

INFORME AGROPECUÁRIO



v. 22 - n. 212 - set./out. 2001 Uma publicação bimestral da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

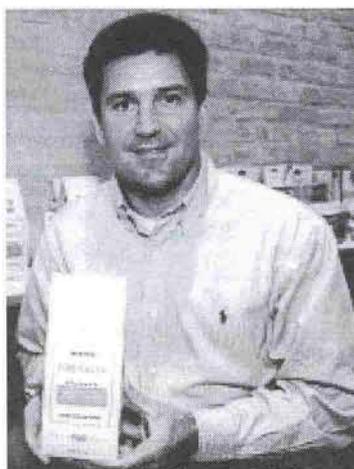
Agricultura Alternativa



Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV

Orgânicos conquistam o mercado

O engenheiro agrônomo Leontino Balbo Júnior é diretor agrícola das Usinas São Francisco e Santo Antônio pertencentes à Organização Balbo. Localizadas no interior de São Paulo, desenvolvem, desde 1986, um projeto pioneiro para produção de açúcar orgânico. A marca Native, criada pela organização, demonstra o sucesso do empreendimento, com uma projeção de 18 mil toneladas exportadas.



Leontino Balbo Jr.
Diretor agrícola da Usina São Francisco

IA - O que é Projeto Cana Verde e quais os seus objetivos?

Leontino Balbo Jr. - O Projeto Cana Verde começou a ser desenvolvido em 1986 pela Usina São Francisco (Ufra) para produzir açúcar orgânico. O trabalho tem como base a agricultura auto-sustentável, representada por um tripé de fatores:

- 1) ser economicamente viável;
- 2) respeitar, preservar e trazer melhorias ao meio ambiente;
- 3) implementar programas sociais dirigidos aos funcionários e comunidade.

Atualmente, o Projeto Cana Verde abrange as duas usinas do grupo, a Santo Antônio e a São Francisco. Todo o processo obedece aos princípios de produção orgânica estabelecidos pelo International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam).

A partir da implantação do Projeto Cana Verde, todo o processo produtivo de açúcar foi modificado. De início, as terras passaram por um período de conversão que durou 36 meses, ou seja, elas ficaram sem receber qualquer tipo de produto químico nesse período. Esse é o tempo mínimo exigido pelos órgãos certificadores, para

que o campo de cultivo seja considerado orgânico novamente. Os fertilizantes químicos foram substituídos por um amplo sistema integrado de nutrição orgânica com a finalidade de proteger o solo e melhorar suas características físicas e químicas.

O controle biológico mostrou-se, neste caso, mais eficiente do que o uso de defensivos químicos. Para defender a plantação das pragas, como a broca-da-cana, são usados inimigos naturais, como uma pequena vespa, criada no laboratório entomológico da Usina. As doenças são evitadas com o uso de variedades de cana naturalmente resistentes. Plantas indesejáveis, que poderiam concorrer com a cultura, são controladas por operações de cultivo e métodos culturais, sem a utilização de herbicidas. Os transgênicos - organismos geneticamente modificados - são proibidos.

Um programa de reflorestamento de árvores nativas começou a ser implantado em 1986, a fim de criar ilhas de diversidade (depósitos biológicos) de recursos naturais que contribuem para o equilíbrio do ecossistema local. As Usinas mantêm viveiros capazes de produzir 65 mil mudas de espécies nativas por ano. Elas são plantadas nas fazendas de acordo com suas qualidades e as necessidades de cada

local, como margens de rios, lagos e várzeas, áreas consideradas criatórios de peixes, aves e mamíferos. Desde o início do programa já foram plantadas cerca de 700 mil árvores e as áreas beneficiadas mais antigas já formam verdadeiras florestas. Desde que o Projeto Cana Verde foi adotado, os animais silvestres começaram a voltar às fazendas e, gradativamente, a cadeia alimentar foi sendo restabelecida. Paralelamente, um trabalho de proteção à vida selvagem proíbe a caça e a pesca e estabelece um programa de prevenção e combate a incêndios nas áreas reflorestadas e de vegetação nativa, patrulhamento e restrição de acesso aos *habitats* e adoção de sistemas de produção agrícola compatíveis com a manutenção da vida selvagem. Em 2001, a Ufra contratou os serviços de uma equipe especializada em ecologia para monitorar e avaliar o impacto do novo sistema de produção sobre a fauna e a flora instalado nas florestas nativas e reflorestamentos já estabelecidos. Os primeiros resultados deste trabalho apontam para o retorno de animais considerados extintos na região, tais como o lobo-guará, o tamanduá-bandeira, a paca, a lontra etc.

Já no início dos anos 80, visando à melhoria da qualidade de vida de seus

funcionários e familiares, as Usinas Santo Antônio e São Francisco criaram serviços médicos e odontológicos, facilitaram e incentivaram o acesso à educação (através de um programa educacional) e ao lazer. Esse trabalho foi reconhecido, já em 1987, pela Câmara Americana de Comércio, que concedeu o Prêmio de Contribuição Empresarial à Comunidade (Prêmio Eco). Hoje, cerca de 8.500 pessoas são beneficiadas por esses programas. Visando à valorização profissional do trabalhador, as Usinas Santo Antônio e São Francisco também mantêm programas de treinamento e capacitação profissional, de cargos e salários, de qualidade total e de participação nos resultados. Além de cumprir a responsabilidade social como empregador, o trabalho dessas Usinas voltado a seus funcionários tem demonstrado impacto bastante positivo junto ao órgão certificador em suas inspeções anuais.

IA - Explique o que significou a prática criada pela Ufra de não queimar a cana?

Leontino Balbo Jr. - Na Ufra, desde a implantação do Projeto Cana Verde, a queimada foi totalmente abolida, não se usa fogo nos canaviais das fazendas. Em 1989, a cana crua (sem queima) passou a ser colhida gradativamente por máquinas especialmente desenvolvidas em parceria com o fabricante e cresceu até atingir 100% da área da Usina.

IA - O processamento do açúcar também segue padrões naturais?

Leontino Balbo Jr. - Os processos industriais usados na produção do açúcar orgânico seguem as exigências estabelecidas pelo FVO/Ecocert, desde a pesagem da cana até o armazenamento do produto ensacado. Os sistemas produtivos não utilizam produtos químicos nem aditivos industriais, os conhecidos "branqueadores" do açúcar. No início da produção orgânica, equipamentos e dutos passam por purgamento, a fim de eliminar qualquer contato entre produtos convencionais e orgânicos.

IA - O sucesso do empreendimento é consequência da preocupação com o meio ambiente?

Leontino Balbo Jr. - Pode-se dizer que sim. O objetivo inicial do Projeto Cana Verde era realizar em sua plenitude o potencial conservacionista e condicionador de solos da cultura da cana-de-açúcar e, desta forma, obter um sistema produtivo capaz de se auto-sustentar sob o ponto de vista agrônomico.

IA - Qual o papel da pesquisa agropecuária dentro desta nova perspectiva de produção orgânica?

Leontino Balbo Jr. - É muito importante que se desenvolvam pesquisas agropecuárias voltadas aos sistemas orgânicos de produção, uma vez que há demandas bastante específicas nesta modalidade de agricultura, tais como a necessidade de sistemas de controle biológico de pragas, o melhoramento de variedades por sistemas tradicionais (sem modificações transgênicas) e o desenvolvimento de sistemas de processamento de matérias-primas orgânicas que preservem a sua integridade até o produto final.

IA - Quantos hectares de orgânicos a Usina São Francisco possui atualmente?

Leontino Balbo Jr. - A Ufra possui, atualmente, 7.470 hectares certificados como orgânicos. Seu potencial de produção é de 70 mil toneladas de açúcar/ano. Para complementar o fornecimento de matéria-prima, a São Francisco conta com a cana orgânica cultivada em 5.500 hectares da Usina Santo Antônio. Essa área também é totalmente certificada para a produção orgânica. São, portanto, 12.970 hectares de canavial orgânico certificado.

IA - Produtos orgânicos são viáveis economicamente?

Leontino Balbo Jr. - Sim. Produtos orgânicos são normalmente mais caros que os convencionais, em função de custos de produção mais elevados. Entretanto, eles

não carregam em si os custos relativos aos impactos socioambientais comumente relacionados com os congêneres convencionais. Estes custos ou são pagos pela comunidade, ou tornam-se perdas ecológicas irreparáveis.

IA - Quais são os principais produtos orgânicos produzidos pela Ufra e onde são comercializados?

Leontino Balbo Jr. - Além do açúcar orgânico Native a Usina São Francisco produz café orgânico. Trata-se do primeiro café orgânico 100% Arábica do mercado.

Os produtos estão expostos no varejo em espaços ecológicos - áreas especialmente reservadas para alimentos orgânicos, e junto aos similares convencionais. Ambos são vendidos nos principais supermercados do país.

IA - O que representa para a empresa a criação da marca Native?

Leontino Balbo Jr. - A marca Native é uma aposta da Organização Balbo no mercado de produtos orgânicos do Brasil. Nossa intenção é ampliar a linha de produtos de forma a oferecer aos clientes mais consistência na opção por uma alimentação mais saudável sob todos os aspectos.

IA - A procura por produtos orgânicos vem crescendo no mundo inteiro, assim como a preocupação com o meio ambiente. Quais as perspectivas para a agricultura orgânica em face do desenvolvimento dos transgênicos?

Leontino Balbo Jr. - Entendemos que haverá uma polarização entre os usuários das tecnologias agrícolas consideradas modernas, tais como a modificação genética de organismos, a adubação química e os defensivos agrícolas, e os usuários das técnicas orgânicas de cultivo. Cada vez mais o consumidor fará uma opção alimentar consciente, e os alimentos orgânicos serão sempre considerados uma opção segura de alimentação para aqueles que não se dispuserem a consumir transgênicos, por exemplo.

REVISTA BIMESTRAL
ISSN 0100-3364
INPI: 1231/0650500

COMISSÃO EDITORIAL
Márcio Amaral
Marcos Reis Araújo
Marcelo Franco
Antônio M. S. Andrade
Luthero Rios Alvarenga
José Braz Façanha

EDITOR
Vânia Lacerda

COORDENAÇÃO TÉCNICA
Cleide Maria Ferreira Pinto e Madelaine Venzon

COORDENAÇÃO EDITORIAL
Marlene A. Ribeiro Gomide

AUTORIA DOS ARTIGOS
Ademir Calegari, Angelo Pallini, Cleide Maria Ferreira Pinto, Dany Silvio Souza Leite Amaral, Eduardo de Sá Mendonça, Eduardo S. G. Mizubuti, Honorino Roque Rodigheri, Jacimar Luis de Souza, Jorge de Castro Kiehl, Jorge Ribaski, José Maurício Pereira, Júlio César Dias Chaves, Luciano Javier Montoya, Luiz A. Maffia, Madelaine Venzon, Maria Célia Martins de Souza, Pedro Lufs da C. A. Alves, Ricardo H. S. Santos, Robinson A. Pitelli, Sebastião Pinheiro, Trazilbo José de Paula Júnior

REVISÃO LINGÜÍSTICA E GRÁFICA
Marlene A. Ribeiro Gomide e Rosely A. Ribeiro Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO
Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE
Digitação: Maria Alice Vieira e Rosângela Maria Mota Ennes
Formatação: Maria Alice Vieira e Rosângela Maria Mota Ennes
Foto da capa: Hernandes Werner (Epagri)

IMPRESSÃO

PUBLICIDADE
Assessoria de Marketing
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova
Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 - Belo Horizonte-MG
Telefax: (31) 3488-8468

Copyright © - EPAMIG - 1977
É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,
sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são
reservados à EPAMIG.

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . -
Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 -
v.: il.

Bimestral
Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. -
v.1, n.1 - (abr.1975),
ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agricultura - Aspecto
Econômico - Periódico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

ASSINATURAS: Serviço de Atendimento ao Cliente (SAC/EPAMIG)
Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova - Caixa Postal, 515 CEP 31170-000
Belo Horizonte-MG - Telefax: (31) 3488-6688 - E-mail: sac@epamig.br - Site: www.epamig.br
CGC(MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

Agricultura Alternativa: valorizando o homem e o ambiente

A produção vegetal nos moldes da agricultura "moderna" é balizada pelos princípios da Revolução Verde, na qual empregam-se monocultivos de cultivares melhoradas, para alta produtividade e outras características agrônômicas. Com isto, as plantas perderam suas características naturais de rusticidade e, em alguns casos, inclusive a resistência a pragas e a doenças. Adicionalmente, ocorrem problemas associados aos estresses impostos às plantas, como os nutricionais, hídricos e até mesmo quanto ao cultivo em épocas e/ou locais, para os quais as plantas não estão adaptadas.

Na busca de sistemas de produção mais sustentáveis, surgiram as chamadas "novas" alternativas de agricultura, as quais são na realidade o resgate de técnicas já empregadas há muitos anos. Nesse contexto, destaca-se, principalmente, a preocupação em proteger o meio ambiente e a saúde humana.

A Agricultura Alternativa tem como objetivos produzir alimentos de qualidade, respeitando o meio ambiente; manter a fertilidade do solo com a generalização da policultura e da integração da lavoura e da criação animal, realizando, assim, o controle da erosão e a preservação da qualidade da água; criar soluções adequadas com vistas a atingir as causas e não os sintomas e, principalmente, valorizar o homem e seu trabalho.

Embora a maioria das correntes de Agricultura Alternativa apresente forte caráter agrônômico e mesmo tecnológico, pode-se afirmar que, em termos gerais, as mudanças propostas apontam para um sentido comum, que pode ser resumido como: adoção de práticas e de estratégias de produção voltadas para a manutenção dos recursos produtivos; aumento da biodiversidade dentro e próximo aos sistemas de produção; investimento em práticas e estratégias culturais e biológicas de controle das populações de herbívoros, microrganismos e plantas espontâneas e investimento em práticas e estratégias voltadas para a utilização de recursos localmente disponíveis.

Assim esta edição do Informe Agropecuário mostra que com a prática da Agricultura Alternativa tenta-se restabelecer a interação agricultor-natureza-produção de alimentos, na busca de maior harmonia no meio rural e melhor qualidade dos produtos a serem oferecidos ao consumidor.

Márcio Amaral

Presidente da EPAMIG

Nesta Edição

Na Agricultura Alternativa, é constante a preocupação em utilizar práticas agrícolas que respeitem a natureza. Em geral, são indicadas aquelas que otimizem os recursos locais, por meio da integração das atividades de produção animal com as de produção vegetal. Pode-se citar, como exemplo, a utilização do composto orgânico proveniente da compostagem de dejetos animais e resíduos vegetais, que visa à obtenção da máxima ciclagem de nutrientes no sistema de produção.

Outras práticas como o uso da adubação verde com leguminosas e consórcio ou rotação com cereais; o plantio de árvores e de gramíneas, com o objetivo de otimizar a ciclagem de fósforo; a rotação de culturas e o uso de cobertura morta para a melhoria das condições do solo; o manejo ambiental para o controle de pragas através da conservação e aumento dos seus inimigos naturais integram as ações desenvolvidas pela Agricultura Alternativa. A harmonia ambiental é o princípio geral de todas as práticas realizadas, ressaltando que a propriedade deve estar em equilíbrio com o meio.

A EPAMIG, com esta edição do Informe Agropecuário, apresenta as principais correntes da Agricultura Alternativa e as diversas práticas agrícolas que podem ser utilizadas em substituição àquelas usadas na agricultura convencional e procura, dessa forma, detalhar a contribuição dessas correntes e práticas rumo a uma agricultura mais sustentável.

A Coordenação Técnica

Sumário

Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia	
Ricardo H. S. Santos e Eduardo de Sá Mendonça	5
Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas	
Eduardo S. G. Mizubuti e Luiz A. Maffia	9
Estratégias para o manejo ecológico de pragas	
Madelaine Venzon, Angelo Pallini e Dany Silvio Souza Leite Amaral	19
Manejo ecológico de plantas daninhas	
Pedro Luís da C. A. Alves e Robinson A. Pitelli	29
Produção de composto orgânico e vermicomposto	
Jorge de Castro Kiehl	40
Adubação verde e rotação de culturas	
Júlio César Dias Chaves e Ademir Calegari	53
Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos	
Jorge Ribaski, Luciano Javier Montoya e Honorino Roque Rodigheri	61
Certificação de produtos orgânicos e legislação pertinente	
Maria Célia Martins de Souza	68
Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na Agricultura Orgânica	
Jacimar Luis de Souza	73
Agricultura Alternativa no contexto mundial	
Cleide Maria Ferreira Pinto, José Maurício Pereira e Trazilbo José de Paula Júnior	80
Tendências da Agricultura Alternativa na Europa	
Trazilbo José de Paula Júnior, Cleide Maria Ferreira Pinto e José Maurício Pereira	84

Encarte: Do modernismo ao sustentável passando pelo desenvolvimento - Sebastião Pinheiro

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 22	n.212	p.1-88	set./out. 2001
----------------------	----------------	-------	-------	--------	----------------

O Informe Agropecuário é indexado nas Bases de Dados: CAB INTERNATIONAL e AGRIS.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia

Ricardo H. S. Santos¹
Eduardo de Sá Mendonça²

Resumo - As principais correntes da Agricultura Alternativa no Brasil que contrapõem ao modelo agrícola moderno divergem-se em: Agricultura Biodinâmica, Agricultura Orgânica, Agricultura Natural e Agroecologia. Com isso busca-se uma agricultura mais sustentável.

Palavras-chave: Agricultura Alternativa; Ecologia; Revolução verde; Prática agrícola; Equilíbrio ambiental.

INTRODUÇÃO

O processo de modernização da agricultura, iniciado com a Segunda Revolução Agrícola e aprofundado na Revolução Verde, trouxe também conseqüências desastrosas nos aspectos agrônômicos, econômicos, ecológicos e sociais. Assim, os movimentos que surgiram em oposição ao modelo agrícola moderno apresentam, em maior ou menor grau, propostas para a agricultura em seus vários aspectos. Em termos gerais, a insustentabilidade do modelo moderno (ou convencional) é atribuída ao comprometimento tanto dos recursos produtivos, tais como solo, água e recursos genéticos, como das estruturas e processos ecológicos básicos responsáveis pelo funcionamento dos ecossistemas, tais como biodiversidade, fluxo de energia, ciclagem de nutrientes e mecanismos de regulação populacional. Também atribuiu-se à grande dependência de insumos de alto custo energético, à geração e ao acentuamento de desigualdades econômicas e sociais em níveis local, regional e mundial e à incapacidade de atender às finalidades primárias de alimentar a população e de melhorar as condições de vida daqueles envolvidos diretamente no processo produtivo. Em termos mais amplos, Bird (1988) identifica que a insustentabilidade decorre dos seguintes

processos:

- a) utilização de soluções paliativas para problemas estruturais;
- b) utilização de soluções universais para problemas específicos locais;
- c) utilização de insumos externos de alto custo energético;
- d) subordinação dos aspectos ecológicos à eficiência econômica.

Todos esses processos são decorrentes da mercantilização da agricultura, em que a terra, a água, as pessoas e a biodiversidade adquirem o status de mercadorias, compráveis e vendáveis, igualando-se a insumos e produtos.

As principais frentes de agricultura que contrapõem a este modelo agrícola são: Agricultura Biodinâmica, Agricultura Orgânica, Agricultura Natural e Agroecologia. Suas características serão discutidas nos próximos tópicos.

AGRICULTURA BIODINÂMICA

A Agricultura Biodinâmica é originada na Antroposofia, ciência espiritual criada pelo filósofo austríaco Rudolf Steiner em 1924. Após a Segunda Guerra Mundial, Steiner foi procurado por agricultores da Europa Oriental para orientá-los a respeito

de novas perspectivas na agricultura, visto que muitos deles estavam tendo problemas com a qualidade das sementes produzidas e com a maior incidência de doenças nas plantações e criações animais, além de redução no período de utilização da área de cultivo, dentre outros. Assim, Steiner preparou um ciclo de palestras sobre agricultura que foi proferido em Kobertwitz na Polônia (Klett, 1999). O filósofo mostrou que o importante na agricultura era transformar a empresa agrícola em um organismo agrícola, onde a manutenção da qualidade do solo é fundamental para a sanidade das culturas vegetais, e que é muito importante a integração das atividades dentro da propriedade agrícola. Neste sentido, foram indicadas técnicas para o tratamento do solo, do esterco animal e para o preparado de aditivos (reguladores de processos biológicos) para a adubação, as quais ficaram conhecidas como os preparados biodinâmicos (Koepf et al., 1983). Durante o ciclo de palestras foi criado o Círculo Experimental de Agricultores Antroposóficos que tinha como objetivos pesquisar e divulgar os princípios e as práticas da Agricultura Biodinâmica.

Atualmente, a Biodinâmica, além de manter a visão de que a propriedade agrícola deve ser vista como um organismo,

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. UFV - Dep^o Fitotecnia, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: rsantos@mail.ufv.br

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof. UFV - Dep^o Solos, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: esm@mail.ufv.br

em que a individualidade de cada situação deve ser respeitada, tem a preocupação de orientar práticas agrícolas que respeitem a natureza, onde o método é empregado. Em geral, são indicadas como práticas agrícolas:

- a) a interação entre a produção animal e a produção vegetal, com a obtenção do composto orgânico proveniente da compostagem de dejetos animais e resíduos vegetais;
- b) a orientação astronômica para a definição dos períodos de semeadura e demais atividades agrícolas;
- c) a utilização de compostos líquidos elaborados a partir de substâncias animais, vegetais e minerais, com o objetivo de equilibrar o campo de cultivo com as forças vitais da natureza;
- d) a preocupação com a harmonia ambiental do campo, onde a propriedade deve estar em equilíbrio com o meio natural também no aspecto visual, plantando cercas-vivas, culturas de bordadura e vizinhança, culturas pioneiras em áreas degradadas procurando fazer o reflorestamento de acordo com a vegetação natural;
- e) o uso da adubação verde com o aproveitamento de toda a potencialidade das leguminosas, inclusive em consórcio ou rotação com cereais;
- f) o cultivo de ervas e seu uso na forragem.

Com base no exposto, os princípios da Agricultura Biodinâmica podem ser aplicados em qualquer região, não havendo um pacote de técnicas que devam ser seguidas. Considerando-se que a base da Antroposofia para o cultivo das plantas e para a criação animal é o respeito ao ecossistema natural, onde essas atividades são realizadas, as propriedades agrícolas que seguem a Agricultura Biodinâmica adotam

práticas agrícolas distintas mantendo os mesmos princípios.

Os produtores biodinâmicos utilizam alguns preparados especiais, que são borrifados sobre as plantas ou adicionados aos adubos. Tais preparados são aplicados em pequenas quantidades (4,8 a 320 g/ha por exemplo) e exercem ação de dinamização dos processos de crescimento e apresentam formulações básicas a partir de esterco (Preparado 500) ou silício (Preparado 501), além de outros preparados com vegetais (Preparados 502 a 507) (Koepf et al., 1983).

No Brasil a organização de referência em Agricultura Biodinâmica é o Instituto Biodinâmico (IBD), sediado em Botucatu (SP)³.

AGRICULTURA ORGÂNICA

Nos primeiros anos do século XX, o inglês Albert Howard, trabalhando na Índia, observou que os agricultores não utilizavam fertilizantes químicos e nem agrotóxicos no cultivo e na criação animal, e que as plantas e os animais de tração apresentavam menor incidência de doenças do que aqueles conduzidos com a utilização de vários métodos convencionais de controle sanitário. O pesquisador também observou que os *hindus* (índios americanos) utilizavam diversas técnicas para aproveitar os materiais orgânicos produzidos na propriedade. Com base nessas observações, Howard realizou vários estudos sobre compostagem e adubação orgânica (Bonilla, 1992). Após vários anos de pesquisa, ele desenvolve o sistema 'Indore' de compostagem, em que os materiais produzidos na propriedade agrícola eram transformados em húmus, que, aplicado ao solo em época conveniente, asseguraria a vida biológica do solo e atenderia às demandas de nutrição e de sanidade das culturas. Dessa forma, os alimentos produzidos seriam de alto valor nutritivo.

