.
- ALTIERI, M.A. (Ed.). Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.
- 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. V.1. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1995. 919p.
- BETTIOL, W. Controle de doenças de plantas com agentes de controle biológico e outras tecnologias alternativas. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.191-216.
- BETTIOL, W. GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.80-96.
- BETTIOL, W., MIGHELI, Q.; GARIBALDI, A. Controlo f *Pythium* damping-off of

cucumber with composted cattle manure. *Fitopatol. Bras.* 24:175-177, 1999a.

BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B.D. Controle de *Sphaerotheca fuliginea* em abobrinha com resíduo da fermentação glutâmica do melão e produto lácteo fermentado. *Fitopatol. Bras.* 23:431-435, 1998.

BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B.D.; LUIZ, A.J.B. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Protec.* 18:489-492, 1999b.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A.H. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. 22p. (Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 2).

BIRD, E.R. Why "modern" agriculture is environmentally unsustainable: implications for the politics of the sustainable agriculture movement in the USA. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE OF THE IFOAM, 6, 1988. Santa Cruz. Proceedings... Global perspectives in agroecology and sustainable agricultural systems. V.1. Santa Cruz: CFSAFS, 1988. p.31-36.

BONILLA, J.A. Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida. São Paulo: Nobel, 1992. 260p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 007 de 17 de maio de 1999. Brasília, 1999. 12p. (mimeo.).

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.267-279.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. *Agroecol. Desenvol. Rural Sustent.* 3:70-85, 2002.

CHIARAPPA, L. Possibility of supervised plant disease control in pest management systems. *FAO Plant Protec. Bull.* 22:65-68, 1974.



- COIACC (COLÉGIO OFICIAL DE INGENIEROS AGRONOMOS DE CENTRO Y CANARIAS). Manual de prácticas y actuaciones agroambientales. Madrid: Editorial Agrícola Española/Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 310p.
- COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA, C. A agricultura alternativa no estado de São Paulo. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 63p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 7).
- DAL SOGLIO, F.K. Manejo de doenças na perspectiva da transição agroecológica. In: STADINIK, M.J., TALAMINI (Eds.). Manejo ecológico de doenças de plantas. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p.1-16.
- EDWARDS, C.A. The importance of integration in sustainable agricultural systems. *Agric. Ecosyst. Environm.* 27:25-35, 1989.
- EHLER, L.E. Conservation biological control: Past, present and future. In: BARBOSA, P. Conservation biological control. San Diego: Academic Press. 1998. p.1-8.
- EHLERS, E. Agricultura Alternativa: uma perspectiva histórica. *Rev. Bras. Agropec.* 1:24-37, 2000.
- ENGELHARD, A.W. Soilborne plant pathogens: management of diseases with macro- and microelements. St. Paul: APS, 1989. 217p.
- FAO. FAO/Netherlands conference on agriculture and the environment. Sustainable crop production and protection. Hertogenbosh, 1991. Background document. 2. Roma: FAO, 1991.
- FAO. Report of the first session of the FAO. Panel of experts on integrated pest control. FAO Meeting Report No.PL/1967/M/7. Roma: FAO, 1968.
- FRANCO, D.A.S; BETTIOL, W. Controle de *Penicillium digitatum* em pós-colheita de citros com produtos alternativos. *Fitopatol. Bras.*25:602-606, 2000.
- GADELHA, R.S.S.; CELESTINO R.C.A.; SHIMOYA A. Efeito da urina de vaca na produtividade do abacaxi. *Pesq. Agropec. Desenvolv. Sustent.* 1:91-95, 2002.
- GEIER, P.W. Management of insect pests. *Ann. Rev. Entomol.* 11:471-490, 1966.