Basicamente, a Agricultura Orgânica tem como sustentáculo a aplicação no solo de resíduos orgânicos vegetais e animais

produzidos na propriedade agrícola, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes. Assim, ela não aceita o uso de adubos minerais de alta solubilidade e nem agrotóxicos. A adubação química é atendida pelo uso de rochas de baixa solubilidade e pelo trabalho com diferentes culturas no sistema agrícola. O uso de leguminosas, com o objetivo de fixar o nitrogênio atmosférico, e o uso de gramíneas e árvores, com o objetivo de otimizar a ciclagem de fósforo, são priorizados, além do uso do esterco animal. É estimulado o uso de recursos locais sempre que possível, por meio da integração das atividades de produção animal com as de produção vegetal, visando à obtenção da máxima ciclagem de nutrientes no sistema de produção.

Além de trabalhar o solo com o objetivo de proporcionar um melhor equilíbrio biológico e nutricional para o desenvolvimento das plantas, podem-se utilizar também materiais orgânicos na fertilização do solo ou da planta (adubação foliar). Um dos compostos mais difundidos no Brasil é o Super Magro, que se caracteriza pela fermentação anaeróbica do esterco bovino com a adição de micronutrientes durante o processo. Esse material tem apresentado excelentes resultados não só na otimização da adubação foliar, mas também no controle de pragas de algumas culturas. Ele tem sido adotado principalmente para culturas como café e fruteiras.

A Agricultura Orgânica, dentre as frentes alternativas, teve grande destaque no Brasil e em outros países. Hoje, existem diversas associações de agricultores tentando organizar o mercado e vários países já possuem legislação tentando normatizar a produção e a comercialização de produtos orgânicos. A legislação brasileira, por meio da Instrução Normativa nº 7, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define o que se entende por produção orgânica e quais as estruturas de controle federais e estaduais, reconhecendo o crescimento do mercado de produtos orgânicos

³Site: <http://www.ibd.com.br> e e-mail: ibd@ibd.com.br

no Brasil (Penteado, 2000).

Uma das associações mais atuantes na área é a Associação de Agricultura Orgânica (AAO), sediada em São Paulo⁴.

AGRICULTURA NATURAL

Em 1935, o empresário japonês Mokiti Okada, após cinco anos de experimentação, cria uma religião em que o princípio fundamental é o de que as atividades agrícolas devam respeitar as leis da natureza. Esta religião serve como alicerce para a Agricultura Natural, a qual procura minimizar a intervenção no ambiente e nos processos naturais, opondo-se aos outros sistemas discutidos. Os quatro princípios básicos são: fazer agricultura sem cultivo do solo (arar arruína o solo), não utilizar fertilizantes químicos ou orgânicos, não capinar o solo (as plantas companheiras enriquecem o solo) e não utilizar agrotóxicos. Dessa forma, o agricultor não deve arar e gradear a terra, não deve utilizar insumos químicos e nem compostos orgânicos e, muito menos, agrotóxicos. A visão reducionista é completamente desconsiderada nesse sistema, procurando-se utilizar técnicas que otimizem o equilíbrio ambiental. Assim, dentre as práticas agrícolas recomendadas estão a rotação de culturas, a adubação verde, a cobertura morta, o controle de pragas e doenças pela manutenção das características naturais do ambiente e melhoria das condições do solo e emprego de inimigos naturais. Só em último caso devem-se usar produtos naturais não poluentes, compostos vegetais e microorganismos.

Na Agricultura Natural são muito utilizados os "microorganismos eficientes" e o composto orgânico Bokashi. Os microorganismos eficientes são compostos por bactérias produtoras de ácido lático, leveduras, actinomicetos, fungos filamentosos e bactérias fotossintetizantes. O Bokashi é um tipo de composto orgânico constituído de farelo de arroz, farelo de soja, torta de mamona, farinha de carne e de osso e fa-

rinha de peixe, inoculados com microorganismos eficientes. Sua principal finalidade não é atuar como adubo orgânico e sim complementar a matéria orgânica do solo, propiciando um alimento adequado mínimo para o desenvolvimento dos microorganismos eficientes.

No Brasil, contatos sobre a Agricultura Natural podem ser realizados com a Fundação Mokiti Okada (MOA), em São Paulo⁵.

AGROECOLOGIA

A Agroecologia talvez não devesse ser classificada como mais uma corrente de Agricultura Alternativa, uma vez que não tem caráter doutrinário centralizado, não preconiza o uso de produtos ou processos próprios e muitos princípios agroecológicos estão presentes em diversas práticas utilizadas em outras correntes. Agroecologia constitui mais propriamente na denominação que a Agricultura Alternativa assumiu principalmente no meio acadêmico e nos movimentos conduzidos com sua participação.

Dentre as principais definições de Agroecologia podem-se citar: o estudo das bases ecológicas (estruturas e funções) dos sistemas agrícolas (Gliessman, 1989); a aplicação de conceitos e princípios ecológicos na concepção e manejo de sistemas agrícolas (Gliessman, 1989); a base científica da agricultura alternativa (Altieri, 1989). Segundo Hetch (1989), no seu sentido mais global, a Agroecologia incorpora idéias mais ambientais e de sentimento social acerca da agricultura e, na sua concepção mais específica, refere-se ao estudo dos fenômenos ecológicos que ocorrem nos campos de produção.

Apesar de algumas das definições serem pouco esclarecedoras, depreende-se que o termo Agroecologia apresenta muitas facetas, o que se deve à natureza da atividade agrícola, que recebe pressões não só ecológicas, mas também econômicas e

sociais. Assim, o pensamento agroecológico é influenciado pelas Ciências Agrícolas, pelo Movimento Ambientalista, pelos estudiosos da área de Ecologia e de Sistemas de Produção Indígenas e Tradicionais, e, finalmente, por estudos de desenvolvimento rural do Terceiro Mundo (Hetch, 1989).

Além de algumas universidades federais, inúmeras atividades na área de Agroecologia são realizadas por redes de Organizações Não-Governamentais (ONGs) em diversos Estados brasileiros, como por exemplo a Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA)⁶.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que interessa, em relação a estas correntes, não são precisamente as suas variações, mas sim as suas coincidências. A Agricultura Alternativa tem como principais objetivos:

- a) gerar alimentos de alta qualidade biológica, respeitando e trabalhando com o meio ambiente;
- b) manter a fertilidade do solo com a generalização da policultura e da integração da lavoura e da criação animal, realizando, assim, o controle da erosão e a preservação da qualidade da água, sem emprego de agrotóxicos poluidores dos alimentos e do ambiente;
- c) criar soluções adequadas com vistas a atingir as causas e não os sintomas e colocar como objetivo a valorização do homem e do seu trabalho.

Dessa forma, a Instrução Normativa nº 7 considera como parte da Agricultura Orgânica todo aquele produto obtido em sistema de produção agropecuária e industrial abrangendo os sistemas denominados ecológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo, biológico e agroeco-

⁴Site: <http://www.aao.org.br>

⁵E-mail: fmopesq@sol.com.br

⁶E-mail: aspta@ax.apc.org

lógico (Penteado, 2000).

Uma das grandes diferenças dessas frentes de agricultura em relação à agricultura convencional é a forma de condução da lavoura, no que tange à incidência de pragas, doenças e plantas daninhas. Na agricultura convencional a visão "reducionista" é determinante na tomada de decisão das técnicas a serem utilizadas para resolver os problemas. Na Agricultura Alternativa, a visão de "convivência" com o problema, tentando minimizá-lo com diversificação e rotação de culturas, onde as incidências de pragas e doenças causam um dano menor à cultura e à produtividade da área como um todo. Em último caso, são tomadas medidas reducionistas com o uso de produtos (caldas, extratos vegetais e compostos orgânicos líquidos) menos agressivos ao ambiente, ao agricultor e ao consumidor.

No final da década de 80, a Agricultura Alternativa ganhou espaço no mercado e a demanda por produtos livres de agrotóxicos vem crescendo a cada dia. Este fato levou à organização dos agricultores para evitar irregularidades no mercado e buscar a certificação dos seus produtos. No Brasil, as duas entidades certificadoras mais conhecidas são o IBD e a AAO, em que o produtor que atender a certas exigências tem o direito ao uso do selo orgânico de garantia.

O não uso de agrotóxicos não implica que a produção passe a ser orgânica. Existem vários critérios definidos que devem ser seguidos pelo produtor, para que possa ser considerado ou até certificado como produtor de Agricultura Orgânica. O fornecimento de nutrientes é feito por meio de compostos orgânicos, fertilizantes foliares de processos biológicos (como exemplo o Super Magro) e fontes renováveis de macro e micronutrientes, em processos de rotação de culturas e de respeito à biodiversidade, proporcionando condições mais equilibradas entre o solo e os vegetais.

Atualmente, é muito grande a conversão de áreas de produtos convencionais para a cultura de produtos orgânicos. A

International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam) mostra que na Europa, entre os anos de 1985 e 1997, a conversão passou de 120 mil para 2,15 milhões de hectares. O mercado mundial de produtos orgânicos é estimado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Usda), em US\$ 23,5 bilhões. Nos Estados Unidos, em 1996, mais de 40% das maiores redes de supermercados já vendiam alimentos de cultivo orgânico. A comercialização desses produtos no país crescia a taxas próximas de 20% no período, tendo movimentado US\$ 7,6 bilhões, em 1995 (Agrianual, 2000).

Embora a maioria das correntes de agricultura alternativa apresentem forte caráter agrônomo e mesmo tecnológico, pode-se afirmar que, em termos gerais, as mudanças propostas apontam para um sentido comum, que pode ser resumido como:

- a) adoção de práticas e de estratégias de produção voltadas para a manutenção dos recursos produtivos;
- b) aumento da biodiversidade dentro e próximo aos sistemas de produção;
- c) investimento em práticas e estratégias culturais e biológicas de controle das populações de herbívoros, microorganismos e plantas espontâneas;
- d) investimento em práticas e estratégias voltadas para a utilização de recursos localmente disponíveis;
- e) descentralização e regionalização das estruturas de beneficiamento e de comercialização;
- f) incentivo às formas associativas de beneficiamento e de comercialização;
- g) democratização dos acessos ao crédito e à informação;
- h) estabelecimento de políticas agrícola e agrária voltadas principalmente para agricultores familiares, parceiros e arrendatários.

Assim, esses modelos de agricultura

tentam restabelecer a interação agricultor-natureza-produção de alimentos, objetivando maior harmonia no meio rural e melhor qualidade dos produtos a serem oferecidos ao consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2000. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, [2000].
- ALTIERI, M.A. (Ed.). **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. p. 17-19.
- 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. Santa Cruz: CFSAFS, 1988. v.1, p. 31-36.
- BONILLA, J.A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.
- GLIESSMAN, S.R. Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture. In: _____. **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture**. New York: Springer-Verlag, 1989. p. 3-10. (Ecological Studies Series, 78).
- 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. cap.1, p. 25-41.
- 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.
- KOEPF, H. H.; PETERSSON, B. D.; SCHAUMANN, W. **Agricultura biodinâmica**. São Paulo: Nobel, 1983. 316 p.
- PENTEADO, S.R. Normas da produção orgânica. In: _____. **Introdução à agricultura orgânica: normas técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, 2000. cap. 15, p.85-106.

Aplicações de princípios de controle no manejo ecológico de doenças de plantas

Eduardo S. G. Mizubuti¹

Luiz A. Maffia²

Resumo - Produzir alimentos, utilizando-se baixas quantidades de agroquímicos ou mesmo sem sua aplicação é hoje uma opção rentável para o produtor. Há uma fatia do mercado consumidor disposta a pagar mais por produtos que sejam considerados mais seguros. Entretanto, o limite entre o valor agregado, obtido com a não utilização dos produtos químicos, e a redução de produtividade por problemas fitossanitários é estreito. As doenças encontram-se entre os principais fatores que reduzem a produtividade das culturas. O controle delas sem a utilização intensa de agroquímicos é um desafio. Para reduzir as perdas causadas por patógenos em sistemas considerados como alternativos (orgânico, natural etc.), é necessário implementar o manejo de doenças, o qual se baseia na aplicação integrada dos princípios de controle. As medidas de controle, que resultam na redução da quantidade de inóculo inicial, da taxa de progresso da doença e/ou da duração da epidemia, devem ser empregadas para o controle racional e eficiente de doenças. São abordados exemplos de medidas que podem ser implementadas para um manejo ecológico de doenças de plantas. Apesar da importância do manejo ecológico, há pouco conhecimento científico disponível, principalmente quanto a aspectos etiológicos e epidemiológicos de doenças de plantas. É necessário tornar disponíveis resultados experimentais sólidos e conscientizar os produtores, quanto ao manejo ecológico de doenças.

Palavras-chave: Fitopatologia; Agricultura Orgânica; Controle de doenças; Métodos alternativos.

INTRODUÇÃO

A agricultura teve início há aproximadamente 10 mil anos, quando o homem deixou de obter seu alimento de forma extrativista e trouxe as plantas para uma condição mais uniforme e artificial. Nos seus primórdios, a agricultura era conduzida de forma mais sustentável e não eram utilizadas práticas que alteravam sobremaneira o equilíbrio plantas-patógenos. Porém, ainda assim, era uma alteração do que ocorre na natureza, pois o simples fato de aumentar a densidade de plantas numa determinada área é suficiente para interferir no equilíbrio dos sistemas patógenos-hospedeiros. É importante lembrar que, na natureza, há diversidade entre espécies e dentro de espécies vegetais e que as populações de patógenos e de hos-

pedeiros estão em equilíbrio, no qual ambas desenvolveram estratégias para garantir suas existências (Akiba et al., 1999). Esse equilíbrio resultou da coevolução de plantas e patógenos, por milhares de anos nos seus habitats, sem necessariamente comprometer a sobrevivência de um ou de outro.

Nas últimas décadas, a população humana cresceu vertiginosamente, o que gerou a necessidade de produzir mais alimentos. Com a crescente demanda por alimentos, a agricultura intensificou-se, levando aos desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, principalmente quanto à redução da diversidade biológica. A produção vegetal nos moldes da agricultura "moderna" é balizada pelos princípios da Revolução Verde, na qual empregam-se

monocultivos de cultivares melhoradas, para alta produtividade e outras características agrônômicas. Com isso, as plantas perderam suas características naturais de rusticidade e inclusive, em alguns casos, a resistência a doenças. Adicionalmente, ocorrem problemas associados aos estresses impostos às plantas, como os nutricionais, os hídricos e até mesmo quanto ao cultivo em épocas e/ou locais, aos quais as plantas não estão adaptadas. Assim, ocorrem perdas consideráveis em decorrência das doenças de plantas.

Estima-se que as doenças de plantas são responsáveis por perdas de, aproximadamente, 12% do total de produtos agrícolas cultivados principalmente nos países em desenvolvimento (Agrios, 1997). A ne-

¹Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof. UFV-Dep^o Fitopatologia, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: mizubuti@ufv.br

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof. UFV-Dep^o Fitopatologia, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: lamaffia@ufv.br

cessidade de reduzir essas perdas levou à adoção quase exclusiva de opções de controle com base no uso de produtos químicos. A difusão do uso destes produtos foi bem-sucedida, tendo em vista diversos fatores, dentre os quais destacam-se a facilidade de uso, o relativo baixo custo, os resultados espetaculares em curto espaço de tempo e a propaganda. Porém, no Brasil, não raro esses produtos são usados de forma irracional, desrespeitando registros, dosagens, períodos de carência e técnicas de aplicação e segurança dos aplicadores e do ambiente. Tendo em vista esses problemas, a sociedade já sente as conseqüências do uso desregrado de produtos químicos e, atualmente, há uma busca frenética de alternativas para o controle de doenças, principalmente dentro do contexto ecológico.

Como o crescimento econômico rápido raramente pode ser obtido sem prejudicar a sustentabilidade ecológica (Thurston, 1990), a chave do manejo ecológico seria a sustentabilidade. Segundo a Food and Agriculture Organization of the United National (FAO), agricultura sustentável é o manejo e conservação dos recursos naturais e a orientação de mudanças tecnológicas e institucionais de tal maneira a assegurar a satisfação das necessidades humanas de forma continuada para as gerações presente e futura. Tal desenvolvimento sustentável conserva o solo, a água e os recursos genéticos animais e vegetais; não degrada o meio ambiente; é tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável (Weid, 1994).

Na busca de sistemas de produção mais sustentáveis, surgiram as chamadas novas alternativas de agricultura, que, na realidade, resgataram as técnicas empregadas há milhares de anos. Essas técnicas seriam consideradas como ecologicamente corretas. Neste contexto, destaca-se principalmente a preocupação de proteção ao meio ambiente e à saúde humana. Porém, nesses sistemas o controle de doenças representa, ainda, uma grande empreitada. Aqui, os fitopatologistas têm que ocupar papel de destaque, no qual os desafios são reduzir as perdas dos alimentos e, ao mesmo tempo, salvaguardar o ambiente (Maffia & Mizubuti, 1999).

Para que se viabilize, a produção ecológica deve ser embasada no manejo racional dos problemas fitossanitários e, em especial, das doenças. É importante considerar que os patógenos são parte do ecossistema e eliminá-los é ecologicamente inviável e talvez indesejável. Há que manejá-los para que se aproxime do equilíbrio existente nos ecossistemas naturais. Manejo ecológico de doenças de plantas é aqui definido como sendo o conjunto de estratégias e de práticas, empregadas com base nos princípios de controle de doenças de plantas, com o objetivo de reduzir as perdas em níveis toleráveis, sem interferir, acentuadamente, no ambiente.

Dependendo da forma de condução da agricultura (natural, biológica, biodinâmica etc.), há variações quanto à tolerância ao emprego de determinadas práticas, principalmente quanto ao uso de caldas e adubos orgânicos. No entanto, a adoção de práticas que são vistas sem restrições pelas diferentes filosofias é um recurso poderoso e útil. Explorá-las e bem recomendá-las somente é possível com o entendimento dos princípios de controle de doenças de plantas. A aplicação desses princípios seria eficaz para reduzir a intensidade de doenças, mas a escassez de resultados de pesquisas bem fundamentadas é um fator limitante para obter inferências mais realistas. Esse artigo objetiva discutir as aplicações de princípios de controle e as estratégias para o manejo ecológico de doenças de plantas.

PRINCÍPIOS DE CONTROLE E PRÁTICAS APLICÁVEIS AO MANEJO ECOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Várias medidas de controle podem ser utilizadas, isoladamente ou em combinação, para manejar doenças de plantas. Essas medidas foram agrupadas nos denominados princípios de controle. Inicialmente, quatro desses princípios de controle foram propostos: exclusão, erradicação, proteção e imunização (Whetzel, 1929). Posteriormente, foram acrescentados os princípios de terapia e escape. Esses seis princípios de controle de doenças de plantas em última instância, visam:

- a) impedir ou reduzir a chance de entrada do patógeno num local, onde ele não ocorre (exclusão);
- b) eliminar o patógeno ou reduzir sua população em um local, onde já esteja estabelecido (erradicação);
- c) evitar infecções de plantas pelo patógeno que já se encontra estabelecido no local (proteção);
- d) tornar as plantas resistentes ao patógeno (imunização);
- e) tratar ou curar infecções já estabelecidas (terapia);
- f) impedir ou reduzir a chance de ocorrência de condições favoráveis ao desenvolvimento da doença (escape).

A aplicação de medidas de controle deve ser embasada nos seus efeitos epidemiológicos. Se se considerar que a intensidade de doença na colheita, que vai refletir nas perdas, depende da quantidade de doença/inóculo inicial (y_0), da taxa de progresso de doença (r) e do tempo em que a cultura está exposta ao patógeno (t), podem-se adotar medidas de controle que visam reduzir y_0 , r e/ou, t . Em geral, as medidas incluídas nos princípios de exclusão e de erradicação reduzem y_0 , as medidas de proteção reduzem r , as de imunização e terapia reduzem y_0 e/ou r e as de escape reduzem y_0 , r e/ou t (Quadro 1). Em muitas situações, a adoção de medidas de proteção é inviável para o manejo de doenças num contexto ecológico por normalmente envolverem o uso de produtos químicos. Assim, é provável que as medidas potencialmente mais eficientes, para o manejo ecológico de doenças, sejam as que objetivam a exclusão e a erradicação, associadas àquelas que reduzam a ocorrência de condições favoráveis ao desenvolvimento da doença (escape). No entanto, não se deve ignorar a adoção conjunta de outras medidas que, isoladamente, tenham menor eficiência, mas quando somadas complementam-se e contribuem para dificultar o desenvolvimento de doenças. A integração de práticas é a chave do sucesso no manejo ecológico de doenças.

As medidas incluídas dentro de cada

QUADRO 1 - Princípios e medidas de controle de doenças de plantas e seus principais efeitos epidemiológicos

Princípio de controle	Medidas de controle	Redução de
Exclusão	Inspeção e certificação de sementes e mudas	Y_0
	Barreiras e quarentenas	Y_0
	Tratamento de sementes / mudas (biológico e térmico)	Y_0
	Cultura de tecidos (indexação)	Y_0
	Restrição da movimentação de máquinas, implementos e pessoas da área infestada para área sadia	Y_0
	Limpeza de máquinas e implementos	Y_0
Erradicação	Eliminação e/ou tratamento de restos culturais	Y_0
	Eliminação de hospedeiros principais	Y_0
	Controle de plantas invasoras	Y_0
	Cultivo de plantas antagonistas ou armadilhas	Y_0
	Sistemas de preparo de solo	Y_0
	Rotação de culturas	Y_0
	Incorporação de matéria orgânica	Y_0
	Tratamento de solo (biológico, vapor e solarização)	Y_0
	Inundação do solo	Y_0
	Tratamento de sementes e mudas (biológico e térmico)	Y_0
	Limpeza de embalagens, equipamentos e de armazéns	Y_0
	Pulverização de calda sulfocálcica	r
	Eliminação de plantas doentes (<i>roguing</i>)	Y_0, r
	Poda de ramos doentes	Y_0, r
Proteção	Tratamento biológico de sementes e mudas	Y_0
	Pulverização de agente de controle biológico	r
	Pulverização de calda sulfocálcica, bordalesa e viçosa	r
	Cultivos consorciados	r
	Controle de insetos vetores	r
	Nutrição do hospedeiro (pH e fertilizantes)	r
	Tratamento pós-colheita (refrigeração e biológico)	r
Imunização	Resistência induzida	Y_0, r
	Cultivares resistentes	Y_0, r
	Mistura de cultivares	Y_0, r
	Biotecnologia (plantas transgênicas)	Y_0, r
Terapia	Termoterapia	Y_0
	Cirurgia	Y_0, r
	Podas de ramos doentes	Y_0, r
Escape	Escolha da área e/ou do local de plantio	Y_0, r, t
	Escolha da época de plantio e/ou de colheita	Y_0, r, t
	Modificação das práticas culturais (drenagem, irrigação, espaçamento, orientação de linhas de plantio, profundidade de plantio, desbaste, podas de arejamento etc.)	r, t
	Armazenamento (sementes, pós-colheita) em condições de ambiente modificado	r, t

FONTE: Dados básicos: Zadoks & Shein (1979) e Hall & Nasser (1996).

NOTA: y_0 - Inóculo inicial; r - Taxa de progresso da doença; t - Tempo de exposição ao patógeno.

princípio serão discutidas e apenas alguns exemplos delas serão apontados, dentro de um universo, cujo limite seja imposto pela criatividade e experiência do produtor.

Exclusão

O princípio de exclusão visa impedir ou reduzir a chance de entrada do patógeno em um local, onde este não ocorre. As principais medidas de controle são de ordem legislativa, como a quarentena, a certificação e a fiscalização de áreas. O produtor pode e deve empregar este princípio ao adotar práticas como: observar a legislação fitossanitária vigente; adquirir material comprovadamente sadio de fornecedores idôneos; evitar tanto quanto possível a introdução de material vegetal, principalmente mudas, dos quais não se conhece o estado fitossanitário; proceder ao tratamento de sementes e de mudas para erradicar possíveis infecções ou propágulos. Para este último, uma alternativa ao uso de produtos químicos é o tratamento térmico de partes vegetais. Esse processo é eficiente para doenças causadas por diferentes patógenos (fungos, vírus, bactérias e nematóides) e é relativamente simples. Em geral, temperaturas entre 70°C e 75°C por 30 min são suficientes para inativar a maioria dos fitopatógenos (Fig. 1, contracapa).

O fator-chave para o sucesso de métodos que empregam calor no controle de doenças de plantas é a combinação tempo e temperatura. Geralmente, as sementes são mais tolerantes ao calor que muitos patógenos. Por outro lado, como partes propagativas tendem a ser menos tolerantes que os patógenos, devem ser tratadas a temperaturas inferiores e a tempo mais prolongado.

O controle do tráfego de mudas cítricas provenientes de regiões onde ocorre o cancro cítrico, causado pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, para locais indenes é um exemplo de medida legislativa incluída no princípio de exclusão.

A sigatoka negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*, é uma das doenças mais destrutivas da bananeira e que até pouco tempo não ocorria no Brasil. Atualmente, esta doença encontra-se na região Norte do país e no Mato Grosso, e até o ano de 2000, não havia sido constatada na

região Nordeste/Norte de Minas Gerais, onde se concentra a bananicultura neste Estado. O transporte e/ou a entrada de mudas, frutos e caixarias é proibido nessas regiões. Até o presente, as medidas de exclusão têm sido eficientes em evitar a entrada do patógeno em Minas Gerais.

A limpeza de equipamentos, de máquinas e de implementos deve ser incrementada como medida complementar, para evitar que o inóculo seja introduzido em determinado local. Para muitas situações, por exemplo, em regiões cítricas, onde o cancro cítrico representa uma ameaça, esses procedimentos são rotineiramente empregados com a adoção de pedilúvios e rodolúvios (compartimentos onde são colocados desinfestantes e por onde veículos obrigatoriamente transitam). Apesar de o tratamento ser feito com produtos químicos, esta prática limita ou restringe o uso deles somente nos locais onde estão instalados pedilúvios e rodolúvios e pode contribuir para reduzir a quantidade de produtos que são usados na prevenção da infecção. Esses procedimentos podem ter seu emprego mais generalizado com a lavagem e desinfestação de maquinários, instalações e embalagens. A simples lavagem dessas partes com água em local apropriado (onde o que for lavado não contribua para aumentar a contaminação do ambiente) reduz a quantidade de inóculo potencialmente passível de ser introduzido na área.

Erradicação

O princípio de erradicação visa à eliminação ou à redução da população do pató-

geno de uma área infestada. Em geral, as medidas são executadas de modo que venha a interferir na fase de sobrevivência dos patógenos. Dentre as medidas que servem a este propósito incluem-se: rotação de culturas, inundação, pousio ou alqueive, bom preparo de solo e uso de plantas antagonistas (no caso de nematóides). No entanto, algumas dessas medidas não são ecologicamente desejáveis. Por exemplo, para controle de patógenos que afetam a parte aérea das plantas e que não produzem estruturas de sobrevivência, preconiza-se a eliminação de restos culturais por meio de bom preparo do solo com aração e gradagem. Sob o ponto de vista conservacionista e de sustentabilidade, tais práticas não são as mais adequadas, e o sistema de plantio direto é o mais recomendado. Dados de pesquisa têm demonstrado maior intensidade de doenças em sistemas de plantio direto em monocultura (Quadro 2) e que alguns fungos fitopatogênicos que afetam a soja (*Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia solani*) podem sobreviver na palhada por até 27 meses (Costamilan et al., 1999). Para aliar os aspectos de conservação das características físicas e biológicas do solo aos de controle de doenças, recomenda-se a associação de plantio direto e rotação de culturas. Os benefícios desta associação foram demonstrados para controle de doenças foliares do trigo (Quadro 2).

A adição de matéria orgânica ao solo (adubação orgânica, incorporação de plantas etc.) contribui para aumentar a diversidade e a atividade da microflora do solo. Nes-

QUADRO 2 - Efeito da rotação de culturas e do manejo do solo na severidade (%) de manchas foliares (causadas por *Drechslera tritici-repentis*, *Bipolaris sorokiniana* e *Septoria nodorum*) do trigo 'BR 23', estágio de alongamento

Sistema de rotação	Sistema de manejo do solo				Média
	Plantio direto	Cultivo mínimo	Preparo com arado de discos	Preparo com arado de aiveca	
Monocultura	7,0	3,1	0,8	1,0	3,0
Rotação (1 ano)	0,6	0,4	0,6	0,3	0,5
Rotação (2 anos)	0,8	0,4	0,6	0,6	0,6
Média	2,8	1,3	0,7	0,6	

FONTE: Dados básicos: Reis & Forcelini (1995).

te processo, organismos benéficos e antagonistas a vários patógenos são estimulados e competem em maior intensidade com fitopatógenos, estabelecendo-se, assim, o controle biológico no solo. Este processo pode não ser desencadeado imediatamente após a adição de matéria orgânica e sua eficiência depende da manutenção continuada dos aspectos biológicos do solo.

Com a adição de 30% ou mais de composto de esterco bovino em solo infestado com *Pythium ultimum*, aos 15 dias antes da sementeira, obteve-se controle eficiente de tombamento em pepinos (Bettiol et al., 2000). Estes autores sugerem que a eficiência da adição de matéria orgânica pode ser resultado da maior atividade microbiológica, aumento do número de microrganismos antagonistas, assim como de microartrópodos que ocorrem no composto.

No caso de tratamento de solo com vistas à redução da população de fitopatógenos, a pasteurização (62°C) deve ser utilizada em detrimento à esterilização. Com a pasteurização, evita-se a eliminação massal da microflora do solo, principalmente de organismos benéficos. Contudo, o custo da pasteurização, assim como a viabilidade de uso dessa técnica devem ser considerados antes de ser recomendada.

O tratamento de solo ou de substratos com o aquecimento obtido com a solarização tem sido eficiente para eliminação de vários patógenos. A cobertura do solo com um filme plástico transparente eleva a temperatura a níveis letais a fitopatógenos, porém de menor dano a organismos benéficos. O tratamento de parcelas experimentais infestadas com o fungo *Sclerotium rolfsii* foi eficaz em reduzir o número de escleródios/kg de solo e em aumentar a produção de feijão em dois anos consecutivos (Ghini et al., 1997). Para tratamento de substratos, o uso de um sistema de coletor solar é uma alternativa interessante. Com este processo, obtém-se uma solarização mais rápida do solo com efeitos deletérios sobre propágulos de fitopatógenos. O tratamento de substrato utilizado para produção de mudas de tomateiro em coletor solar por dois ou três dias foi suficiente para reduzir substancialmente a população de juvenis

do nematóide *Meloidogyne arenaria* (Ghini et al., 1998).

O tratamento térmico de sementes e de mudas é uma medida que visa eliminar estruturas de fitopatógenos presentes no material propagativo. O tratamento térmico de toletes de cana-de-açúcar por imersão em água quente visa eliminar infecções causadas por vírus, bactérias e fungos.

O tratamento de restos de cultura de roseiras com o fungo *Clonostachys rosea* tem proporcionado a redução da sobrevivência do fungo *Botrytis cinerea*, agente causal do mofo cinzento, uma das doenças mais limitantes para a produção de rosas. O antagonista *C. rosea* é capaz de parasitar as hifas de *B. cinerea* e de competir com o patógeno, principalmente por nutrientes, o que contribui para reduzir sua sobrevivência nos restos culturais (Morandi et al., 2000).

Imunização

Constitui na utilização de plantas resistentes a patógenos. O homem vem utilizando variedades resistentes a doenças e a pragas há muito tempo. O plantio de variedades resistentes é, sem dúvida, o método ideal de controle de doenças de plantas, considerando que:

- a) envolve baixo custo, pois a aquisição de material propagativo de plantas resistentes geralmente não é significativamente maior que o de outras variedades;
- b) é de fácil uso, pois não requer o emprego de técnicas especializadas ou não conhecidas pelos agricultores;
- c) após o plantio, não requer a intervenção do produtor;
- d) é eficaz, pois a intensidade de doença será menor e muitas vezes abaixo do limite de dano econômico;
- e) é ecologicamente desejável, pois permite a redução ou, em alguns casos, até mesmo a não utilização de defensivos.

Há limitações que impedem ou restringem o uso generalizado de imunização, pois nem sempre variedades resistentes a vários patógenos estão disponíveis e, não raro,

algumas variedades resistentes possuem menor número de características agrônomicas desejáveis. Contudo, as vantagens do uso dessas variedades suplantam, em muito, as desvantagens.

Vale a pena considerar que as populações naturais de plantas não são geneticamente uniformes e nestas populações é difícil encontrar uma planta com as mesmas características de outra da mesma espécie. Similarmente, a maioria das culturas de subsistência, principalmente nos trópicos, é cultivada como misturas (espécies diferentes, genótipos diferentes, clones diferentes etc.). Porém, em face das exigências da agricultura moderna, os grandes cultivos agrícolas são constituídos de populações geneticamente uniformes, crescendo em áreas extensas. O melhoramento genético foi utilizado para o desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças, principalmente aquelas com resistência vertical que, normalmente, não é durável. Por outro lado, considere-se que, em geral, as populações de fitopatógenos são bastante numerosas e, em muitas situações, de grande variabilidade genética. Assim, o manejo da resistência é fundamental para prolongar a vida útil das variedades com resistência vertical. Para tanto, descrevem-se as principais estratégias.

Uso de mistura de variedades

Esta situação simularia o que ocorre na natureza, isto é, a existência de diversidade genética. Tem-se observado que, quando se utilizam diferentes variedades de uma espécie cultivada numa área, a intensidade da doença é menor. Essa estratégia é interessante, principalmente por ser de baixo custo e ecologicamente desejável. Porém, é mais apropriada para pequenos produtores, pois pode haver desuniformidade de plantas quanto ao porte, desenvolvimento, requerimento nutricional, tipo e qualidade do produto colhido, produtividade etc. Recentemente, essa estratégia foi aplicada na região de Jianshui, China e, como resultado, ocorreu redução significativa na intensidade da brusone, causada por *Magnaporthe grisea*, principal doença fúngica da cultura do arroz (Quadro 3).

QUADRO 3 - Severidade da brusone (*Magnaporthe grisea*) em panículas de arroz, produção e valor da cultura com o plantio de uma cultivar ou mistura de duas cultivares

Plantio	Severidade da doença na panícula (%)	Produção (t/ha)	Valor (dólares)
Huangkenuo (Suscetível)	35,0	5,08	1.778
Shanyuo22 (Resistente)	4,0	9,08	1.907
Mistura (Huangkenuo + Shanyuo22)	1,6	10,00	2.231

FONTE: Dados básicos: Zhu et al. (2000).

Em ensaio realizado no Rio Grande do Sul, estudou-se o efeito da mistura de sementes de uma cultivar de aveia suscetível à ferrugem (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*), com linhagens moderadamente suscetíveis à doença. Pelos resultados obtidos, à medida que diminuiu a proporção de plantas suscetíveis na mistura, a intensidade da doença também diminuiu (Michel et al., 1997).

Uso de variedades que possuam resistência poligênica e duradoura, do tipo horizontal

De certa forma, esta situação também simula o que ocorre em ecossistemas naturais, isto é, há grande variabilidade genética nas populações de plantas. A doença não é completamente suprimida, mas seus efeitos são reduzidos. Reduções adicionais serão obtidas com outras medidas de manejo. Apesar de essa estratégia ser eficiente, nem sempre há variedades que, concomitantemente, tenham tais atributos e boas características agrônomicas. Outra limitação é a estreita base genética da espécie em questão, o que implica em pequena possibilidade de transferência de vários genes que conferem resistência duradoura. Para várias culturas, principalmente as perenes, este tipo de resistência seria a ideal. Muitas das plantas perenes cultivadas, bem como os híbridos de milho, apresentam resistência horizontal a doenças. A cultivar de cenoura, Brasília, tem resistência horizontal às manchas foliares causadas por *Cercospora carotae* e *Alternaria dauci*³.

Piramidação

É a incorporação de vários genes de resistência, geralmente genes maiores (R), numa única cultivar. Tem-se assim, uma supervariabilidade capaz de resistir a várias raças do patógeno. A princípio, a idéia é atraente, mas há uma chance de surgir um superpatógeno capaz de quebrar essa resistência. Com a piramidação de vários genes em uma variedade de arroz, obteve-se maior redução da intensidade de queima bacteriana causada por *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, do que o uso de diferentes variedades, cada uma com um ou poucos genes de resistência (Ahmed et al., 1997).

Rotação de genes de resistência no tempo e no espaço

Apesar do uso da resistência vertical trazer os problemas relacionados anteriormente, a rotação de genes de resistência pode minimizar estes problemas, principalmente em culturas plantadas intensivamente. Essa estratégia consiste em alternar variedades que têm resistência monogênica no tempo e no espaço. As mesmas variedades não são plantadas em sucessão e sim a determinados intervalos (rotação no tempo) e/ou não são plantadas na mesma área ou nas proximidades (rotação no espaço). Com base no conhecimento prévio das características da população do patógeno, podem-se selecionar as cultivares mais apropriadas para plantio em uma dada área, de modo que reduza a intensidade de doença e aumente a longevidade das cultivares. Por exemplo, as raças das populações australianas de *Phytophthora sojae* seguem o

padrão de distribuição das cultivares de soja com seus respectivos genes de resistência. Por exemplo, a raça 4 é encontrada somente em locais onde se plantou soja com o gene *Rps1a* (Ryley et al., 1998). Recomenda-se evitar o plantio de cultivares que contenham o gene *Rps1a* no mesmo local, ano após ano.

Indução de resistência

Além do uso de variedades resistentes, obtidas por seleção e/ou hibridação, pode-se induzir resistência em plantas originalmente suscetíveis, por meio da inoculação em plantas sadias de isolados menos virulentos do patógeno ou de organismos não patogênicos. Essas inoculações podem induzir resistência aos isolados virulentos de patógenos problemas. O exemplo clássico é a pré-imunização de citros com estirpes fracas do vírus da tristeza. Hoje, aproximadamente 100 milhões de plantas cítricas pré-imunizadas com estirpes fracas do vírus da tristeza estão sendo cultivadas no estado de São Paulo (Bettiol, 1999). Atualmente, tem-se estudado bastante o uso de bactérias obtidas do rizoplano, denominadas *plant growth promoting bacteria* (PGPR). Estas bactérias estimulam o crescimento de plantas e tem-se verificado também que algumas induzem resistência de hospedeiros a patógenos.

Plantas transgênicas

A obtenção e o uso de plantas geneticamente modificadas (plantas transgênicas), vista por muitos como antiecológica, talvez por desconhecimento, são estratégias que poderão vir a ser úteis no manejo de muitas doenças. É importante ressaltar que desde o início da agricultura, as plantas vêm sendo selecionadas, o que é uma forma de modificar populações quanto à composição genética. Portanto, a maioria das culturas agrônomicas existentes hoje são geneticamente diferentes das ancestrais. Após os trabalhos de Mendel, nos fins do século passado, a modificação genética das plantas experimentou uma fase de rápida expansão, com o uso da hibridação. Nas

³Comunicação pessoal fornecida por S.H. Brommonschenkel, professor do Dep^o de Fitopatologia da UFV, em janeiro de 2001.

últimas décadas, a Engenharia Genética contribuiu para expansão ainda mais rápida da modificação do genoma de plantas, o que resultou no surgimento das plantas transgênicas. A mídia, organizações não-governamentais e ativistas frequentemente levantam os riscos inerentes ao cultivo dessas plantas. Porém, há que se considerar que o tratamento de todas as plantas geneticamente modificadas, como um grupo homogêneo, é inapropriado. Para categorização de plantas geneticamente modificadas, três classes são sugeridas por Tester (2000), quanto à origem destas plantas:

- a) regulação: manipulação de níveis de expressão de genes já presentes no genoma das plantas;
- b) transferência próxima: movimento de genes entre diferentes espécies de plantas;
- c) transferência ampla: movimento de genes de organismos de outros reinos para plantas.

Os maiores riscos estão associados à transferência ampla. Dentre estes, incluem-se problemas relacionados com o impacto ambiental e riscos à saúde. Porém, há que se comprovar cientificamente que estes riscos existem e, se for o caso, a variedade não pode ser cultivada. No Havaí, a mancha anelar ou mosaico, causada pelo *Papaya Ringspot Virus* – tipo P limitava a produção de mamão. Atualmente, plantas de mamão geneticamente modificadas e resistentes ao vírus estão sendo cultivadas. No Brasil, onde a doença também é severa, pesquisadores da Embrapa estão utilizando a mesma estratégia para desenvolver plantas com resistência à doença (Lima et al., 2000).

As plantas transgênicas com resistência a patógenos são similares às plantas melhoradas de modo convencional e o impacto de ambas no ambiente é semelhante, desde que cuidados com genes marcadores tenham sido devidamente tomados.

Proteção

Plantas ou partes delas devem ser protegidas para evitar infecções. Neste princípio, o controle químico, principalmente com o uso de fungicidas protetores, é de

grande importância. Entretanto, ocorrem abusos quanto a tipos de produtos, dosagem, intervalos, métodos de aplicação e não observância de períodos de carência, o que tem ocasionado problemas severos ao ambiente e à saúde de aplicadores e consumidores. Como esses produtos continuarão a ser usados, espera-se que haja educação e conscientização de produtores, quanto aos riscos envolvidos no uso de tais produtos e a utilização daqueles menos agressivos, tais como, as caldas sulfocálcica, bordalesa e viçosa ou fórmulas caseiras de comprovada eficiência.

Utilização de caldas fungicidas

A calda sulfocálcica é resultante da mistura de enxofre e cal hidratada. Além do efeito fungicida, também controla ácaros, porém deve ser utilizada com precaução, pois é fitotóxica a algumas culturas. A calda bordalesa, resultante da mistura de sulfato de cobre e cal, pode ser aplicada para controle de várias doenças. A base da calda viçosa é a bordalesa, porém sais minerais são acrescidos. Tem, também, efeito no controle de várias doenças, além dos nutrientes aplicados às plantas. Para o manejo da pinta preta do tomateiro, causada por *Alternaria solani*, o nível de controle da doença e a produtividade da cultura foram similares com a aplicação de chlorothalonil ou da calda viçosa (Paul, 1999).

Misturas caseiras, como chá de camomila, extrato de primavera, entre outros, são também recomendados no controle de doenças (Taguchi, 2000). Outros compostos também vêm sendo testados para manejo de doenças. Pulverizações do resíduo da fermentação glutâmica do melão, comercializado como fertilizante, e o produto de fermentação do leite com *Lactobacillus* foram eficientes no controle do oídio da abobrinha, causado por *Sphaerotheca fuliginea* (Bettiol & Astiarraga, 1998).

Controle biológico

O controle biológico de doenças é uma alternativa bastante estudada. Para esse controle, utilizam-se os antagonistas, organismos que atuam por competição, predação, parasitismo e/ou antibiose. Um exem-

plo clássico é o de proteção de mudas de rosáceas com a bactéria *Agrobacterium radiobacter*, para protegê-las da infecção por *Agrobacterium tumefaciens*, bactéria que causa a galha. No mercado internacional, já existem vários produtos comerciais para controle biológico de várias doenças, os quais ainda não estão disponíveis no Brasil. Entretanto, aqui, há alguns exemplos da implementação do controle biológico no campo, como o controle da lixa do coqueiro (causada pelos fungos *Phyllachora torrendiella* e *Sphaerodotis acrocomiae*), por meio de uma aplicação do fungo *Acremonium* sp., na época de florescimento. Uma aplicação do antagonista fica, aproximadamente, cinco vezes mais barata que a de fungicidas (Bettiol, 1999).

Manejo da nutrição

Assim como ocorre com seres humanos, uma planta bem nutrida e sem estresses é menos predisposta à infecção. Espera-se que a nutrição afete a fisiologia das plantas, mas alguns dos nutrientes podem exercer efeito protetor à infecção. Por exemplo, a severidade da antracnose foi menor em plântulas de soja tratadas com soluções de fontes diferentes de cálcio (Muchovej et al., 1980).

A aplicação balanceada de potássio também tem sido associada à redução de algumas doenças. Aplicações de potássio reduziram a intensidade do cancro da haste da soja, causado por *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* (Mascarenhas et al., 1998).

Apesar de efeitos conhecidos da nutrição em doenças, é importante considerar as interações entre nutrientes no solo. Verificou-se que a ausência de calagem resultou em maior disponibilidade de potássio e, conseqüentemente, em menor incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja (Ito et al., 1994).

Terapia

É o tratamento ou a cura de infecções já estabelecidas. Num contexto ecológico, a termoterapia é uma das principais medidas de controle de doenças. Embora se aplique mais facilmente ao tratamento de partes propagativas, como discutido no princípio de erradicação, em algumas situações

pode-se aplicar em plantas adultas, como, por exemplo, matrizes de videira. A necrose das nervuras, doença de etiologia ainda indeterminada, é transmitida por enxertia e vem ocorrendo em plantios no estado de São Paulo. O tratamento térmico de plantas adultas a temperaturas entre 36 °C e 38 °C, por um período de 60 a 80 dias, eliminou o agente causal de ápices caulinares usados em enxertia (Kuniyuki et al., 1997).

A cirurgia de partes afetadas também é uma medida de terapia, porém é aplicada em casos específicos como no controle da gomose dos citros causada por *Phytophthora* spp. Uma variante desta prática é a poda para remoção de partes doentes. Com este procedimento, é possível reduzir a quantidade de inóculo e melhorar condições de arejamento e maior insolação.

Escape

Baseia-se na utilização de medidas que visam evitar condições climáticas favoráveis ao patógeno e/ou desfavoráveis ao hospedeiro. Assim, este princípio objetiva evitar a doença por meio da escolha do local de instalação da cultura, utilização de cultivares que possuam arquitetura de planta com menor tendência a longos períodos de molhamento foliar, escolha de época de

plantio, cultivares precoces e outros. Dentro das relações do triângulo de doença, ambiente – patógeno – hospedeiro, o princípio de escape compreende situações em que o hospedeiro é sabidamente suscetível, porém procura-se evitar a ocorrência simultânea, no tempo e/ou no espaço de altas populações de patógeno virulento e ambiente favorável (Bergamin Filho et al., 1995).

Como exemplo de medidas, tem-se a produção de batata-semente em locais altos e temperaturas mais baixas, para se evitarem altas populações de afídeos vetores de vírus. Em geral, as medidas de escape envolvem a modificação de práticas culturais. Como exemplo, tem-se a antecipação da época de plantio do alho, para fugir às condições que favorecem a podridão-branca causada pelo fungo *Sclerotium cepivorum* (Pinto et al., 1998). Ao antecipar a época de plantio é possível evitar condições climáticas que favorecem o desenvolvimento do fungo. Apesar de haver ligeira redução na produção de alho, a quantidade produzida é, ainda assim, maior que a obtida em plantios em áreas infestadas na época tradicional (Quadro 4). Por outro lado, observou-se que o atraso na época de plantio reduziu a severidade da mancha-púrpura do alho,

causada por *Alternaria porri* (Ferreira & Silva, 1995).

Como outro exemplo, têm-se o aumento do espaçamento e a redução da densidade de plantio, que tem como objetivo possibilitar maior arejamento das culturas e redução do tempo de molhamento foliar. Para o mofo branco do feijoeiro, causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, o menor espaçamento entrelinhas favorece a ocorrência da doença (Hall & Nasser, 1996). Assim, a redução da densidade de plantio pode contribuir para atrasar a epidemia e diminuir a intensidade da doença.