- GHINI, R.; KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p.
- HETCH, S.B. A evolução do pensamento ecológico. In: ALTIERI, M.A. (Ed.). Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. p.25-41.
- KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de fitopatologia. VI. São Paulo: Ed. Ceres, 1995. p.692-709.
- KOEPF, H.; KLETT, M. O impulso da agricultura biodinâmica a partir da Antroposofia. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA, 3, 1998, Piracicaba. Anais... A agroecologia em perspectiva. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1999. p.28-40.
- KOGAN, M. Ecological theory and integrated pest management. New York: Wiley Interscience. 1988. 362p.
- LIEBMAN, M. Sistemas de policulturas. In: ALTIERI, M.A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240p.
- LOPES, D.B.; BERGER, R.D.; BERGAMIN FILHO, A. Absorção da área foliar sadia (HAA): uma nova abordagem para a quantificação de dano e para o manejo integrado de doença. Summa Phytopathol. 20:143-151, 1994.
- LUCAS, P.; SARNIGUET, A. Biological control of soil-borne pathogens with resident versus introduced antagonists: Should diverging approaches become strategic convergence? In: BARBOSA, P. Conservation biological control. San Diego: Academic Press, 1998. p.1-8.
- LUCKMANN, W.H.; METCALF, R.L. The pest management concept. In: METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. (Eds.). Introduction to insect pest management. New York: John Wiley & Sons, 1994. p.1-34.
- MIZUBUTI, E.S.G.; MAFFIA, L.A. Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas. Inf. Agropec. 22 (212):9-18, 2001.

- MUMFORD, J.D.; NORTON, G.A. Economics of decision making in pest management. *Ann. Rev. Entomol.* 29:157-174, 1984.
- NAS. *Insect pest management and control*. Publ. 1695. Washington: National Academy of Sciences, 1969.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (AGRICULTURAL BOARD - COMMITTEE ON PLANT AND ANIMAL PESTS). *Plant disease development and control*. Washington: NAS, 1968. 205p. (Principles of plant and animal pest control, 1).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Alternative agriculture*. Washington.: National Academy Press, 1989. 448p.
- NEUERBURG, W.; PADEL, S. *Organisch-biologischer Landbau in der Praxis*. München: Verlagsunion Agrar, 1992. 311p.
- PASCHOAL, A.D. *Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI: guia técnico e normativo para o produtor, o comerciante e o industrial de alimentos orgânicos e insumos naturais*. Piracicaba: Ed. do Autor, 2004. 191p.
- PIANNA, A. *Agricultura Orgânica: a subjacente construção de relações sociais e saberes*. Rio de Janeiro: CPDA/UFRRJ, 1999. (Tese Mestrado).
- REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. *Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture*. Leusden: Ileia, 1992. 250p.
- SANTOS, R.H.S.; MENDONÇA, E.S. *Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia*. *Inf. Agropec.* 22 (212):5-8, 2001.
- SIVA, M.B.; KUNIEDA DE ALONSO, S.; COSTA, F.A.; SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. *Efeito da urina de vaca no crescimento in vitro de Fusarium subglutinans*. *Fitopatol. Bras.* 19:235-237, 1994.
- SÔNEGO, O.R.; GARRIDO, L.R.; CZERMAINSKI, A.B.C. *Avaliação do fosfito de potássio no controle do míldio da videira*. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 2003. 14p. (Embrapa-CNPUV. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).

- SOUZA, J.L. Agricultura orgânica - Tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. v.1. Vitória: EMCAPA, 1998. 178p.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. *Hilgardia* 28:81-101, 1959.
- TAGUCHI, V. Por alimentos mais saudáveis. *Escala Rural* 3:12-17, 2000.
- TALAMINI, V.; STADNIK M.J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADINIK, M.J.; TALAMINI (Eds.). Manejo ecológico de doenças de plantas. Florianópolis: CCA/UFSC, 2004. p.45-62.
- VAN BRUGGEN, A.H.C. Plant disease severity in high-input compared to reduced-input and organic farming systems. *Plant Dis.* 79:976-984, 1995.
- VAN BRUGGEN, A.H.C. Switching over to organic farming systems: Consequences for plant pathological research. *Summa Phytopathol.* 27:145, 2001.
- WHETZEL, H.H. The terminology of phytopathology. *Proc. Int. Congr. Plant Sci.* 2:1204-1215, 1929.
- WHETZEL, H.H.; HESLER, L.R.; GREGORY, C.T.; RANKIN, W.H. Laboratory outlines in plant pathology. Philadelphia: W.B. Saunders, 1925. 231p.
- ZADOKS, J.C. Crop protection: why and how. In: Crop protection and sustainable agriculture. Chichester: John Wiley & Sons, 1993. p.48-60. (CIBA Foundation Symposium, 177).
- ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. *Ann. Rev. Phytopathol.* 23:455-73, 1985.