Como já referido, a modificação de práticas culturais tem como objetivo alterar o microclima que, por sua vez, modifica as condições favoráveis aos patógenos. Para videira, observou-se que a desfolha, associada à eliminação do broto apical e dos ramos axilares, propiciou um microclima menos favorável (maior temperatura máxima do ar, menor temperatura mínima do ar e menor duração do período de molhamento foliar) a doenças fúngicas nas plantas menos enfolhadas. Esse efeito foi notado, principalmente para a antracnose nos cachos de videira, cuja incidência foi 30% inferior nos tratamentos menos enfolhados que nos mais enfolhados (Pedro Júnior et al., 1998).

QUADRO 4 - Incidência (%) da podridão-branca do alho na colheita de cultivares plantadas em épocas diferentes

Ano	Dia de Plantio	Cultivar					Média/Época
		Amarante	Cateto Roxo	Chinês	Peruano	Centenário	
1986	28 jan.	0	0	0	0	–	0
	28 fev.	41	0	29	54	–	44
	28 mar.	91	88	87	94	–	90
1987	28 jan.	0	0	0	0	–	0
	28 fev.	84	74	91	25	–	69
	28 mar.	100	100	100	91	–	98
1988	15 jan.	0	0	0	0	–	0
	15 fev.	2	4	5	3	–	4
	15 mar.	93	96	97	97	–	96
1991	15 fev.	9	12	–	–	52	25
	15 mar.	68	59	–	–	81	69
	15 abr.	67	61	–	–	74	68
	15 maio	67	74	–	–	75	72
Média/cultivar	48	48	46	40	69		

FONTE: Pinto et al. (1998).

PRINCÍPIOS DO MANEJO ECOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Em vista do discutido, considera-se apropriado levantar alguns princípios de manejo ecológico de doenças de plantas. Estes princípios baseiam-se na experiência dos autores e na literatura consultada, como por exemplo Akiba et al. (1999):

- a) utilização freqüente de material sadio (mudas, sementes etc.) para plantio;
- b) diversidade e adaptação de germoplasma - a produção ecológica será mais facilmente implementada, se se utilizar germoplasma mais tolerante a doenças e mais adaptado a condições variadas de ambiente. Variedades selvagens ou não melhoradas são, em muitas circunstâncias, menos afetadas por doenças de plantas. As bases da maior tolerância podem ser resultado da presença de maior número de genes de resistência ou por essas variedades possuírem maior capacidade de adaptação. Como exemplos de práticas, citam-se:
 - resgate de variedades;
 - plantio de espécies nativas;
 - seleção de espécies/cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do local;
- c) manutenção das características físico-químicas e biológicas do solo - plantas bem nutridas e que crescem em ambiente (solo) adequado possuem maiores chances de resistirem às infecções de fitopatógenos. Como exemplos de práticas, têm-se:
 - uso de adubação orgânica;
 - práticas de conservação do solo;
- d) múltiplos cultivos no espaço e no tempo - a diversidade de hospedeiros cria diversidade de aspectos físicos, químicos e biológicos que contribuem para reduzir a intensidade de doenças. As conseqüências das alterações de aspectos físicos são notadas nos fatores de microclima, que influenciam diretamente as doenças de plantas. Os aspectos químicos, resultantes por exemplo de substâncias exsudadas das raízes

de plantas, podem interferir na composição da microbiota do solo e contribuir para erradicar ou reduzir a população de fitopatógenos. Observa-se, ainda, estreita relação de fatores biológicos com fatores químicos, uma vez que a composição de exsudatos de plantas determina em maior ou menor grau, a gama de organismos associados a determinada planta. Com esta prática, é possível promover ou aumentar a eficiência do controle biológico. Como exemplos de práticas têm-se:

- rotação de culturas;
 - culturas consorciadas;
 - misturas de cultivares;
- e) tolerância a perdas - no contexto de produção ecológica, espera-se que os problemas fitossanitários ocorram, porém em menor intensidade. É necessário aceitar que certa quantidade de doença é esperada e aceitável. A mentalidade de controle total (zero de doença) deve ser abandonada. Neste contexto, o uso da resistência não específica (horizontal) deve ser destacado. Talvez, o consumidor seja a peça-chave para o sucesso deste princípio;
 - f) quando defensivos químicos tiverem que ser usados, procurar os menos agressivos ao homem e ao ambiente. De qualquer forma, é imprescindível que se respeitem as leis estaduais e o receituário agrônomo;
 - g) integração de práticas - a adoção de maior número de práticas alternativas deve ser planejada, a fim de beneficiar-se do efeito parcial de cada uma delas, quando aplicadas isoladamente. Como exemplos, têm-se:
 - cultivos protegidos conjugado a práticas alternativas, como solarização do solo, uso de composto orgânico, controle de ambiente e uso de variedades resistentes;
 - reduzir, ao máximo, os fatores de estresses de plantas.

Apesar de muitas das práticas sugeridas demandarem trabalho, elas podem ser um atrativo para sociedades com disponi-

bilidade de mão-de-obra (Thurston, 1990) e para fixar o homem no campo. Outros aspectos, ainda não mencionados neste trabalho, certamente surgirão e complementarão as idéias apresentadas. A produção ecológica é uma realidade e há disponível uma série de práticas ou medidas que viabilizam a produção, com redução da intensidade de doenças. Todavia, independente dos recursos a serem empregados, a estratégia do uso sempre demandará disponibilidade de conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do grande interesse de produtores, de extensionistas e de pesquisadores quanto ao manejo ecológico de doenças, detecta-se uma grande lacuna no conhecimento científico disponível, no que concerne à eficiência das diferentes práticas de controle. Sob o ponto de vista da pesquisa, é necessário reduzir o empiricismo incutido em muitas práticas e demonstrar experimentalmente sua eficácia.

É imprescindível, também, elucidar os vários aspectos etiológicos e epidemiológicos de doenças de plantas. Por exemplo, Ristaino & Johnston (1999) discutem estratégias de manejo da requeima do pimentão, causada por *Phytophthora capsici*, com base em conhecimentos adquiridos por meio de experimentação:

- a) a doença é mais severa sob condições de alta umidade proveniente de chuvas ou irrigações freqüentes. Como estratégia, o preparo de solo em sementeiras e no campo deve ser feito de modo que minimize acúmulo de água, irrigando-se apropriadamente;
- b) o fungo é disperso por respingos que carregam inóculo para a folhagem, onde causa infecção. Como estratégia, deve-se reduzir a dispersão por gotas, incorporando palhada entre as linhas de plantio;
- c) o patógeno sobrevive no solo. Como estratégia, deve-se usar rotação de culturas, solarização do solo e adubação orgânica.

Associado à necessidade do aprimoramento dos conhecimentos disponíveis, é imprescindível considerar outras mudan-

ças, principalmente na atitude de técnicos, produtores e consumidores. Assim, com a disponibilidade e a divulgação de resultados experimentais, obtidos em experimentos que utilizam a metodologia científica, associados à conscientização de produtores e de consumidores, o manejo ecológico de doenças ocupará um nicho importante na sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.
- AHMED, H. U.; FINCKH, M. R.; ALFONSO, R. F.; MUNDT, C. C. Epidemiological effect of gene deployment strategies on bacterial blight of rice. **Phytopathology**, St. Paul, v.87, p. 66-70, 1997.
- AKIBA, F.; CARMO, M.G.F.; RIBEIRO, R.L.D. As doenças infecciosas das lavouras dentro de uma visão agroecológica. **Ação Ambiental**, Viçosa, v.2, n.5, p. 30-33, abr. / maio 1999.
- BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, 919p.
- BETTIOL, W. Controle biológico de doenças. **Ação Ambiental**, Viçosa, v.2, n.5, p. 13-15, abr./ maio 1999.
- _____; ASTIARRAGA, B. D. Controle de *Sphaerotheca fuliginea* em abobrinha com resíduo da fermentação glutâmica do melão e produto lácteo fermentado. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 431-435, dez. 1998.
- _____; MIGHELI, Q.; GARIBALDI, A. Control of *Pythium* damping-off of cucumber with composted cattle manure. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 84-87, mar. 2000.
- COSTAMILAN, L. M.; LHAMBY, J. C. B.; BONATO, E. R. Sobrevivência de fungos necrotrofos em restos de cultura de soja, em sistema de plantio direto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p. 175-177, jun. 1999.
- FERREIRA, P. V.; SILVA, W.C.M. da. Efeito de épocas de plantio na incidência de *Alternaria porri* em cultivares de alho (*Allium sativum*). **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.21, n.2, p. 181-183, abr. / jun. 1995.
- FRY, W.E. **Principles of plant disease management**. New York: Academic Press, 1982. 378p.
- GHINI, R.; Bettiol, W.; CALDARI JÚNIOR, P. Solarização do solo para o controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 143-145, abr. / jun. 1997.
- _____; INOMOTO, M. M.; SAITO, E. S. Coleto solar no controle de *Meloidogyne arenaria* em substratos para produção de mudas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.65-67, mar. 1998.
- HALL, R.; NASSER, L. C. B. Practice and precept in cultural management of bean diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 18, p. 176-185, 1996.
- ITO, M.F.; MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, M.A.S.; DUDIENAS, C.; TANAKA, R. T.; GALLO, P.B.; MIRANDA, M.A.C. Efeito residual da adubação potássica e da calagem sobre a incidência de *Phomopsis* spp. em sementes de soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n. 1, p. 44-49, mar. 1994.
- KUNYUKI, H.; KUHN, G. B.; YUKI, V. A.; COSTA, A. S. Ocorrência, transmissão e termoterapia do agente da necrose das nervuras da videira no estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p. 186-190, jun. 1997.
- LIMA, R. C. A.; SOUZA JUNIOR, M. T.; PIORIBEIRO, G.; LIMA, J. A. A. A variabilidade do gene da capa protéica do vírus da mancha anelar do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 443, ago.2000. Suplemento.
- MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, E.S.G. Fitopatologia X sociedade. **Ação Ambiental**, Viçosa, v. 2, n. 5, p. 9-12, abr. / maio 1999.
- MASCARENHAS, H.A.A.; ITO, M.F.; TANAKA, R.T.; AMBROSANO, G.M.B.; MURAOKA, T.; CAMARGO, Q.A.C. de. Influência da calagem e adubação potássica no cancro da haste da soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.24, n. 2, p. 156-160, abr. / jun. 1998.
- MICHEL, C.A.; MARTINELLI, J.A.; FEDERIZZI, L.C. Progresso da ferrugem da folha em misturas de genótipos de aveia: I - efeitos de densidade e de barreira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 479-482, dez. 1987.
- MORANDI, M.A.B.; SUTTON, J. C.; MAFFIA, L. A. Effects of host and microbial factors on development of *Clonostachys rosea* and control of *Botrytis cinerea* in rose. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 106, p. 439-448, 2000.
- MUCHOVEJ, J.J.; MUCHOVEJ, R.M.C.; DHINGRA, O.D.; MAFFIA, L.A. Suppression of anthracnose of soybeans by calcium. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, p. 1088-1089, 1980.
- PAUL, P.A. **Sistemas de manejo da pinta preta (*Alternaria solani* (Ellis & Martin) Jones & Grout) do tomateiro**, 1999. 87 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- PEDRO JUNIOR, M.J.; RIBEIRO, I.J.A.; MARTINS, F.P. Microclima condicionado pela remoção de folhas e ocorrência da antracnose, míldio e mancha-das-folhas na videira 'Niágara Rosada'. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.24, n.2, p. 151-156, abr. / jun. 1998.
- PINTO, C. M. F.; MAFFIA, L. A.; BERGER, R. D.; MIZUBUTI, E. S. G.; CASALI, V. W. D. Progress of white rot on garlic cultivars planted at different times. **Plant Disease**, St. Paul, v.82, n.10, p.1142, 1146, Oct. 1998.
- REIS, E.M.; FORCELINI, C.A. Controle cultural. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 710-716. v.1.
- RISTAINO, J.B.; JOHNSTON, S.A. Ecologically based approaches to management of *Phytophthora blight* of bell pepper. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, n. 12, p. 1080-1089, Dec. 1999.
- RYLEY, M.J.; OBST, N.R.; IRWIN, J.A.G.; DRENTH, A. Changes in the racial composition of *Phytophthora sojae* in Australia between 1979 and 1996. **Plant Disease**, St. Paul, v.82, n.9, p.1048-1054, Sept. 1998.
- TAGUCHI, V. Por alimentos mais saudáveis. **Escala Rural**, v.3, n.16, p. 12-17, 2000.
- TESTER, M. Correspondence. **Nature**, London, v.402, p. 575, 2000.
- THURSTON, H. D. Plant disease management practices of traditional farmers. **Plant Disease**, St. Paul, v. 74, p. 96-102, 1990.
- WEID, J.M. von der. Agroecologia e agricultura sustentável. **Summa Phytopathologica**. Jaguariúna, v.20, n.1, p. 63-67, jan. / mar. 1994.
- WHETZEL, H.H. The terminology of Phytopathology. **Proceedings of the International Congress of Plant Sciences**, v. 2, p. 1204-1215, 1929.
- ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: University Press, 1979. 427p.
- ZHU, Y.; CHEN, H.; FAN, J.; WANG, Y.; LI, Y.; CHEN, J.; FAN, J.; YANG, S.; HU, L.; LEUNG, H.; MEW, T. W.; TENG, P. S.; WANG, Z.; MUNDT, C. C. Genetic diversity and disease control in rice. **Nature**, London, v. 406, p. 718-722, 2000.

Estratégias para o manejo ecológico de pragas

Madelaine Venzon¹

Angelo Pallini²

Dany Silvio Souza Leite Amaral³

Resumo - A manutenção e o aumento da biodiversidade funcional, ou seja, aumento estratégico da diversidade nos agroecossistemas, são o ponto-chave para a estabilização do sistema para um manejo ecológico de pragas (MEP). As plantas, assim como artrópodos, são consideradas componentes ativos das interações multitróficas e suas características são exploradas para promover direta e indiretamente a diminuição da incidência dos insetos fitófagos. As estratégias utilizadas no MEP incluem a diversificação da vegetação, a manutenção da vegetação natural, a seleção de variedades e o fornecimento de recursos suplementares aos inimigos naturais. Medidas terapêuticas de controle, como controle biológico aplicado, utilização de feromônios e a aplicação de inseticidas não convencionais (extratos naturais, hormônios), devem ser empregadas somente como estratégias complementares de controle. A utilização isolada dessas medidas não leva a um controle sustentável e deve ser antecedida pelo estudo das características da diversidade da região em que a propriedade agrícola está inserida, buscando-se a adaptação do sistema agrícola e a otimização dos recursos naturais locais.

Palavras-chave: Predador; Parasitóide; Interação; Biodiversidade.

INTRODUÇÃO

Em princípio, o manejo integrado de pragas (MIP) fundamenta-se em estudos ecológicos prévios de um agroecossistema para aplicação de medidas integradas de controle, visando à redução populacional de pragas nesse sistema. O resultado da aplicação dessas medidas seria um controle duradouro e que atendesse às demandas socioeconômicas e ambientais. No entanto, na prática, o MIP tem sido usado como um programa de monitoramento de pragas, em que inseticidas são utilizados, quando as populações das pragas atingem níveis previamente estabelecidos. Apesar dos grandes benefícios obtidos pela redução do uso de inseticidas e pela utilização de métodos alternativos, esta forma de manejo não tem sido persistente, exigindo a intervenção constante do homem no sistema. Mesmo naqueles programas de MIP, em que o controle biológico é o principal mé-

todo utilizado, seu sucesso tem sido limitado e dependente de constantes liberações de inimigos naturais em campo. Isso acontece, entre outras causas, porque não há um estudo prévio a respeito das exigências ecológicas dos inimigos naturais para que eles se estabeleçam no agroecossistema, tão pouco das interações desses inimigos naturais com a praga-alvo e com os outros inimigos naturais presentes no sistema. Na verdade, na maioria da vezes, o MIP tem sido usado sem que se tenha conhecimento pleno das interações ecológicas envolvidas no agroecossistema e, assim, utilizam-se de medidas terapêuticas de controle, sem saber realmente quais são os motivos que levaram determinados insetos a atingir o status de praga e como agem os agentes limitantes do crescimento populacional desses insetos.

Manejar os agroecossistemas de forma compatível com a natureza, incorporando

as informações ecológicas básicas ao MIP, é a finalidade do manejo ecológico de pragas (MEP). Enquanto que em Ecologia preocupam-se com as interações entre um organismo e seu meio ambiente, com a dinâmica populacional, com os processos ecológicos em comunidades e com a integração de todos estes níveis, na agricultura buscam-se a produtividade das culturas e o atendimento das demandas socioeconômicas. No MEP, procura-se a integração dos produtos dos estudos ecológicos com as necessidades dos processos produtivos da agricultura, em que a alta produtividade é obtida através da utilização racional de energia e dos recursos naturais, resultando em menor intervenção do homem e menos alteração do ecossistema. O componente ecológico é, portanto, fundamental para que se possa planejar e executar um manejo sustentável do agroecossistema. Procura-se restaurar a estabilidade natural dos

¹Eng^a Agr^a, Ph.D., Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: venzon@mail.ufv.br

²Eng^a Agr^a, Ph.D., Prof. UFV-Dep^a Biologia Animal, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: pallini@mail.ufv.br

³Eng^a Agr^a, Mestrando, UFV-Dep^a Biologia Animal, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: dany@insecta.ufv.br

sistemas, em que as populações de insetos fitófagos são mantidas em níveis baixos proporcionados pelo aumento da diversidade biológica. Estudam-se primeiramente, os motivos pelo qual um inseto tornou-se praga, quais os pontos fracos do agroecossistema ou das práticas agrícolas que contribuem para a instabilidade do sistema. A partir deste conhecimento, podem-se reestruturar e manejar o sistema, para que os fatores naturais de regulação das populações de insetos possam atuar para mantê-las em níveis aceitáveis.

No MEP, a manutenção e o aumento da biodiversidade funcional nos agroecossistemas são pontos-chave para a estabilização do sistema. Utiliza-se um manejo ambiental, em que as plantas, assim como os artrópodos, são considerados componentes ativos das interações multitróficas. São exploradas as características das plantas que promovem diretamente a diminuição da incidência dos insetos fitófagos e, indiretamente, através da conservação e do aumento dos inimigos naturais. As medidas terapêuticas de controle como, por exemplo, o controle biológico aplicado, a utilização de feromônios e de inseticidas seletivos, são utilizadas no MEP como estratégias complementares de controle e não como estratégias principais de defesa, uma vez que a utilização isolada dessas medidas não leva a um controle sustentável.

BIODIVERSIDADE E MANEJO DE PRAGAS

Os agroecossistemas são ecossistemas simplificados e grandemente modificados pelo homem para atender suas necessidades. Neles há dependência externa de fatores reguladores e, portanto, a necessidade constante da intervenção humana. Ao contrário, nos ecossistemas naturais os fatores reguladores são internos e diretamente relacionados com o fluxo de energia e de nutrientes proporcionado pela diversidade de plantas e de animais presentes. Nos sistemas agrícolas, a importância da biodiversidade vai muito além da produção de alimentos e de fibras, incluindo ainda a reciclagem de nutrientes, o controle do microclima, a regulação de organismos inde-

sejáveis e a destoxificação de produtos químicos (Altieri, 1999). Como todos esses processos são biológicos, sua persistência depende da manutenção da diversidade biológica no sistema. Entretanto, para atender às necessidades da agricultura moderna, a biodiversidade natural está sendo substituída por grandes áreas de monoculturas, resultando em sistemas simplificados dependentes de insumos externos, em que os custos econômicos e ambientais têm sido significativos.

A manipulação e a manutenção da diversidade dos agroecossistemas influenciam direta e indiretamente a redução populacional dos insetos herbívoros. Embora haja controvérsia, a tendência é de se ter uma menor população de insetos fitófagos em sistemas diversificados do que em simplificados, e isso pode ser explicado por duas hipóteses (Root, 1973). A primeira, com influência direta na população de pragas, é a hipótese da concentração de recursos. Conforme esta hipótese, os herbívoros têm maior facilidade em localizar e colonizar sistemas simples, onde plantas hospedeiras da mesma espécie estão concentradas em uma mesma área. A diversidade de estímulos olfativos e visuais, associados às diferentes espécies de plantas, pode mascarar os sinais específicos utilizados pelos insetos para localizar a sua planta hospedeira, nos sistemas diversificados. Conseqüentemente, quando plantas hospedeiras de insetos especialistas estão associadas a outras espécies vegetais, a probabilidade de ter um menor número de insetos de uma mesma espécie se alimentando de uma determinada planta é maior do que em monoculturas.

A outra hipótese está relacionada com presença dos inimigos naturais (Root, 1973). Segundo essa hipótese, a abundância dos inimigos naturais generalistas e especialistas tende a ser maior em policultivos, e o controle biológico natural de insetos fitófagos, portanto, ser mais eficiente nestes do que em monocultivos. Alguns fatores são responsáveis pela maior abundância de inimigos naturais nos sistemas diversificados; entre os listados por Andow (1991) estão:

- a) disponibilidade e abundância de hospedeiros e/ou presas durante épocas diferentes;
- b) utilização de hospedeiros/presas alternativas, que, normalmente, não são encontrados em monoculturas;
- c) persistência de hospedeiros/presas em áreas de refúgio, estabilizando as interações entre os inimigos naturais e as pragas;
- d) disponibilidade e abundância de pólen e néctar.

As hipóteses da concentração de recursos e a dos inimigos naturais não são exclusivas e é provável que, em muitos sistemas diversificados, elas expliquem, de forma complementar, a redução populacional das pragas. Os diversos exemplos encontrados na literatura documentam que a diversificação dos sistemas freqüentemente leva à redução da população de herbívoros (Andow, 1991). Isso sugere que quanto mais diverso é o agroecossistema e quanto mais tempo este permanecer sem ser perturbado, maior será o número de conexões formadas no sistema e maior a estabilidade deste. No entanto, esta estabilidade dependerá das interações entre os diversos níveis tróficos e da resposta de um nível específico ao aumento da população em um nível trófico inferior (Altieri, 1994).

É importante salientar que nos sistemas agrícolas, o aumento da diversidade por si não significa, necessariamente, um aumento na mortalidade dos insetos-praga e, em alguns casos extremos, pode ocorrer o contrário. Por exemplo, quando se diversifica o sistema, utilizando-se plantas que fornecem alimento suplementar aos inimigos naturais (néctar) e esta fonte de alimento é também explorada pelos insetos fitófagos, pode-se exacerbar o problema ao invés de diminuí-lo. Outro exemplo, é quando há um aumento inicial de diversos inimigos naturais de uma mesma praga, incluindo espécies polífagas e/ou hiperparasitoides. Este aumento, proporcionado pela provisão de recursos por algumas plantas, contribuirá para a ocorrência de interações complexas entre as espécies que irão se beneficiar dos mesmos recursos (Fig. 2, contracapa).

O resultado destas interações, muitas vezes, não é o simples efeito somatório de cada inimigo natural no controle da praga-alvo. Um exemplo disso ocorre quando predadores polívoros, que além de competirem com outros inimigos naturais específicos, alimentam-se destes (predação intraguilda). Como efeito, pode ocorrer um aumento na população das pragas-alvo, devido à exclusão da outra espécie de inimigo natural (presa intraguilda) e/ou à redução do tempo e esforços gastos pelo predador polívoro na predação da praga-alvo (Polis et al., 1989 e Rosenheim et al., 1995).

O ponto-chave é, portanto, o aumento estratégico da diversidade, ou seja, da biodiversidade funcional, aquela que proporcionará o aumento das espécies de inimigos naturais que reduzem eficientemente as populações das pragas. Para isso, deve-se ter um conhecimento prévio da estrutura e do funcionamento da teia alimentar presente no sistema, a fim de manipular estrategicamente a diversidade da vegetação, visando ao aumento e à conservação daquelas espécies desejáveis. Embora esta abordagem pareça ampla demais, muito do conhecimento já existente sobre biologia e ecologia de pragas e inimigos naturais pode ser utilizado. Este conhecimento, no entanto, deve ser complementado com estudos a respeito das exigências nutricionais e ecológicas dos inimigos naturais, e servirá como guia na escolha da estratégia de manejo ambiental a ser utilizada.

ESTRATÉGIAS DE MANEJO AMBIENTAL

As estratégias utilizadas para a manutenção e aumento da biodiversidade funcional nos agroecossistemas são listadas a seguir.

Diversificação da vegetação

A diversidade proporcionada pela associação de plantas leva a um aumento na abundância de predadores e de parasitoides e, na maioria dos casos, a uma conseqüente redução populacional das pragas. As causas desse aumento devem-se à disponibilidade e à abundância de presas

alternativas, de néctar e pólen, e da presença de microhabitats apropriados. Além disso, quando plantas hospedeiras são intercaladas com outras, diminui-se a incidência de insetos fitófagos especialistas, segundo a hipótese da concentração de recursos. As plantas associadas podem também ter características que repelem as pragas, ou que as atraem, e em ambos os casos, dependendo do arranjo espacial destas plantas e da cultura principal, poderá haver redução significativa da população das pragas na cultura principal.

Normalmente, são associadas plantas de espécies diferentes, podendo ser duas ou mais culturas (cultivos intercalares ou consorciados) ou uma cultura e uma ou mais plantas associadas (planta espontânea, adubo verde). É possível também, com a associação de plantas com genótipos diferentes, obterem-se benefícios semelhantes na redução populacional de pragas (Andow, 1991).

Na escolha das plantas a serem associadas, alguns fatores devem ser considerados, para que esta técnica resulte em diminuição do ataque e dos danos das pragas na cultura principal. Desse modo, a planta associada deve apresentar preferencialmente as seguintes características:

- a) sobrevivência no ambiente selecionado com manutenção mínima e fácil trato agrônomico;
- b) habilidade para competir com plantas invasoras não desejáveis;
- c) florescer em época não coincidente com a cultura principal para evitar a migração de polinizadores desta para a associada;
- d) fornecer seletivamente recursos aos inimigos naturais, sem beneficiar os insetos fitófagos, como por exemplo, na seleção de plantas que forneçam néctar, devem-se escolher somente plantas cujas flores sejam exploradas e permitam o acesso apenas dos inimigos naturais, quer seja pela sua forma, cor, quer seja por algum fator químico (Baggen et al., 1999);
- e) não hospedar os mesmos herbívoro-

ros da cultura principal, pois isso favorece o aumento da população destes. Por exemplo, quando se intercala tomate com milho, apesar de o ataque da traça do tomateiro, *Tuta absoluta*, ser reduzido, o broqueamento dos frutos por *Helicoverpa zea* é aumentado, pelo fato de esta praga alimentar-se além dos frutos do tomate, das espigas de milho, tendo assim duas fontes de alimento (Picanço et al., 1996).

A disposição das plantas a serem associadas pode variar enormemente, de acordo com suas necessidades fisiológicas e com seus tratos culturais. As diferentes espécies de plantas podem estar dispostas, com relação à cultura principal, em faixas alternadas de cultivo, em campos adjacentes, misturadas na mesma linha ou na área de plantio, nas bordas da área de cultivo, ou ainda serem plantadas nos terraços, antes do plantio definitivo. Um fator importante a ser considerado com relação a essa disposição é a distância da planta associada da cultura principal. Normalmente, um maior número de inimigos naturais ocorre nas proximidades das plantas associadas e na interface com a cultura principal. Entretanto, isso pode variar de acordo com a capacidade de dispersão dos inimigos naturais que se pretende aumentar. O estudo do comportamento destes e da distribuição das presas/hospedeiros nas culturas auxiliará na determinação do arranjo ideal das plantas.

Existem diversos exemplos na literatura internacional a respeito do efeito de culturas intercalares/consorciadas nas populações de insetos pragas, com resultados que variam entre positivo, negativo e nulo, predominando aqueles em que houve a diminuição das populações de pragas nas culturas consorciadas em comparação com uma das monoculturas (Vandermeer, 1989 e Altieri, 1994). No Brasil, apesar dos vários relatos informais, pouco tem sido quantificado e registrado e esses trabalhos também têm apresentado resultados variados, predominando a redução da população das pragas, quando as culturas são consor-

ciadas (Quadro 1). Muitas vezes, o aumento da população das pragas ocorre pela associação de plantas que são hospedeiras das mesmas espécies de insetos (Picanço et al., 1996 e Resende et al., 1987). Deve-se, portanto, evitar esse tipo de associação e seguir os critérios relacionados, anteriormente, para se obterem resultados satisfatórios no controle de pragas.

O efeito positivo da presença de plantas associadas na redução populacional de alguns insetos pragas, através da provisão de vários recursos aos inimigos naturais, está exemplificado no Quadro 2. Outros exemplos podem ser encontrados em Barbosa (1998) e Landis et al. (2000). Pode-se verificar, no Quadro 2, que entre os recursos fornecidos pelas plantas associadas estão: os voláteis que atraem os inimigos naturais, facilitando-lhes a tarefa de encontrar suas presas/hospedeiros; o néctar e/ou pólen, utilizados como suplemento alimentar para os inimigos naturais, e as

presas e/ou hospedeiros utilizados durante períodos de baixa densidade populacional destes na cultura principal ou em época anterior à ocorrência de pragas desta cultura. Um exemplo disso é a transferência de artrópodos predadores do sorgo graminífero para a cultura principal do algodão, quando essas duas são associadas. As espécies de pulgões que atacam o sorgo, *Rhopalosiphum maidis* e *Schizaphis graminum* não ocorrem no algodão e atraem predadores como crisopídeos, coccinélidos e sirfídeos, enquanto que a mosca *Contarinia sorghicola* atrai o percevejo predador *Orius* sp. Após colonizarem o sorgo, os predadores passam para o algodoeiro, onde irão controlar lagartas de lepidópteros pragas (Quadro 2).

As plantas associadas podem ainda reduzir a incidência de pragas nas culturas principais pelo fato de elas repelirem ou atraírem as pragas, servindo neste último caso como planta-isca. O cravo-de-defundo

(*Tagetes patula*), quando plantado em fileira simples entre as de batata, repele o pulgão *Myzus persicae*, diminuindo, assim, sua infestação nas folhas desta cultura (Resende et al., 1987). Em citros, quando a erva maria-pretinha (*Cordia verbenacea*) ocorre esparsamente entre as linhas, há redução do ataque da broca do tronco, *Cratosomos reidii*, pois essa erva atrai os adultos da broca e atua como planta-isca (Gravena, 1990).

Manutenção da vegetação natural

Áreas com vegetação natural, adjacentes aos campos de cultivos, ou quando possível dentro deles, devem ser preservadas, devido a sua importância na manutenção das populações de inimigos naturais. Essas áreas podem funcionar como locais para hibernação ou refúgio dos inimigos naturais, como fontes de pólen e néctar, e de hospedeiros alternativos, quan-

QUADRO 1 - Efeito do consórcio de culturas na população das pragas, quando comparado com a população da praga em uma das monoculturas

Consórcio	Espécie avaliada (nome comum)	Efeito na população da praga ⁽²⁾	Fonte
Tomate ⁽¹⁾ -milho	<i>Tuta absoluta</i> (traça-do-tomateiro)	-	Picanço et al. (1996)
	<i>Helicoverpa zea</i> (lagarta-da-espiga)	+	Picanço et al. (1996)
Caupi ⁽¹⁾ -milho	<i>Empoasca kraemeri</i> (cigarrinha-verde)	-	Oliveira et al. (1995) e Quindere & Santos (1986)
	<i>Spodoptera frugiperda</i> (lagarta-do-cartucho)	0	Oliveira et al. (1995)
Feijão ⁽¹⁾ -milho	<i>E. kraemeri</i>	-	Aidar et al. (1984) e Milanez (1987)
	<i>Colaspis</i> spp. (vaquinha)	+	Vieira (1985) e Bastos (1999)
	<i>Diabrotica speciosa</i> (brasileirinho)	-	Milanez (1987) e Bastos (1999)
	<i>Cerotoma</i> spp. (vaquinha)	- / +	Milanez (1987) e Bastos (1999)
	<i>Acanthoscelides obtectus</i> (caruncho-do-feijão)	+	Ramos & Chandler (1984)
	<i>Piezodorus guildinii</i> (percevejo-verde-pequeno)	-	Milanez (1987)
	<i>S. frugiperda</i>	- / 0	Milanez (1987), Bastos (1999) e Gonçalves & Ciociola (1991)
	<i>Euxesta eluta</i> (mosca-da-espiga)	-	Bastos (1999)
Algodão ⁽¹⁾ -milho	<i>Dalbulus maidis</i> (cigarrinha)	-	Bastos (1999)
	<i>Anthonomus grandis</i> (bicudo do algodoeiro)	0	Ramallo & Gonzaga (1990)
Batata ⁽¹⁾ -milho	<i>Myzus persicae</i> (pulgão)	-	Resende et al. (1987)
Batata ⁽¹⁾ -soja	<i>D. speciosa</i>	+	Resende et al. (1987)

NOTA: - Diminuição; 0 Não houve efeito; + Aumento.

(1) Cultura principal do consórcio. (2) Efeito obtido na população da praga ou nos danos causados por esta na cultura principal no consórcio, em comparação com a sua monocultura.

QUADRO 2 - Exemplos em que a utilização de plantas associadas levou à redução da população de pragas na cultura principal, devido ao aumento dos inimigos naturais

Cultura principal	Espécie de planta associada	Espécie afetada (nome comum)	Recurso fornecido pela planta associada e inimigo natural favorecido	Fonte
Batata	<i>Phacelia tanacetifolia</i> <i>Tropaeolum majus</i>	<i>Phthorimaea operculella</i> (traça da batata)	Néctar para o parasitóide <i>Copidosoma koehleri</i>	Baggen et al. (1999)
Videira	<i>Prunus domestica</i>	<i>Erythroneura elegantula</i> (cigarrinha)	Habitat e hospedeiros alternativos para o parasitóide <i>Anagrus epos</i>	Murphy et al. (1998)
Trigo	<i>P. tanacetifolia</i>	<i>Sitobion avenae</i> (pulgão da espiga)	Pólen para moscas Syrphidae	Hickman & Wratten (1996)
Algodão	<i>Brassica rapa</i> <i>Triticum aestivum</i>	<i>Aphis gossypii</i> (pulgão)	Presas para predadores generalistas durante a entressafra	Parajulee & Slosser (1999)
Couve	<i>P. tanacetifolia</i>	<i>Brevicoryne brassicae</i> (pulgão-da-couve) <i>Myzus persicae</i> (pulgão)	Fonte de pólen para moscas Syrphidae	White et al. (1995)
Beringela	<i>Anethum graveolens</i> <i>Coriandrum sativum</i>	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (besouro colorado)	Pólen e néctar para os predadores <i>Coleomegilla maculata</i> e <i>Chrysoperla carnea</i>	Patt et al. (1997)
Milho	<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Busseola fusca</i> <i>Chilo partellus</i> (brocas)	Produção de voláteis que repelem as brocas e atraem o parasitóide <i>Cotesia semariae</i>	Khan et al. (1997)
Citros	<i>Vicia sativa</i> <i>Fagopyrum esculenteum</i> <i>Avena strigosa</i>	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (ácaro da leprose)	Pólen e abrigo para ácaros predadores Phytoseiidae	Chiaradia et al. (2000)
Algodão	<i>Sorghum bicolor</i>	<i>Alabama argillacea</i> (curuquerê do algodoeiro), <i>Heliothis</i> sp. (lagarta-das-maçãs)	Presas que atraem os predadores generalistas	Gravena (1992)

do houver baixa densidade populacional das pragas nos campos cultivados. Para otimizar o espaçamento entre essas áreas e a cultura principal é importante considerar a distância percorrida pelos inimigos naturais para penetrar nas áreas de cultivo. Em alguns casos, as áreas de vegetação natural podem estar dispostas em forma de corredores e ligar diversas lavouras, o que favorece a dispersão dos inimigos naturais (Altieri, 1999). No Brasil, essa estratégia vem sendo utilizada com resultado positivo em algumas culturas como, por exemplo:

a) eucalipto: a manutenção de áreas com vegetação natural adjacente à monocultura tem sido recomendada como estratégia para reduzir os problemas com pragas. Em Ipaba, Minas

Gerais, em um transecto eucalipto/vegetação natural/eucalipto foram verificadas grandes diversidades e abundância de himenópteros parasitóides, principalmente na vegetação natural e nas bordas da plantação (Dall'Oglio et al., 2000);

b) soja: a eficiência do controle biológico de percevejos da soja no Paraná com o parasitóide *Trissolcus basalus* tem sido maior em microbacias hidrográficas, onde, entre outros fatores, áreas de vegetação natural são mantidas entre as áreas cultivadas e servem de refúgio para os parasitóides (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999);

c) café: as vespas que contribuem efetivamente para a redução populacional do bicho-mineiro do cafeeiro

dependem da vegetação natural adjacente ao cafezal para nidificação, a qual, segundo Gravena (1992), é mais importante do que a presença de ninhos na própria árvore de café, pois, por serem insetos sociais, as vespas atuam pela atividade forrageira;

d) citros: a preservação da cobertura verde formada pela vegetação nativa serve de abrigo para inimigos naturais como os predadores rasteiros (formigas, aranhas e besouros carabídeos e estafilínídeos), que se alimentam dos besouros que atacam as raízes, do bicho-furão e da moscada-frutas (Gravena, 1995). Notadamente, quando nessa cobertura existem plantas que produzem pólen,

ocorre também a manutenção e o aumento de ácaros predadores que, posteriormente, migram para os citros e passam a controlar os ácaros pragas (Gravena, 1992).

Seleção das variedades

Variedades de plantas com características que atraem e mantêm os inimigos naturais podem ser usadas estrategicamente no manejo ecológico de pragas. Essas características, que direta ou indiretamente promovem a eficiência dos inimigos naturais, podem ser presença de estruturas que servem de abrigo, produção de pólen e néctar, e produção de semioquímicos (Bottrel & Barbosa, 1998).

Exemplos de estruturas especializadas de algumas plantas e que servem de abrigo aos inimigos naturais são as domácias. Estas ocorrem nas folhas de muitas espécies de plantas e variam de simples tufo de pêlos (algumas variedades de pimenta) a cavidades localizadas nas junções entre as nervuras principais e secundárias, na parte inferior das folhas (variedades de café) (Fig. 3, contracapa). As domácias são habitadas por predadores, principalmente ácaros, por fungívoros e por polenófagos (raramente por herbívoros), que utilizam essas estruturas para a proteção contra fatores ambientais adversos e contra hiperpredadores (Walter, 1996). Os artrópodos predadores que habitam as domácias estarão prontamente disponíveis para controlar os herbívoros que venham atacar a planta. O impacto positivo da presença de domácias na sobrevivência de artrópodos predadores e o impacto negativo na população das pragas foram demonstrados por Agrawal & Karban (1997). Estes autores adicionaram domácias artificiais em plantas de algodão que serviram de local para reprodução de insetos predadores (tripes e percevejos). Estes predadores passaram, então, a alimentar-se dos ácaros fitófagos presentes nas plantas e, com isso, diminuíram a população destas pragas.

As presenças de néctar e de pólen nas plantas são fatores importantes para a com-

plementação das dietas dos predadores e dos parasitóides (no caso do néctar), e para a manutenção das suas populações em períodos de escassez de pragas. Algumas plantas possuem nectários extraflorais, cuja função principal não é a de atrair polinizadores, mas de fornecer alimento para parasitóides, formigas e outros predadores. Quando estes artrópodos visitam estas plantas para se alimentarem do néctar, adicionalmente irão alimentar-se dos herbívoros presentes na planta.

A planta pode também produzir pólen para ser utilizado como alimento por diversos predadores, como as moscas sirfídeas, os crisopídeos, os percevejos antocorídeos e os ácaros predadores. No entanto, para a planta beneficiar-se da produção de pólen, este deve ser de qualidade nutricional inferior à das presas, caso contrário os predadores iriam alimentar-se, preferencialmente, de pólen e não das pragas presentes nas plantas; outro fator importante é a possível utilização de pólen pelos herbívoros (Sabelis et al., 1998) (Fig. 2, contracapa). Os benefícios da produção de pólen para a planta dependerão das espécies envolvidas, da população inicial tanto de predadores quanto de presas, e do impacto que a utilização desse recurso causará nessas populações.

A outra maneira pela qual as plantas interagem com os inimigos naturais é através da produção de voláteis em resposta ao ataque de herbívoros, os chamados voláteis induzidos por herbivoria (VIH), que indicam a presença de pragas e, portanto, auxiliam nos processos de busca dos inimigos naturais (Sabelis et al., 1999). A composição dos VIH varia, consideravelmente, dependendo da espécie e da variedade da planta, da espécie de herbívoro e do seu grau de infestação e da idade e condição da planta, fornecendo, portanto, informações bem específicas (Dicke, 1999 e Sabelis et al., 1999). Assim como na produção de pólen, alguns fatores devem ser considerados, como a utilização desses voláteis por outros artrópodos que não beneficiam a planta, como os herbívoros, os omnívoro-

ros e os hiperpredadores (Sabelis et al., 1999) (Fig. 2, contracapa).

Fornecimento de recursos suplementares

Muitas vezes é necessária a provisão de recursos extras para se aumentar e manter a população de determinadas espécies de inimigos naturais em épocas convenientes. Esses recursos podem ser na forma de alimento ou de locais de abrigo/refúgio.

Algumas substâncias podem ser usadas para atrair os inimigos naturais para dentro das culturas, além de fornecer alimento suplementar. Como alternativa ao plantio de espécies florícolas, pode-se artificialmente fornecer substâncias nutritivas e atrativas aos inimigos naturais. Como exemplos de sucesso na utilização dessa técnica, resultando em aumento da população de predadores, estão as pulverizações da mistura de levedo de cerveja, açúcar e água (Falcon & Smith, 1974, citado por Gravena, 1992) ou de fermento (*Saccharomyces cerevisiae*), açúcar e água (Hagen et al., 1970), que atraem o crisopídeo *Chrysopa carnea* na cultura de algodão.

Quando a população de pragas é baixa e insuficiente para promover um aumento significativo da população de inimigos naturais, o fornecimento de pólen em períodos iniciais contribuirá para o aumento e a manutenção da população dos inimigos naturais, diminuindo-se assim a ocorrência de surtos populacionais de pragas. Esta estratégia pode ser usada também em complementação ao controle biológico aplicado. Por exemplo, o fornecimento semanal de pólen em plantas de pepino, em variedades que não produzem pólen, promove o aumento populacional do ácaro predador *Amblyseius degenerans*, afetando negativamente a população do trips *Frankliniella occidentalis*⁴. Também em pepino, a adição de pólen em época anterior à liberação de ácaros predadores possibilitou um incremento na sua população, contribuindo significativamente para o controle da mosca-branca *Bemisia tabaci*⁵.

⁴Comunicação pessoal obtida através de Paul van Rijn e Yvonne van Houten, da University of Amsterdam em 1999.

⁵Comunicação pessoal obtida através de Maria Nomikou, da University of Amsterdam em 2000.

Locais de abrigo para inimigos naturais podem ser fornecidos não somente através da diversificação da vegetação, mas também através da mudança na estrutura do habitat nas áreas de cultivo. Em culturas perenes, a manutenção e o aumento da camada de folhas mortas que cobre o solo fornecem locais para os inimigos naturais abrigarem-se durante a entressafra ou quando as condições ambientais são adversas. Já, em culturas anuais, como a soja, uma estratégia a ser utilizada é a distribuição nas lavouras de áreas de refúgio para predadores, que podem ser montículos de palha, por exemplo. Essa técnica vem sendo utilizada há mais de 2000 anos por agricultores chineses, e tem contribuído para a redução de até 88% no uso de inseticidas. Além disso, Halaj et al. (2000) demonstraram experimentalmente que a técnica é eficiente para aumentar a população de predadores generalistas, diminuindo, conseqüentemente, os danos causados pelas pragas na soja. Outro exemplo, é a abertura de buracos no solo que servem de abrigo para aranhas predadoras, mantendo e aumentando suas populações nas áreas de cultivo (Landis et al., 2000).

ESTRATÉGIAS COMPLEMENTARES

As estratégias listadas a seguir, apesar de serem importantes alternativas aos inseticidas convencionais, devem ser utilizadas como uma segunda linha de defesa, enquanto o sistema ainda estiver desequilibrado, ou seja, devem ser usadas eventualmente em complementação ao manejo ambiental (Lewis et al., 1997).

Controle biológico aplicado

Predadores, parasitóides e patógenos, nativos ou exóticos, podem ser multiplicados no laboratório e liberados no campo para controlar pragas-alvo das culturas. As liberações dos inimigos naturais criados massalmente podem ser de forma inundativa, quando os inimigos naturais são liberados em grande número, visando um controle imediato, ou de forma inoculativa, quando os inimigos naturais são liberados também em grande número, mas visando,

além do controle imediato, à formação de uma população de inimigos naturais capaz de controlar as gerações das pragas durante o período da cultura.

Mundialmente, mais de 125 espécies de inimigos naturais utilizados para o controle de pragas já são comercializados (Lenteren, 2000). No Brasil, apesar de os números serem modestos, existem importantes programas de controle biológico, cuja produção de inimigos naturais encontra-se nesse estágio de desenvolvimento, merecendo destaque, inclusive em nível mundial, a produção e a aplicação de *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta-da-soja, de *Cotesia flavipes* para o controle da broca-da-cana e de *Trichogramma* spp. para o controle da traça-do-tomateiro.

Além desses, outros programas encontram-se em situação avançada de desenvolvimento, enquanto outros grupos de inimigos naturais com potencialidades para uso em programas de controle biológico de pragas estão sendo pesquisados nas universidades e centros de pesquisa do Brasil (Bueno, 2000).

Feromônios

Os feromônios são compostos químicos produzidos por insetos para comunicação intra-específica. Estes compostos são classificados de acordo com o contexto específico da comunicação entre os indivíduos. Assim, podem ser feromônios sexuais, de agregação, de alarme, de dispersão, de marcação de território, de trilha etc. A aplicação desses feromônios na agricultura pode ser feita através de técnicas como:

- monitoramento: uso de feromônio em pontos aleatórios na cultura previamente instalada para amostragem da praga, visando determinar o nível de ação. Ex: monitoramento de tortricídeos (*Cydia pomonella*, *Grapholita molesta*) em maçã;
- coleta massal: coleta de indivíduos através de armadilhas para impedir que a população da praga atinja o nível de dano econômico. Ex: coleta de bicudo do algodoeiro (*Anthonomus*

grandis) com feromônio de agregação Nomate Blockaide; e coleta de besouros (*Lasioderma serricornis*) que atacam fumo em áreas de sequecimento de folhas no campo ou em galpões com o feromônio Serrico;

- confundimento: saturação da área com feromônio sexual, reduzindo a probabilidade de acasalamentos. Ex: uso dos feromônios Dispenser ou Zoecon no confundimento da lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*), com redução de até 64% na aplicação de inseticidas no algodoeiro.

Extratos naturais

Diversas espécies vegetais possuem ação inseticida e o extrato de algumas dessas plantas tem sido usado de modo eficiente no controle de pragas. Uma das espécies que mais tem sido pesquisada é a *Azadirachta indica*, conhecida como "nim". A azadiractina, encontrada principalmente nas sementes, e em menor quantidade na casca e nas folhas dessa planta, é o principal composto responsável pelos efeitos tóxicos aos insetos (Mordue & Nisbet, 2000). Outras meliáceas também possuem características promissoras no controle de pragas, como a *Melia azedarach* (cinamono ou santa-bárbara) e a *Trichilia pallida* (catiguá) (Torrecillas & Vendramim, 2001).

Além das meliáceas, outras plantas com propriedades inseticida ou repelente têm sido estudadas, contribuindo significativamente para a separação das plantas com eficiência comprovada no controle de pragas daquelas utilizadas apenas como resultado de uma crendice popular. Um exemplo é a chagas (*Tropaeolum majus*), cuja aplicação de seu extrato hexânico em largatas do bicho-mineiro do cafeeiro provocou 100% de mortalidade; já, os extratos de artemísia (*Artemisia vulgaris*), de girassol (*Helianthus annuus*) e de gergelim (*Sesamum indicum*) não tiveram efeito inseticida sobre a praga (Galvan et al., 2000).

Hormônio natural

Em muitas plantas, o sistema de defesa contra herbívoros é induzido através da rota dos octadecanóides, a qual pode estar

também associada ao recrutamento de inimigos naturais pelas plantas. Essa rota pode ser induzida por herbivoria natural ou quando se tratam as plantas com ácido jasmônico, um hormônio natural das plantas. O controle das pragas será processado de duas formas: a primeira, pelo fato de as plantas passarem a produzir inibidores tóxicos, proteinases antinutritivas e enzimas oxidativas, que levam os insetos à morte; a segunda, devido ao aumento da produção artificial de VIH, os quais passam a atrair para a planta os inimigos naturais das pragas. Um exemplo prático disso foi a pulverização de plantas de tomate com ácido jasmônico (1,5 mmol/planta), que resultou na duplicação da resistência da planta às pragas e no aumento do nível de parasitismo de *Hyposoter exiguae* em *Spodoptera exigua* (Thaler, 1999).

Biofertilizantes e fitoprotetores

O uso de biofertilizantes e de caldas fitoprotetoras tem-se difundido, principalmente, em sistemas agrícolas familiares. O "super magro", um biofertilizante fermentado e enriquecido, empregado em pulverização como adubação complementar, tem sido utilizado por agricultores com o objetivo de controlar pragas em diversas culturas. Apesar da difusão desse composto como um método alternativo ao tratamento fitossanitário convencional, pouco se sabe a respeito da sua eficiência como inseticida. Os únicos resultados de pesquisa publicados referem-se ao controle da traça-do-tomateiro (*T. absoluta*), em que o uso do biofertilizante não foi eficiente (Picanço et al., 1997, 1999). Portanto, há necessidade de mais pesquisas no assunto que comprovem ou não a ação inseticida de compostos como esse.

Semelhantemente, o uso de caldas fitoprotetoras, como a calda bordaleza, a calda viçosa e a calda sulfocálcica, tem sido propagado como eficiente para o controle de pragas. Todas essas caldas são eficientes no controle de doenças, no entanto, apenas a sulfocálcica tem efeito tóxico sobre algumas pragas (ácaros). Um dos inconvenientes da calda sulfocálcica é a sua fitotoxicidade, dependendo da cultura e da do-

sagem.

Ainda com relação ao controle de ácaros, a aplicação de dejetos líquidos de suínos na copa dos citros resultou em decréscimo significativo na infestação do ácaro da leprose (*B. phoenicis*), quando comparado com plantas não tratadas; além disso, a produtividade e a qualidade das frutas foram aumentadas (Chiaradia et al., 2000).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estratégias utilizadas no MEP, visando uma agricultura sustentável, passam por desenvolver práticas agrícolas que mimetizem ecossistemas naturais. Esse mimetismo somente é possível de ser realizado se questionarmos o quanto de biodiversidade é necessária em sistemas agrícolas e para quê? A diversidade de espécies e sua importância na agricultura são regidas por fatores que são pouco considerados no manejo convencional de pragas, como as estratégias aqui descritas e os manejos do solo e da água. A dinâmica dos nutrientes no solo e na água rege a sustentabilidade das plantas em um determinado local e, por conseguinte, a demanda das espécies no agroecossistema local precisa ser otimizada em função dos recursos disponíveis no sistema.

O ecossistema natural não é um ideal a ser copiado na íntegra em um agroecossistema, mas sim um modelo para ser adaptado às limitações impostas pelo sistema agrícola, buscando a otimização dos recursos naturais locais. O estudo das características da diversidade de uma região com as de uma propriedade agrícola inserida nesta, pode ajudar no manejo do solo, dos ciclos de água e de nutrientes e da entomofauna local, de modo que integre os sistemas e diminua, assim, a necessidade frequente da adição de recursos externos pelo homem no sistema explorado.

As estratégias de MEP descritas anteriormente, bem como as demais práticas adotadas na agricultura alternativa são fundamentos necessários para a integração de um sistema natural com um sistema agrícola. No entanto, para se praticar uma agricultura sustentável é preciso fazer a transição do sistema convencional vigen-

te. A agricultura convencional é direcionada a obter ganhos em curto tempo, com decisões-chaves sendo tomadas nas propriedades agrícolas e nas agroindústrias. A agricultura sustentável, ao contrário, prevê objetivos a longo prazo com decisões tomadas em escalas muito maiores que a local, normalmente por mercados mais amplos e até global.

Existem bases tecnológicas para se implantar uma agricultura sustentável, e especificamente para manejar de modo ecológico as pragas. No entanto, a implantação e o desenvolvimento dessas tecnologias são condicionantes pela política de desenvolvimento e pelas exigências de mercado. O mercado já está demandando, há muito tempo, produtos mais saudáveis e produzidos de maneira sócio e ecologicamente viáveis e, ainda, o produtor obtém lucro superior ao obtido pela agricultura convencional. Os produtores já estão atentos e explorando esta nova fatia do mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, A.A.; KARBAN, R. Domatia mediate plant-arthropod mutualism. *Nature*, London, v.387, p.562-563, 1997.
- AIDAR, H.; SARTORATO, A.; NEVES, B.P.; SEIJAS, C.A.R.; WATT, E.E.; RIOS, G.P.; KLUTHCOUSKI, J.; ARAUJO, J.P.P.; THUNG, M.D.T.; PEREIRA, R.; DAOUST, R.A.; YOKOYAMA, M. Multiple cropping systems in Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP IN INTEGRATED PEST CONTROL FOR GRAIN LEGUMES, 1., 1983, Goiânia. *Proceedings...* Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. p.85-92.
- ALTIERI, M.A. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. New York: Hawthorn Press, 1994. 185p.
- _____. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v. 74, p.19-31, 1999.
- ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 36, p.561-586, 1991.
- BAGGEN, L.R.; GURR, G.M.; MEATS, A. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing

selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.91, n.1, p.155-161, 1999.

BARBOSA, P. **Conservation biological control**. San Diego: Academy Press, 1998. 396p.

BASTOS, C.S. **Sistemas de adubação em cultivo de milho exclusivo e em consorciado com feijão, afetando produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais**. 1999. 117p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BOTTRELL, D.G.; BARBOSA, P. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.43, p. 347-367, 1998.

BUENO, V.H.P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. v.1, 215p.

CHIARADIA, L.A.; MILANEZ, J.M.; SOUZA, L.C. de. Caracterização, danos e alternativas para o controle do ácaro-da-leprose dos citros. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.13, n.2, p.15-19, jul. 2000.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1999. 45p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular técnica, 24).

DALL'OGGIO, O.T.; ZANUNCIO, J.C.; AZEVEDO, C.O. Survey of hymenoptera parasitoids in *Eucalyptus grandis* and in native vegetation area in Ipaba, state of Minas Gerais, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.29, n.3, p. 583-588, 2000.

DICKE, M. Are herbivore-induced plant volatiles reliable indicators of herbivore identity to foraging carnivorous arthropods? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.91, n.1, p.131-142, 1999.

GALVAN, T.L.; PICANÇO, M.; PEREIRA, E.J. G.; MOREIRA, M.D.; BACCI, L. Efeito inseticida de quatro plantas ao bicho-mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeellum*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília. EMBRAPA Café, 2000. v.2, p.1231-1234.

GONÇALVES, P.A. de S.; CIOCIOLA, A.I. Ocorrência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) em milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em sistemas de monocultivo e consorciados. **Ciência e Prática**, Lavras, v.15, n.3, p. 245-251, jul./set. 1991.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, p.281-299, abr.1992. Edição especial.

_____. Manejo integrado de pragas de citros na atualidade. In: FERNANDES, O.A.; CORREIA, A.C.B.; BORTOLI, S.A. **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. v.1, p. 107-126.

_____. Manejo integrado de pragas: princípios ecológicos para fruticultura de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, p.19-23, 1995. Edição especial. 1ª Simpósio sobre Fruticultura de Clima Temperado do Cone Sul.

HAGEN, H.S.; SAWAL JUNIOR, E.F.; TASSAN, R.L. The use of food sprays increase effectiveness of entomophagous insects. **Proceedings Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control Habitat Management**, v.2, p.59-81, 1970.

HALAJ, J.; CADY, A.B.; UETZ, G.W. Modular habitat refugia enhance generalist predators and lower plant damage in soybeans. **Environmental Entomology**, College Park, v.29, n.2, p.383-393, 2000.

HICKMAN, J.M.; WRATTEN, S.D. Use of *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) as a pollen source to enhance hoverfly (Diptera: Syrphidae) populations in cereal fields. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.89, n.4, p. 832-840, 1996.

KHAN, Z.R.; AMPONG-NYARKO, K.; CHILISWA, P.; HASSANALI, A.; KIMANI, S.; LWANDE, W.; OVERHOLT, W.A.; PICKETT, J.A.; SMART, L.E.; WADHMANS, L.J.; WOODCOCK, C.M. Intercropping increases parasitism of pests. **Nature**, London, v.388, p.631-632, 1997.

LANDIS, D.A.; WRATTEN S.D.; GURR, G.M. Habitat management to conserve natural enemies

of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.45, p.175-201, 2000.

LENTEREN, J.C. van. Success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. In: WRATTEN, S.; GURR, G. (Ed.). **Biological control: measures of success**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2000. p.1-26.

LEWIS, W.J.; LENTEREN, J.C. van; PHATAK, S.C.; TUMLINSON, J.H. A total system approach to sustainable pest management. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v.94, p. 12243-12248, 1997.

MILANEZ, J.M. **Estudo da entomofauna em consórcio de feijão-milho em Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1987. 16p. (EMPASC. Comunicado Técnico, 110)

MORDUE, A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachata indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.29, n.4., p. 615-632, 2000.

MURPHY, B.C.; ROSENHEIM, J.A.; DOWELL R.V.; GRANETT, J. Habitat diversification tactic for improving biological control: parasitism of the western grape leafhopper. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.87, n.3, p. 225-235, 1998.

OLIVEIRA, J.V. de; BARROS, R.; SILVA, R.L.X.; PEREIRA, J.L.L.; VASCONCELOS, H.L. Influência do consórcio milho e caupi na infestação de *Empoasca kraemeri* Ross & Moore e nos danos causados por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.69-76, 1995.

PARAJULEE, M.N.; SLOSSER, J.E. Evaluation of potential relay strip crops for predator enhancement in Texas cotton. **International Journal of Pest Management**, London, v.45, n.4, p.275-286, 1999.

PATT, J.M.; HAMILTON, G.C.; LASHOMB, J.H. Impact of strip insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. **Advances Horticultural Science**, v.11, p.175-181, 1997.

PICANÇO, M.; FALEIRO, F.G.; PALLINI FILHO, A.; MATIOLI, A.L. Perdas na produtividade do

tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.2, p. 88-91, nov. 1997.

_____; LEITE, G.L.D.; MADEIRA, N.R.; SILVA, D.J.H.; MIYAMOTO, A.N. Efeito do tutoramento do tomateiro e seu policultivo com milho no ataque de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) e *Helicoverpa zea* (Bod.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.175-180, 1996.

_____; PALLINI FILHO, A.; LEITE, G.L.D.; MATIOLI, A.L. Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v.54, p. 27-30, 1999.

POLIS, G. A.; MYERS, C. A.; HOLT, R. D. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.20, p.297-330, 1989.

QUINDERE, M.A.W.; SANTOS, J.H.R. dos. Efeito de época relativa de plantio no consórcio milho x caupi sobre a presença de insetos úteis e o manejo econômico das pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n.4, p. 355-368, abr. 1986.

RAMALHO, F.S.; GONZAGA, J.V. Efeitos do consórcio de algodão com milho, e piretróide contra o bicudo-do-algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p. 191-199, fev. 1990.

RAMOS, J.M.A.; CHANDLER, L. The crop life table for beans (*Phaseolus vulgaris* L.), for two growing seasons, in monocultures and in association with corn (*Zea mays* L.). **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**, Gemena, v.27, p.80-81, 1984.

RESENDE, A.M.; FRANÇA, F.H.; CASTELO BRANCO, M.; ROSSI, P.E.F.; SOUZA, A.F. Efeito da consorciação de culturas, adubação química e orgânica, e do uso de biofertilizante e inseticida, sobre as pragas da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.1, p. 12-15, maio 1987.

ROOT, R.B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, Durham, v.43, p. 95-124, 1973.

ROSENHEIM, J.A.; KAYA, H.K.; EHLER, L.E.; MAROIS, J.J.; JAFFEE B.A. Intraguild predation among biological-control agents: theory and evidence. **Biological Control**, San Diego, v.5, n.3, p. 303-335, 1995.

SABELIS, M.W.; BAALEN, M. van; BAKKER, F.M.; BRUIN, J.; DRUKKER, B.; EGAS, M.; JANSSEN, A.R.M.; LESNA, I.K.; PELS, B.; RIJN, P.V.J. van; SCUTAREANU, P. The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods. In: OLFF, H.; BROWN, V.K.; DRENT, R.H. (Ed.). **Herbivores: between plants and predators**. London: Blackwell Science, 1998. 109-166.

_____; JANSSEN A.; PALLINI A.; VENZON, M.; BRUIN J.; DRUKKER B.; SCUTAREANU, P. Behavioural responses of predatory and herbivorous arthropods to herbivore induced-plant volatiles: from evolutionary ecology to agricultural applications. In: AGRAWAL, A.; TUZUN, S.; BENT, E. (Ed.). **Induced plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology and agriculture**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1999. p. 269-297.

THALER, J.S. Jasmonate-inducible plant defences cause increased parasitism of herbivore. **Nature**, London, v.399, p.686-688, 1999.

TORRECILLAS, S.M.; VENDRAMIM, J.D. Extrato aquoso de ramos de *Trichilia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.27-31, jan./mar. 2001.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge: University Press, 1989. 237p.

VIEIRA, C. **O feijão em cultivos intercalares**. Viçosa: UFV, 1985. 134p.

WALTER, D.E. Living on leaves: mites, tomenta, and leaf domatia. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.41, p.101-114, 1996.

WHITE, A.J.; WRATTEN, S.D.; BERRY, N. A.; WEIGMANN, U. Habitat manipulation to enhance biological control of *Brassica* pests by hover flies (Diptera, Syrphidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.88, n.5, p.1171-1176, 1995.

Você sabe o que é Produção Integrada de Frutas?

Este é o tema do próximo
Informe Agropecuário

Saiba mais sobre:

- ✓ Produção integrada em
uvas finas, pêssego e manga
- ✓ Características frutícolas de
Minas Gerais
- ✓ Biodiversidade, agropecuária
e sustentabilidade
- ✓ Manejo pós-colheita
- ✓ Mercado

NÃO PERCA A PRÓXIMA EDIÇÃO

Leia e assine o
INFORME AGROPECUÁRIO



EPAMIG

Assinaturas

(31) 3488-6688

Manejo ecológico de plantas daninhas

Pedro Luís da C. A. Alves¹
Robinson A. Pitelli²

Resumo - Planta daninha tem sido conceituada como aquela de ocorrência indesejável. Dentre as áreas de interesse, nas quais há interferência delas, a agropecuária talvez seja a mais importante. Essas plantas interferem quantitativa e qualitativamente na produtividade, encarecem as práticas culturais, favorecem o surgimento de pragas e de doenças, além de causar inúmeros prejuízos indiretos. Isso justifica plenamente a preocupação em controlá-las ou manejá-las. Com a descoberta dos herbicidas a partir da década de 40, estes passaram a ser utilizados intensivamente com essa finalidade. No entanto, com o aumento no custo deles, incluindo o da sua aplicação, com o risco de danos ao ambiente (principalmente na qualidade da água) e com o surgimento de plantas resistentes, o uso de herbicidas passou a ser mais racional, forçando o agricultor a utilizar outras estratégias de controle, sobretudo o manejo integrado. Para que este manejo seja ecológico, o agricultor ou o técnico responsável deve ter a noção exata das medidas de controle que possui, em termos de eficiência e de viabilidade econômica, e integrá-las com outras compatíveis, que visem o equilíbrio com as outras medidas de manejo de solos e controle de pragas e doenças, procurando manter a harmonia do meio.

Palavras-chave: Planta infestante; Medida de controle; Controle integrado; Alelopatia.

INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são consideradas indesejáveis, porque interferem nas atividades agrícolas ou em outros interesses do homem. Entretanto, estas não podem ser consideradas completamente ruins ou boas, pois isto depende do ponto de vista adotado (Pitty, 1997).

Todas as definições de planta daninha são antropocêntricas, uma vez que se baseiam no ponto de vista do homem (Anderson, 1977). Na realidade, as plantas daninhas não possuem características botânicas, fisiológicas ou ecológicas que as tornam diferentes das outras não designadas daninhas. Uma planta que não causa dano a uma cultura de interesse não é considerada daninha, no entanto, no momento em que a sua presença incomoda, passamos então a considerá-la como tal (Deuber, 1992).

Todas as plantas daninhas possuem algumas vantagens ou desvantagens para o homem (Baker, 1965). Algumas são benéficas por serem utilizadas na medicina popular, entretanto, essas mesmas plantas ou outras podem ser malélicas por causarem alergia, irritações ou intoxicação no homem ou em animais. Essa dualidade foi levada em consideração por Shaw (1982) para emitir a definição de planta daninha mais aceita. Segundo este autor, planta daninha é aquela que ocorre onde não é desejada. Essa definição é extremamente ampla, abrange todas as plantas que de uma forma ou de outra prejudicam o homem ou suas atividades.

IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

No mundo, dentre 350 mil espécies de plantas conhecidas, aproximadamente 8 mil

(2,3%) são consideradas daninhas em áreas agrícolas. Dessas, aproximadamente 250 (0,07%), são reconhecidas como plantas daninhas problemáticas nas plantações e 25 (0,007%) estão catalogadas como as piores do mundo (Deuber, 1992, Charudattan, 1993 e Pitty, 1997).

Embora as plantas daninhas apresentem qualidades ou efeitos positivos, elas, como a própria designação induz, são mais conhecidas e indesejáveis pelos seus efeitos negativos sobre as atividades do homem (Pitty, 1997). Seus aspectos negativos são:

- a) danos provocados ao homem direta (intoxicação, dermatites, alergias, ferimentos) ou indiretamente (servindo de abrigo para animais peçonhentos ou como hospedeiras de vetores de doenças);
- b) danos às atividades humanas

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Assist., UNESP-FCAV, Dep^{ta} Biologia Aplicada à Agropecuária, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n^o, CEP 14884-900 Jaboticabal-SP. Correio Eletrônico: plalves@fcav.unesp.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Tit., UNESP-FCAV, Dep^{ta} Biologia Aplicada à Agropecuária, Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n^o, CEP 14884-900 Jaboticabal-SP. Correio Eletrônico: pitelli@fcav.unesp.br

(agropecuária e indústria, mananciais e reservatórios de água, margens e leitos de ferrovias e rodovias, parques e jardins).

Dentre as áreas de atividade humana, a agropecuária é, talvez, a mais importante, pois é a que mais sofre com a interferência das plantas daninhas (Pitelli, 1985).

Nas áreas destinadas à exploração agropecuária, a presença de plantas daninhas acarreta redução quantitativa e qualitativa da produção, e onera o custo de produção. Sua ocorrência nessas áreas é freqüente e passível de ser prevista, dependendo do banco de diásporos (unidade orgânica destinada à propagação das plantas superiores) e das condições edafoclimáticas do local, diferente do que ocorre com a incidência de pragas e doenças (Pitty, 1997). Existem algumas culturas ou cultivares resistentes aos insetos, nematóides e doenças, mas não existem aquelas que sejam resistentes às plantas daninhas.

A interferência das plantas daninhas é definida como um conjunto de ações sofridas por determinada cultura em decorrência da presença dessas plantas. Essa interferência pode ser, direta: pela competição, alelopatia, parasitismo, dificuldades na colheita e tratos culturais; e indireta: atuando como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides (Pitelli, 1990).

Os aspectos positivos da presença de plantas daninhas, segundo Baker (1965) e Pitelli (1985), são:

- contribui para a conservação do solo e aumento da sua fertilidade;
- atrai pragas e serve de alimento para estas;
- utilizadas como medicamento e como fontes de matéria-prima;
- aumenta a quantidade de material genético;
- contribui para a estabilidade dos agroecossistemas.

PERPETUAÇÃO DAS PLANTAS DANINHAS

A perpetuação de uma espécie como planta invasora de agroecossistemas está

condicionada a uma relação interativa entre a plasticidade de cada indivíduo e processos que, em longo prazo, proporcionam flexibilidade adaptativa diante das eventuais alterações do ambiente e das modificações que normalmente ocorrem em condições naturais em todo o sistema ao longo do tempo (Fernandez, 1979).

Nos últimos anos, têm sido propostos interessantes conceitos a respeito das estratégias evolutivas desenvolvidas pelas plantas daninhas para a ocupação dos ecossistemas. Uma das teorias mais importantes é a de Grime (1979). Este autor considera que há dois fatores externos limitantes que determinam as estratégias de crescimento e de reprodução das plantas superiores:

- estresse: fenômeno externo que impõe barreiras ao desenvolvimento vegetal, como a disponibilidade de água, de nutrientes e de luz, temperaturas extremas, competição interespecífica etc.;
- distúrbio: alterações ambientais relativamente drásticas que promovem a destruição total ou parcial da biomassa vegetal, como ceifa, cultivo, preparo do solo, pastoreio, fogo etc.

A freqüência e/ou intensidade destes fatores pode variar muito. Se apenas forem considerados os fatores extremos, quatro situações podem ocorrer e os tipos ecológicos adaptados a cada situação são apresentados no Quadro 1.

As plantas que se enquadram em cada um desses tipos ecológicos podem ser identificadas por características comuns:

- tolerantes ao estresse: as plantas exibem características que lhes asse-

guram a sobrevivência em ambientes desfavoráveis. Apresentam reduzida alocação de recursos em favor dos crescimentos vegetativo e reprodutivo. Prevalcem em ambientes não perturbados, em ambientes pouco produtivos ou no final dos estádios serais da sucessão ecológica;

- competidoras: as plantas exibem características que maximizam o recrutamento de recursos sob condições produtivas em ambientes pouco perturbados. Apresentam elevada alocação de recursos em favor do crescimento vegetativo e são abundantes em estádios serais intermediários da sucessão ecológica;
- ruderais: as plantas são encontradas em ambientes altamente perturbados, porém produtivos. Exibem características de rápido ciclo de desenvolvimento e elevada alocação de recursos em favor da formação de estruturas reprodutivas. Ocupam os estádios serais de início da sucessão ecológica.

É importante considerar que no Quadro 1 foram consideradas apenas as condições extremas. Grime (1979) prefere avaliar os vários tipos intermediários em um modelo triangular, onde são consideradas as várias situações intermediárias de estresse, de distúrbio e de competição com outras plantas.

A teoria de Grime (1979) pode ser adaptada ao universo das plantas daninhas. Por exemplo, nas áreas de olericultura, onde o distúrbio é intenso, os solos são férteis, a irrigação é abundante e as plantas emergem em condição de solo nu, predominam as

QUADRO 1 - Combinações de valores extremos de fatores externos básicos que afetam a estratégia evolutiva das plantas superiores e os nomes dados aos tipos ecológicos adaptados a cada condição

Intensidade do distúrbio	Intensidade do estresse	
	Alto	Baixo
Alto	-	Ruderais
Baixo	Tolerantes ao estresse	Competidoras

FONTE: Grime (1979).

plantas daninhas com características ruderais. No outro extremo, em áreas de reflorestamento, onde há pouco distúrbio, os solos normalmente são de baixa fertilidade e há intenso estresse promovido pela interferência da espécie florestal, predominam plantas com características mais próximas às tolerantes ao estresse. Nas fases iniciais da implantação do reflorestamento predominam as plantas com características competidoras, como também ocorrem em pastagens perenes.

A composição específica da comunidade vegetal que habita espontaneamente um agroecossistema é função do manejo agrícola empregado, especialmente em termos de mobilização (distúrbio) do solo e manejo dos fatores limitantes ao crescimento vegetal (estresse) (Harper, 1977).

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

O manejo de plantas daninhas em áreas agrícolas baseia-se na utilização de medidas ou de estratégias de controle que irão

afetar o ciclo de vida da comunidade infestante nesses ambientes. O modelo esquemático do ciclo de vida de plantas daninhas em áreas agrícolas, segundo Bantilan et al. (1974), é apresentado na Figura 4.

Ao ser implantada, uma cultura encontra no solo uma determinada quantidade de diásporos de plantas daninhas que, dependendo das condições do meio, constituirá uma comunidade de espécies infestantes que irá coabitar o agroecossistema. As plantas cultivadas e a comunidade infestante entrarão em competição que, dependendo dos fatores ambientais (físicos, químicos, biológicos e culturais), pode resultar num balanço competitivo, do qual tanto a cultura como a comunidade infestante sofrerão as conseqüências em termos de crescimento, desenvolvimento e produção de diásporos. As medidas tomadas a favor da cultura irão alterar o balanço competitivo, resultando em maiores produções econômicas e menores capacidades reprodutivas das populações infestantes (Egley & Duke, 1985).

Os diásporos produzidos em um ano agrícola irão juntar-se àqueles já existentes no solo, que enriquecidos pelos diásporos vindos de outras áreas, constituirão o potencial de infestação do próximo ano agrícola (Harper, 1977 e Egley & Duke, 1985).

O objetivo básico de qualquer sistema de manejo de plantas daninhas é manter um ambiente o mais inóspito possível à planta daninha, por meio da utilização isolada ou combinada de métodos de controle. Tais métodos podem ser biológicos, culturais, mecânicos ou químicos (Anderson, 1977 e Harper, 1977). Para que o manejo seja ecológico, os métodos empregados ou as suas combinações deverão reduzir as populações de plantas daninhas a níveis que não interfiram na produtividade econômica da cultura, causando o mínimo de impacto ao ambiente. Na maioria das vezes, a utilização dessa forma de manejo não visa erradicar as plantas daninhas, mas sim conviver com elas dentro de um nível aceitável, valorizando seus aspectos positivos (Pitty, 1997).

TÉCNICAS DE CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS

Inicialmente, torna-se básico impedir ao máximo o aumento do potencial reprodutivo das plantas daninhas nos agroecossistemas (Fig. 4). Para tal, o homem vem utilizando as medidas mais variadas para o controle de plantas daninhas, que vêm evoluindo ao longo do tempo, passando, do arranquio manual das plantas, ao uso de equipamentos computadorizados de aplicação, até mesmo ao uso de microondas (Deuber, 1992).

A prática ideal, contudo, consiste na prevenção da infestação de plantas daninhas na área de interesse, evitando gastos posteriores com o seu controle. Já a erradicação dessas plantas é uma prática inviável e dispendiosa (Klinghman & Ashton, 1975). Na realidade, o método mais eficaz de controlar as plantas daninhas é o uso combinado de diferentes práticas, que objetivam aproveitar melhor os recursos disponíveis, conseguir maior eficácia, reduzir custos e obter a segurança máxima para o homem e a mínima contaminação ou alteração do meio (Pitelli, 1985, 1990).

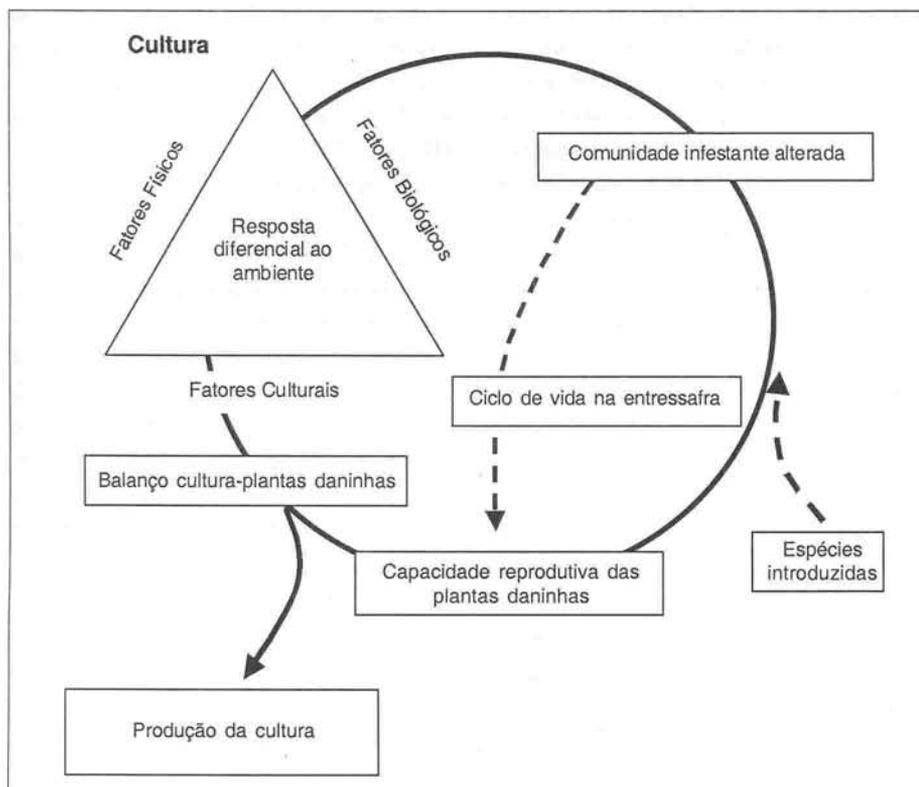


Figura 4 - Modelo esquemático do ciclo de vida das plantas daninhas em áreas agrícolas

FONTE: Bantilan et al. (1974).

Medidas preventivas e culturais

Podem-se considerar as medidas preventivas sob dois aspectos distintos. Em primeiro lugar, impedindo que as populações das plantas daninhas aumentem drasticamente suas densidades e, em segundo, evitando a introdução de novos diásporos na área (Anderson, 1977 e Durigan, 1984).

No primeiro caso, as próprias medidas adotadas na condução das culturas ajudam a diminuir a capacidade reprodutiva das plantas daninhas. No entanto, é necessário que se adotem medidas complementares como: controle das populações no período de entressafra, inclusive implantando-se culturas neste período (ou mesmo adubos verdes), impedimento do desenvolvimento de plantas daninhas nas áreas adjacentes à cultura etc. (Klinghman & Ashton, 1975).

Pela sua própria história evolutiva, pode-se inferir que as plantas daninhas são dotadas de elevada agressividade na ocupação de solos nus, mas bastante sensíveis à presença de outras plantas no ambiente comum (Baker, 1965, Harper, 1977 e Velini & Cavariani, 199-). Desse modo, uma ocupação eficiente do solo por parte da planta cultivada é um dos mais importantes fatores que prejudicam e impedem o estabelecimento e o crescimento da comunidade infestante e deve ser considerada no tempo e no espaço.

A ocupação eficiente do espaço do agroecossistema por parte da cultura reduz a disponibilidade de habitats adequados ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas daninhas, caracterizando o chamado controle cultural (Durigan, 1984, Pitelli, 1985 e Deuber, 1992). Neste aspecto, é importante que se considerem todos os fatores envolvidos na determinação do grau de interferência entre as plantas cultivadas e as comunidades infestantes, visando maximizar a pressão de interferência promovida pela cultura. Para tanto, é importante que se utilizem cultivares de rápido crescimento inicial e semeados na época adequada, que apresentem algum potencial alelopático (liberando aleloquímicos por meio da exsudação radicular, volatilização, lixiviação e decomposição ou que sejam tolerantes aos aleloquímicos liberados pela

comunidade infestante), que sejam adequados às condições edafoclimáticas predominantes na região e semeados em arranjos espaciais (densidades) que assegurem um rápido e intenso sombreamento do solo (Velini, 1983). Também é importante que as plantas daninhas sejam eliminadas durante os períodos de controle considerados críticos, ou seja, antes do término do período anterior à interferência e após o término do período total de prevenção da interferência (Pitelli, 1985 e Velini, 1989). Dentre as medidas de controle cultural destacam-se a prática da adubação, o uso de sementes/plantas vigorosas, a irrigação direcionada, o plantio direto e a rotação de culturas.

Também é interessante que se considere o conceito de ocupação temporal do agroecossistema, de modo que este seja ocupado com plantas cultivadas pelo maior período possível, evitando que as plantas daninhas desenvolvam-se e aumentem seus potenciais de infestação (Pitelli, 1985, 1990). Neste aspecto, a rotação envolvendo culturas de inverno constitui prática fundamental para evitar os ciclos de entressafra das plantas daninhas e, também, proporcionar uma mudança de condições no ambiente da lavoura, não permitindo que se formem grandes infestações de algumas poucas espécies. A constatação de elevada interferência de plantas cultivadas sobre daninhas, que se manifestam, acentuadamente, em vários sistemas de cultivo, tem chamado a atenção de vários pesquisadores, na esperança de melhor determinar as rotações de culturas.

É importante recordar que antes de 1945, as principais medidas de manejo das plantas daninhas eram os cultivos e a rotação de culturas. O sistema mais eficiente consistia na rotação de cereais, leguminosas e pastagens. Nessas condições, as plantas daninhas tinham grandes dificuldades em incrementar suas populações. Após esta época, com as introduções das fontes sintéticas de nitrogênio e dos produtos de ação herbicida, a rotação foi paulatinamente sendo abandonada. Apesar das modernas técnicas de controle, as comunidades infestantes foram-se tornando mais diversificadas e densas (Anderson, 1977 e Pitelli, 1985).

O segundo aspecto, o que diz respeito à introdução de novos diásporos na área, embora não tão importante em termos de dinâmica das populações existentes, controla a introdução de espécies que poderão aumentar os problemas para a agricultura, como é o caso da tiririca (*Cyperus rotundus*), do capim-maçambará (*Sorghum halepense*), grama-seda (*Cynodon dactylon*) e outras espécies de difícil controle (Deuber, 1992).

Antes de tudo, é necessário ter o conhecimento da flora infestante da área em estudo, independente de seu tamanho. Para obter esse conhecimento, é interessante que se tenha ou que se faça o histórico florístico da área, desde seu banco de sementes até os métodos de controle que foram ou que vêm sendo empregados. Normalmente, esse histórico é iniciado com levantamentos informais da comunidade infestante. Estes devem ser realizados em diferentes épocas do ano, no inverno e no verão, por exemplo, uma vez que a germinação das plantas daninhas não é uniforme e depende das condições climáticas. Além disso, é interessante que se faça um levantamento nas áreas vizinhas àquela em estudo, incluindo lagos, açudes, rios e córregos, para se saber ou localizar um possível foco de introdução de novas espécies (Harper, 1977).

O levantamento da comunidade infestante pode ser complementado com a avaliação do banco de sementes, que consiste na identificação e quantificação de sementes de plantas daninhas existentes no solo (Harper, 1977 e Egley & Duke, 1985). Essa avaliação é importante, pois fornece uma idéia da germinação/infestação potencial e de sua diversidade em espécies. Lembrando-se que as sementes de plantas daninhas podem permanecer viáveis no solo durante anos, uma dada espécie de planta daninha imaginada ser exótica, pode ser nada mais do que uma germinação tardia de uma espécie que já existia no local, mas, para a qual não foi dada a devida atenção, seja por ocasião do início da utilização da área (levantamento prévio), seja ao longo do período de uso da área, onde essa se encontrava em baixa densidade.

Conhecendo-se o histórico florístico da

área, devem ser adotadas as medidas preventivas. Segundo Klinghman & Ashton (1975), estas medidas incluem o uso de sementes e mudas certificadas e a limpeza dos equipamentos utilizados em outros locais. Os equipamentos de colheita que operam em várias propriedades recolhem e acumulam vários diásporos, disseminando-os em outros campos. O mesmo ocorre com os caminhões de transporte de insumos agrícolas. Especial atenção deve ser dispensada também à limpeza dos canais de irrigação e diques, onde muitas espécies podem-se desenvolver e disseminar seus diásporos pelo manejo da água em cultivos irrigados. Os fertilizantes orgânicos, como o esterco, por exemplo, quando parcialmente humificados também constituem meios de disseminação de plantas daninhas. Os ácidos láctico e acético constituem os principais compostos que, na cura do esterco, atuam sobre os diásporos de plantas daninhas. Quando a cura é completa, a maioria das espécies é eliminada. Recomenda-se, ainda, para eliminar a presença de espécies vegetais indesejáveis no esterco, o seu tratamento com calor (seco ou úmido), triturações etc.

As medidas preventivas ainda atingem um largo espectro de técnicas, como a quarantena de animais introduzidos e outras técnicas que devem ser determinadas e utilizadas em cada situação (Pitty, 1997). Qualquer que seja a medida preventiva adotada, com certeza, ela deverá causar menor impacto ao ambiente.

Medidas mecânicas

A medida mecânica primária é o preparo do solo para o plantio. No início da agricultura moderna, os processos de aração e de gradagem constituíam fatores ecológicos não periódicos, aqueles que normalmente não ocorrem no habitat de uma planta, e, portanto, de grande impacto sobre as populações de plantas daninhas (Dajoz, 1983 e Harper, 1977). A inversão da leiva, efetuada pelo arado, proporcionava elevada mortalidade dos diásporos e das partes vegetativas enterradas, uma vez que estas plantas não possuíam mecanismos de adaptação desenvolvidos para esta variável ambiental (Harper, 1977).

Com aplicações sucessivas dessas práticas mecânicas, as plantas daninhas passaram a desenvolver mecanismos de adaptação que as permitissem sobreviver ao enterrio, como a resistência aos agentes bióticos do solo, exigências de uma certa amplitude de variação térmica para iniciar o processo germinativo, desenvolvimento de inúmeros e complexos mecanismos de dormência e capacidade de germinação e emergência a partir de grandes profundidades no perfil do solo (Harper, 1977). Também houve uniformidade na distribuição dos diásporos no perfil da camada arável do solo, de modo que a aração e a gradagem movimentavam o banco de sementes superficial para as zonas mais profundas e traziam as sementes mais profundas para a região mais superficial, mantendo o potencial de infestação das plantas daninhas. Assim, com o tempo de plantio convencional, o impacto do preparo do solo sobre as populações de plantas daninhas foi sendo paulatinamente reduzido.

É interessante ressaltar que algumas espécies não conseguiram desenvolver mecanismos adaptativos que lhes conferissem sucesso em campos de cultivo conduzidos no sistema convencional. Com isso, desapareceram, ou mantiveram-se em pequenas populações, sendo consideradas plantas daninhas de importância secundária. De modo geral, no plantio convencional, o ambiente para as plantas daninhas é caracterizado por elevado distúrbio do solo e pela ausência de qualquer cobertura vegetal por um determinado período, com o solo totalmente exposto.

O tipo de cultivador a ser utilizado em cada condição depende de inúmeros fatores como: os ciclos de vida da cultura e das plantas daninhas (anual, bianual ou perene), profundidade e distribuição do sistema radicular, idade e magnitude da infestação, espécie cultivada na área, tipo de solo e topografia e condições climáticas (Klinghman & Ashton, 1975 e Pitty, 1997).

No caso de plântulas de espécies anuais ou perenes provenientes de sementes, os cultivos visam desalojá-las de seu contato íntimo com o solo e provocar a morte da muda ou retardar seu crescimento inicial,

favorecendo a cultura na ocupação do meio (Klinghman & Ashton, 1975). Por isso, o cultivo deve ser aplicado na época certa. O atraso pode diminuir a eficiência, uma vez que plantas podem ter acumulado quantidade suficiente de reservas que as permitem sobreviver ao impacto do trato cultural e rapidamente voltar a crescer.

No caso de espécies de plantas perenes com propagação vegetativa, como é o caso das trapoerabas (*Commelina* spp.), o problema é maior. Apenas um cultivo não é suficiente para eliminar a espécie, mas pode, através de cultivos sucessivos, diminuir significativamente o seu crescimento, impedindo uma maior competição com a cultura. A frequência dos cultivos é extremamente importante, pois visa exaurir ao máximo as reservas das plantas, através do aceleração do uso delas pelo forçamento de nova brotação, e impedir que a planta volte a acumulá-las.

O intervalo entre cultivos depende principalmente da quantidade de reservas armazenadas nas plantas daninhas no início das operações, do andamento das condições climáticas no período abrangido por elas e da eficácia destrutiva do tipo de cultivo utilizado (Klinghman & Ashton, 1975 e Pitty, 1997).

Antes do advento do controle mecânico, uma das práticas mais adotadas para controlar plantas daninhas era a capina manual, com o uso de enxada e/ou de animais (Deuber, 1992). A utilização de implementos agrícolas com tração animal trouxe grande aumento na eficiência e no rendimento do controle de plantas daninhas. Esse método ainda é muito utilizado hoje, não só no Brasil, mas em várias regiões do mundo, de acordo com as conveniências e as tecnologias disponíveis.

A ceifa, mecanizada ou manual, é um processo comumente utilizado em pastagens, pomares, aceiros, campos de recreação e, mais recentemente, em áreas de plantio direto e de cultivo mínimo. A eficiência desse processo, a exemplo dos cultivos, depende das espécies de plantas daninhas, da frequência de ceifa e do estágio de desenvolvimento das plantas (Durigan, 1984 e Deuber, 1992). Dentre as medidas mecânicas de controle, essa talvez seja a que

cause menor impacto ao ambiente, pois além de não acarretar distúrbios no solo, gera uma cobertura protetora sobre a sua superfície contra os efeitos do sol e da água (erosão), associada ainda a um possível efeito químico benéfico desta cobertura no controle das plantas daninhas (alelopatia).

A redução do distúrbio do solo, por si só, proporciona redução temporária das populações de plantas daninhas nos agroecossistemas. Vários são os fatores que contribuem para este comportamento:

- a) grande proporção do estoque de diásporos do solo deverá ser mantida numa profundidade suficiente para que não ocorra a germinação e/ou emergência das plântulas;
- b) os diásporos produzidos deverão ficar depositados numa camada superficial do solo, mais suscetíveis à ação de predadores de grande porte como pássaros e roedores, e da ação de microrganismos fitopatogênicos. Esse é um aspecto especialmente importante, no caso de algumas espécies, cujos diásporos necessitam de um certo período de armazenamento para atingir maturidade fisiológica ou para romper certas modalidades de dormência. Com o enterrio, típico do plantio convencional, ficariam protegidas durante o desenvolvimento deste processo;
- c) a maior concentração de diásporos na superfície do solo facilita a homogeneidade de emergência das plântulas, melhorando a efetividade das medidas de controle e propiciando a integração com outras medidas.

Por outro lado, as plantas com características pioneiras que não lograram sucesso adaptativo no sistema convencional podem ser favorecidas com o menor distúrbio do solo e ter suas populações incrementadas (Baker, 1965).

Medidas físicas

Calor

O ponto térmico letal para a maioria das células vegetais é entre 45°C e 55°C, sendo as sementes bastante tolerantes. O calor

não só mata a parte aérea, mas também a parte superior do sistema radicular, devido à translocação de subprodutos tóxicos resultantes da termodegradação de componentes da parte aérea (Deuber, 1992 e Pitty, 1997).

Geralmente, quando utilizado de maneira não seletiva, o fogo é mais eficiente no controle da vegetação existente do que na prevenção de instalação de novas populações, a não ser que durante sua ação existam nas plantas adultas grandes quantidades de disseminulos. Várias aplicações subseqüentes são necessárias para que se consiga um eficiente controle das plantas daninhas. O uso do fogo, geralmente, é mais eficiente, quando utilizado como um dos métodos integrados no controle global das plantas daninhas. O uso do calor apresenta vantagens. A primeira por ser um método que não deixa qualquer resíduo no solo ou na planta. Quando o lança-chamas é bem ajustado, o controle é pouco influenciado por condições ambientais. Existe muita segurança com relação às culturas vizinhas. Além disso, o fogo contribui no controle de insetos, de ácaros e de doenças. É eficiente no controle das plantas daninhas, quando a cultura, antes da colheita, apresenta grande quantidade de massa verde, permitindo eliminação das espécies que prejudicam a operação. Além disso, o fogo permite inspeção quase que imediata da eficiência do controle.

A queima de áreas infestadas, antes do preparo do solo e do plantio de uma cultura, tem sido o controle físico mais utilizado no Brasil desde o tempo da colonização. Hoje, contudo, em função da disponibilidade de recursos, máquinas e técnicas, não é mais aceitável queimar áreas para a agricultura, a não ser em casos excepcionais, como o da cultura do algodão, cuja queima de restos culturais visa o controle de pragas. Pelo fato de o uso do fogo ser um método de controle não seletivo, ter eficiência variável, poder reduzir a fertilidade do solo e apresentar impacto ambiental, ele tem sido proibido em vários países. Além disso, os problemas com o emprego desse método são vários, como custo elevado de combustível, riscos de queimaduras nos ope-

radadores, possibilidade restrita de uso e baixo rendimento.

Existem, contudo, métodos seletivos de queima controlada, de maneira que se obtêm os benefícios com baixo custo e em menor tempo, sem comprometer os aspectos bióticos e abióticos importantes na fertilidade do solo. Há equipamentos que são montados em tratores, que soltam chamas direcionadas às plantas daninhas que se deseja controlar, como os que são utilizados nas culturas de algodão, milho e sorgo em alguns países. Em outros casos, são utilizados lança-chamas portáteis (costais), para controle localizado, como ocorre em margens de canais e diques de irrigação.

A intensidade e duração das chamas são os principais fatores que determinam a eficiência do processo (Deuber, 1992). Devem ser reguladas de acordo com a cultivar utilizada, a fase da cultura e das plantas daninhas e o espaçamento entre outros.

Solarização

A solarização é uma das técnicas de controle físico mais desenvolvida entre os pesquisadores de todo o mundo (Pitty, 1997). Em síntese, a solarização consiste na desinfecção térmica das camadas superficiais do solo, por elevação da temperatura, através da cobertura do solo com plástico transparente durante o período mais quente do ano, o que limita o desenvolvimento de patógenos e provoca a morte de órgãos reprodutivos (sementes, rizomas, bulbos e tubérculos) e de plântulas de espécies de plantas daninhas (Kuva et al., 1995 ab).

O aquecimento do solo ocorre devido ao impedimento, pela lâmina plástica, da emissão dos longos comprimentos de onda absorvidos e da evaporação da água, modificando, assim, o fluxo térmico entre a superfície do solo e a atmosfera. Além do efeito térmico, a cobertura apresenta outros efeitos que podem ser importantes, quando se trata do controle de plantas daninhas. A germinação pode ser afetada pelas alterações na atmosfera do solo quanto ao balanço CO₂ e O₂, pela manutenção de compostos voláteis sob a cobertura e pela própria barreira física que o plástico representa (Kuva et al., 1995 ab).

Vapor

O emprego de vapor d'água para o controle de plantas daninhas, principalmente de suas sementes, é viável, eficiente e de baixo custo para pequenos volumes de terra (Deuber, 1992). Entretanto, após a descoberta de gases esterilizantes que permitem o tratamento de maior volume de solo em menor tempo, o tratamento com o vapor d'água não tem sido mais utilizado. Existem implementos tratorizados que aplicam diretamente o vapor d'água sobre o solo, mas seus usos têm sido limitados a pequenas áreas.

Inundação e drenagem

Em algumas culturas inundadas, como a do arroz, a cobertura com uma lâmina d'água constitui-se num eficiente processo de controle de plantas daninhas (Deuber, 1992). Permite o controle de várias espécies perenes, o que é difícil por outros processos. A eficiência no controle destas espécies depende da completa submersão das plantas por um período variável entre 1 e 2 meses, dependendo da espécie e tipo de solo. Pequenas porções de planta que consigam emergir podem determinar o fracasso parcial do controle. Em solos arenosos a inundação é mais eficiente.

As diferentes espécies de plantas daninhas apresentam grande variação na suscetibilidade à inundação (Pitty, 1997). Quando as espécies presentes são suscetíveis e o terreno é adequado, a inundação apresenta grandes vantagens em relação ao controle químico, pois não deixa resíduo no solo e a área pode ser reaproveitada imediatamente após a colheita. As desvantagens são atribuídas ao grande custo na construção e manutenção dos diques e canais, deficiência na disponibilidade de água em algumas áreas e instalação de flora adaptada a essas condições (Deuber, 1992 e Pitty, 1997).

Em alguns canais de irrigação ou de drenagem, em condições de baixo fluxo de água, existe grande deposição do lodo, o que propicia vigoroso crescimento de plantas aquáticas. Nestas condições, utiliza-se com bastante eficiência a drenagem desses canais ou passagem de correntes ligadas a dois tratores em ambas as margens do ca-

nal. É um método extremamente caro e só utilizado como um dos últimos recursos nesses canais ou na borda de tanques. O sucesso deste processo no controle de espécies perenes consiste na remoção das estruturas de reprodução como rizomas, tubérculos e outros (Deuber, 1992 e Pitty, 1997).

A drenagem de áreas inundadas é bastante eficiente no controle de hidrófitas. Além disso, nestas condições, as espécies hidrófitas ou mesófitas são mais suscetíveis a outras medidas de controle. É um processo que, dependendo das condições topográficas, pode ser extremamente eficiente e econômico (Deuber, 1992 e Pitty, 1997).

Cobertura morta

Os efeitos da cobertura morta sobre as plantas daninhas devem ser analisados sob três aspectos distintos - físico, químico e biológico - embora haja interações entre eles:

a) efeito físico

O efeito físico da cobertura morta é muito importante na regulação da germinação e da taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies. Os efeitos sobre o processo germinativo podem ser exemplificados com a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, das sementes que requerem determinado comprimento de onda de luz e das sementes que necessitam de grande amplitude de variação térmica para iniciar o processo germinativo. É amplamente conhecido que a cobertura morta reduz as amplitudes diárias das variações térmica e hídrica na região superficial do solo.

A redução da variação térmica tem impacto expressivo no processo germinativo das sementes de plantas daninhas, em especial nas espécies ruderais extremas (Pitelli, 1985 e Kuva et al. 1995 ab).

O efeito físico da cobertura morta também reduz as chances de sobrevivência das plântulas com pequena quantidade de reservas nos diásporos. Muitas vezes, as reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que

se tenha acesso à luz e inicie o processo fotossintético.

b) efeito biológico

A presença da cobertura morta cria condições para instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo. Na composição específica desta microbiocenose há uma grande quantidade de organismos que podem utilizar sementes e plântulas de espécies daninhas como fontes de energia e matéria. Muitos organismos fitopatogênicos podem utilizar a cobertura morta para completar o ciclo de desenvolvimento e produzir estruturas reprodutivas. De maneira geral, os microrganismos exercem importantes funções na deterioração e perda de viabilidade dos diversos tipos de propágulos no solo. O fungo *Drechslera campanulata*, no seu estágio sexuado, *Pyranophora semeniperda*, tem uma ampla gama de hospedeiros e é capaz de reduzir a viabilidade e a germinação de diásporos de várias gramíneas (Medd et al., 1984). Além disso, deve-se considerar que a cobertura morta cria um abrigo seguro para alguns predadores de sementes e plântulas, como roedores, insetos e outros pequenos animais.

c) efeito químico

Há uma relação alelopática entre a cobertura morta e as plantas daninhas presentes na área (Almeida, 1988). O termo alelopatia (do grego *allelon* = mútuo e *pathos* = prejuízo) foi cunhado por Molisch, em 1937, para se referir a toda interação bioquímica entre plantas, incluindo microrganismos (Moreira, 1979 e Rice, 1984). Apesar da definição de Molisch abranger tanto as relações deletérias como benéficas, alelopatia tem sido definida como qualquer efeito prejudicial, direto ou indireto, de uma planta sobre outra pela produção de compostos químicos que são liberados no meio (Putnam, 1985 e Putnam & Tang, 1986). Estes compostos são normalmente designados aleloquímicos e, por meio deles, organismos de uma espécie afetam o crescimento, o estado sanitário, o comportamento ou a biologia da população de organismos de uma outra espécie (Muller, 1969 e Rice, 1987).

O que difere alelopatia de competição entre plantas é o fato de a competição reduzir ou remover do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas as plantas (luz, água, nutrientes etc.), enquanto a alelopatia ocorre pela adição de um fator ao meio (Fuerst & Putnam, 1983, Inderjit & Moral, 1997 e Alves et al., 1999).

No caso de cobertura morta, os aleloquímicos são inicialmente liberados pela lixiviação dos resíduos. A perda da integridade da membrana celular pela decomposição do resíduo permite a liberação direta de uma variedade de compostos, que podem impor sua ação de maneira aditiva ou sinérgica à dos lixiviados (Putnam & Tang, 1986). Além disso, os microrganismos presentes no solo podem induzir a produção de compostos tóxicos através da degradação enzimática dos conjugados ou polímeros presentes nos tecidos. Um exemplo deste processo é a ação de microrganismos em glicosídeos cianogênicos presentes em capim-masambará com a produção de duas toxinas: ácido cianídrico (HCN) e benzaldeídos (Einhellig, 1986 e Rizvi & Rizvi, 1992).

A atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente da qualidade e quantidade do material vegetal depositado na superfície, do tipo de solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição específica da comunidade de plantas daninhas (Tousson, 1968 e Grodzinsky, 1992).

Os modos de ação dos aleloquímicos na planta receptora ainda não estão totalmente esclarecidos, devido às dificuldades em separar os efeitos secundários das causas primárias. Geralmente, os aleloquímicos influenciam em mais de um processo do vegetal, com velocidades distintas, o que provoca efeitos secundários difíceis de ser separados dos principais (Einhellig, 1986 e Durigan & Almeida, 1993).

Existem numerosas evidências de que os aleloquímicos podem alterar a absorção de íons pelas plantas. No entanto, este fenômeno encontra-se associado ao colapso de outras funções, como a respiração e a permeabilidade das membranas celulares. Os aleloquímicos podem atuar como reguladores do crescimento vegetal, inibidores

de fotossíntese, desreguladores da respiração e da permeabilidade de membranas, inibidores da síntese protéica e da atividade enzimática (Thompson, 1985, Einhellig, 1986 e Rice, 1987).

Vários estudos têm sido conduzidos visando o manejo da cobertura morta no controle de plantas daninhas. No Brasil, foi demonstrada a eficácia da cobertura morta proporcionada por várias espécies de culturas de inverno, tendo sido detectada, inclusive, uma relação de seletividade na interação espécie da cobertura morta – espécie da planta daninha (Almeida, 1988 e Durigan & Almeida, 1993).

Deve-se ressaltar, contudo, que o efeito alelopático não se manifesta exclusivamente pela liberação de aleloquímicos por meio da lixiviação ou decomposição da cobertura morta. Estes ainda podem ser liberados pela lixiviação, volatilização e exsudação radicular das plantas enquanto vivas, apresentando elevado potencial de uso no manejo ecológico das plantas daninhas (Hatzios, 1987 e Alves et al., 1999).

Os estudos de alelopatia procuram isolar e identificar o aleloquímico responsável pelo fenômeno. Sabe-se que a maioria dos aleloquímicos é oriunda de vias metabólicas secundárias, principalmente as do ácido chiquímico e do acetato, e que esses são produzidos na célula com finalidade específica, obedecendo às leis da genética (Whittaker & Feeny, 1971 e Rice, 1987).

A principal função dos aleloquímicos é a de proteção dos organismos que os produzem. A sua ação não é muito específica, podendo um mesmo aleloquímico desempenhar várias funções dependendo mais da sua concentração, translocação e desintoxicação, do que da sua própria composição química (Whittaker & Feeny, 1971, Einhellig, 1986 e Rice, 1987).

Nos últimos anos tem havido preocupação crescente com a utilização de aleloquímicos para a defesa de culturas contra o ataque de insetos, nematóides, doenças e plantas daninhas (Hatzios, 1987). Contra nematóides e insetos podem-se utilizar repelentes, supressantes, bloqueadores do crescimento ou toxinas. O controle de doenças pode ser obtido com o uso de bactericidas, bacteriostáticos, fungistá-

ticos ou antibióticos. Já para o controle de plantas daninhas, podem-se explorar as potencialidades alelopáticas da cultura ou mesmo de plantas daninhas, fazendo uso das formas de síntese e de liberação dos aleloquímicos (Rice, 1984 e Rizvi & Rizvi, 1992). Culturas intercaladas, rotação de culturas e plantio direto, já mencionados anteriormente, são exemplos da utilização prática da interação alelopática entre plantas. Nas culturas intercaladas ou plantio em faixa estão envolvidos outros fatores além da alelopatia como, por exemplo, influência da espécie em questão sobre a fertilidade e física do solo, competição por nutrientes, água e luz, proteção do vento e fatores econômicos (Almeida, 1988).

Atualmente, esforços têm sido concentrados para encontrar mecanismos que aumentam a deterioração de sementes de plantas daninhas ou, ainda, métodos que estimulem ou inibam a sua germinação, como, por exemplo, o bloqueio da síntese de inibidores químicos. Existem pesquisas que visam montar coleções de germoplasmas de culturas que possuam propriedades alelopáticas, que objetivam transferir esta característica para cultivares, seja através de geração convencional, seja através de outras técnicas de transferência genética (Hatzios, 1987).

Se o homem conseguir dominar os mecanismos da alelopatia, ele tem possibilidade de criar supercultivares que se defendam naturalmente da interferência imposta pelas plantas daninhas e que sejam simultaneamente imunes a pragas e doenças. O processo não é inviável, uma vez que, por manipulação genética, já é comum transferir para as espécies cultivadas os genes responsáveis pela produção de aleloquímicos que as tornam resistentes a determinadas pragas e doenças. Com relação à resistência a plantas daninhas, os estudos estão no início e os resultados ainda não lograram êxito.

Conhecendo-se a planta ou o microrganismo que apresenta potencial alelopático, é possível isolar e caracterizar a substância, ou grupo de substâncias, que confere essa propriedade (Hatzios, 1987). Essa substância ou seu sintético poderá ser empregada como pesticida natural, como pode ser observado nos Quadros 2 e 3.

QUADRO 2 - Exemplos de fitotoxinas de microrganismos e de plantas com atividade herbicida promissora

Fitotoxina natural	Planta ou microrganismo
Anisomicina	<i>Streptomyces</i> sp.
Bialaphos	<i>Streptomyces hyoscyopicus</i> <i>Streptomyces viridochromogenes</i>
Citocalasina	<i>Phomopsis</i> sp.
Cercosporina	<i>Cercospora</i> sp. <i>Pseudocercosporrella capsella</i>
Caféina	Cafeeiro
Cianobacterina	<i>Scytonema nogmanni</i>
Dhurrin	Sorgo
Ácido gálico	Euforbiáceas
Herbicidins	<i>Streptomyces saganonensis</i>
Juglone	Nogueira-preta
Mevinolina	<i>Aspergillus terreus</i>
Moniliformina	<i>Fusarium moniliforme</i>
Patulina	<i>Penicillium</i> sp.
Phaseolinona	<i>Xylaria</i> sp./ <i>Macrophomina phaseolina</i>
Phloridzina	Raízes de macieira
Phosalacina	<i>Kitasatosporia phosalacinea</i>
Psoralen	Plantas do gênero <i>Psoralea</i>
Rhizobitoxina	<i>Rhizobium japonicum</i>
Stemphyloxina	<i>Stemphylium botryosum</i>
Tabtoxina	<i>Pseudomonas tabaci</i>
Tentoxina	<i>Streptomyces toyocanensis</i>
Trimethylxantina	Cafeeiro
Viridiol	<i>Gliocladium virens</i>
Ziniol	<i>Alternaria carthami</i>

FONTE: Dados básicos: Hatzios (1987).

QUADRO 3 - Herbicidas desenvolvidos a partir de aleloquímicos naturais

Produto	Planta ou microrganismo	Herbicida natural	Fabricante
Anisomicina	<i>Streptomyces</i> sp.	Methoxyphenone	Nihon/Japão
Cineole	Várias plantas	Cinmethylin	Shell/USA
Benzoxazinonas (ác. Hidroxâmico)	Gramíneas	Benzazin	BASF/Alemanha
Ipexil	<i>Ipex pachyon</i>	Benzadox	GULF/USA
Ácido fusárico	<i>Fusarium</i> sp.	Picloran	DOW/USA
Moniliformina	<i>Fusarium moniliforme</i>	3,4-dibutoxy moniliformin	CIBA GEIGY /Suíça
Ác. quinolínic	<i>Nicotiana tabacum</i>	Quincloral	BASF/Alemanha
Fosfinotricina	<i>S. viridochromogenes</i>	Glufosinate	HOECHST/ Alemanha

FONTE: Hatzios (1987).

d) outros métodos físicos

Segundo Deuber (1992), outros métodos físicos passíveis de ser utilizados, mas que merecem mais estudos, principalmente quanto à exequibilidade, são: ultra-som, microondas, laser e eletricidade (alta voltagem). Essas técnicas são promissoras, pois podem proporcionar um controle seletivo, sem deixar resíduo no meio. O seu custo e sua operacionalização, contudo, ainda são fatores limitantes ao uso em grande escala.

Medidas biológicas

O controle biológico, tradicional ou clássico, quando é considerado sob o ponto de vista ecológico e como uma fase do controle natural, pode ser definido como a "ação de inimigos naturais que mantêm a densidade da população de outros organismos em níveis mais baixos que os que existiam na sua ausência". O homem pode manipular os inimigos naturais e, assim, obter êxito na sua tentativa de controle de plantas daninhas. O principal objetivo do controle biológico é reduzir a densidade de uma planta daninha para um nível sem importância econômica (Charudattan, 1993).

Qualquer organismo que atue parando o desenvolvimento ou a reprodução de uma planta daninha pode ser usado como agente de controle biológico. Portanto, podem ser incluídos como agentes com potencial para o controle biológico animais superiores e inferiores, insetos, e também plantas superiores parasitas, fungos, bactérias, nematóides e vírus. A carpa tem sido utilizada para o controle de algumas plantas daninhas aquáticas. Vertebrados, tais como bois, ovelhas, cabras, gansos e galinhas estão sendo utilizados há muitos anos por viticultores, fruticultores e silvicultores. No caso desses vertebrados, a população é controlada pelo homem, fato que não é possível com insetos, por exemplo. Para alguns autores, a alelopatia é uma forma de controle biológico, pois trata-se de uma planta agindo sobre outra por meio de substâncias químicas liberadas no meio.

Os inimigos naturais atuam direta ou indiretamente sobre as plantas daninhas. Alguns fazem uma eliminação direta de par-

tes vitais, como é o caso de *Cactoblastis cactorum*, que é um inseto que come a parte aérea de *Opuntia*. Outros atuam criando um ambiente propício para uma infecção posterior de patógenos, alterando a vantagem competitiva da planta daninha. O controle biológico de plantas daninhas é de extrema importância, devido ao seu baixo custo e a sua eficiência. Contudo, segundo Huffaker, citado por Charudattan (1993), neste tipo de controle a segurança é a consideração mais importante, sendo a especificidade do agente biológico a chave do êxito.

Geralmente, as plantas daninhas introduzidas chegam ao país sem seus inimigos naturais, que mantêm com ela um equilíbrio biológico no local de origem (Medd et al., 1984). Ao introduzir a planta daninha em locais onde não há inimigos naturais, criam-se condições favoráveis para sua multiplicação e propagação. O controle biológico clássico consiste, então, na introdução de inimigos naturais para uma determinada espécie de planta. Isto não é fácil, uma vez que o inimigo natural a ser introduzido deverá cumprir uma série de requisitos como a seguir:

- a) ser introduzido livre de parasitas e/ou predadores e não encontrá-los no seu novo ambiente;
- b) ser capaz de adaptar-se no seu novo ambiente;
- c) ser totalmente específico, ou seja, que atue somente sobre a planta-alvo e não nas demais, especialmente as de interesse econômico.

A fase crítica do controle biológico de plantas daninhas é a seleção da espécie a ser introduzida, de modo que ela não atue sobre outras plantas, uma vez que poderão ocorrer alterações na preferência alimentar, como resposta a uma dieta restrita. Não só os insetos podem ter suas preferências alimentares alteradas, mas, também as plantas podem adquirir características que as tornem mais atraentes segundo seu estado de crescimento, tecido e condições ambientais (Charudattan, 1993).

Um outro exemplo muito comum de controle biológico de plantas daninhas é

o da utilização de fungos patogênicos, também chamados de micoherbicidas ou bioherbicidas, que são aplicados tal qual os herbicidas (Medd et al., 1984). Normalmente, são utilizados fungos nativos aos invés dos introduzidos e em alta concentração. No Brasil, estão sendo conduzidos estudos para o controle de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e do fedegoso (*Senna obtusifolia*) por meio de fungos. No mundo já existe uma série de bioherbicidas em utilização comercial.

O controle por meio de micoherbicidas difere do controle biológico clássico pelo fato de ele utilizar grandes quantidades do agente biológico existente no meio e controlar a planta daninha-alvo no ano ou safra em que foi aplicado, exigindo, portanto, várias aplicações. Por outro lado, o controle biológico clássico libera no meio o agente biológico introduzido, que se reproduz e desenvolve até alcançar níveis de controle, o que pode acontecer de três a dez anos após a liberação (Medd et al., 1984).

Existe maior probabilidade de êxito no controle biológico de plantas daninhas introduzidas do que nas nativas e de melhores resultados em uma única população do que em populações mistas. As plantas daninhas perenes são melhores alvos para o controle biológico clássico do que as anuais, enquanto estas são melhor controladas por micoherbicidas do que as perenes.

Segundo Charudattan (1993), as vantagens do controle biológico são: não deixa resíduos químicos ou riscos de intoxicação; é específico ao hospedeiro (planta-alvo); perpetua-se após estabelecido; a probabilidade de as plantas daninhas desenvolverem resistência ao agente biológico é menor; é energeticamente eficiente; é efetivo em áreas inacessíveis; após o custo inicial de desenvolvimento, é barato. Quanto às desvantagens, podem-se citar: o comportamento do agente de controle pode-se modificar; normalmente não é rápido o suficiente ou completamente suficiente para atuar em extensas áreas; geralmente é limitado a determinadas espécies; após a liberação, torna-se irreversível ou incontável.

INTEGRAÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE

O manejo ecológico das plantas daninhas normalmente é obtido por meio da integração das medidas de controle e deve ser visto sob dois prismas distintos (Pitty, 1997). O primeiro objetiva uma maior eficiência no processo, ou seja, procura utilizar um conjunto de medidas que integradas apresentam grande efeito sobre a espécie ou espécies, cujo controle é desejado naquele momento. O segundo prisma envolve todo um contexto em termos de planejamento global de utilização da área e da integração desta com outras áreas, dentro da propriedade agrícola ou mesmo da região na qual se insere. Neste caso, não existe um padrão, ou uma seqüência de medidas, a ser adotado e a escolha delas dependerá das características edáficas, climáticas, biológicas e socioeconômicas da região.

Para a realização de uma integração compatível ambiental e economicamente, o agricultor ou o técnico responsável deve ter um profundo conhecimento das estratégias que possui, visando um equilíbrio com as medidas de manejo de solos e controle de pragas e doenças. A adoção de qualquer medida de controle das plantas daninhas deve ser compatível com o meio no qual elas se inserem, procurando causar o mínimo de impacto e visando à melhoria das condições da vida humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60p.
- ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R.E.B.; GUSMAN, A B. Allelopathic potential of *Eucalyptus* sp. In: NARWAL, S. S. (Ed.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. New Delhi: Oxford & IBH, 1999. v.2, p.131-148.
- ANDERSON, W.P. **Weed science: principles**. 4.ed. San Francisco: West Publishing, 1977. 598 p.
- BAKER, D.N. Characteristics and modes of origin of weeds. In: BAKER, D.N.; STEBBINS, B.L. (Ed.). **The genetics of colonizing species**. New York: Academic Press, 1965. p. 1-24.

- BANTILAN, R. T.; PALADA, M. C.; HARWOOD, R. Integrated weed management – I: key factors affecting crop-weed balance. In: ANNUAL CONVENTION OF THE PEST CONTROL COUNCIL OF THE PHILIPPINES, 5., 1974, Davao City. **Isolated paper...** Davao City, 1974. 30p.
- CHARUDATTAN, R. Controle biológico de plantas daninhas através de fitopatógenos. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS, 1., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. 48p.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis: Vozes, 1983. 472p.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 431p.
- DURIGAN, J.C. Noções de matobiologia. In: SEMANA DO HERBICIDA, 6., 1984, Bandeirantes. **Anais...** Bandeirantes: Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", 1984. p. 37-46.
- _____; ALMEIDA, F.L.S. **Noções da alelopatia**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28p.
- EGLEY, G.H.; DUKE, S.O. Physiology of weed seed dormancy and germination. In: DUKE, S. O. (Ed.) **Weed physiology: reproduction and ecophysiology**. Flórida: CRC Press, 1985. v.2, p. 27-64.
- EINHELLIG, F.A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. (Ed.) **The science of allelopathy**. New York: John Wiley, 1986. p.171-188.
- FERNANDEZ, O. Las malezas y su evolucion. **Ciencia y Investigacion**, Buenos Aires, v. 35, p. 49-59, 1979.
- FUERST, E.P.; PUTNAM, A.R. Separating the competitive and allelopathic components of interference: theoretical principles. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.9, p. 937-944, 1983.
- GRIME, J.P. **Plant strategies and vegetation process**. New York: John Wiley, 1979. 209 p.
- GRODZINSKY, M. A. Allelopathic effects of cruciferous plants in crop rotation. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. (Ed.). **Allelopathy - basis and applied aspects**. New York: Chapman & Hall, 1992. p.77-84.
- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. New York: Academic Press, 1977. 892 p.
- HATZIOS, K. K. Biotechnology applications in weed management: now and in the future. **Advances in Agronomy**, Orlando, v. 41, p. 325-373, 1987.
- INDERJIT; MORAL, R. del. Is separating resource competition from allelopathy realistic? **Botanical Review**, New York, v. 63, n.3, p. 221-230, 1997.
- KLINGHMAN, G.C.; ASHTON, F.M. **Weed science: principles and practices**. New York: John Wiley, 1975. 431p.
- KUVA, M.A.; ALVES, P.L.C.A.; ERASMO, E.L.A. Efeitos da solarização do solo com plástico transparente sobre o desenvolvimento da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 26-31, 1995a.
- _____; _____. Efeitos da solarização do solo com plástico transparente sobre o desenvolvimento de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em condições de outono-inverno. **Científica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p.331-341, 1995b.
- MEDD, R.W.; NIKANDROW, A.; JONES, K. Possible use of soil-born pathogen for weed control. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 6., 1984, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: WSSA, 1984. p.19-25.
- MOREIRA, I. **Implicações da alelopatia na agricultura**. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, 1979. 31p. (Coleção Natura, 5).
- MULLER, C.H. Allelopathy as a factor in ecological process. **Vegetatio**, Dordrecht, v.18, p. 348-357, 1969.
- PITELLI, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 1., 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1990. p. 69-86.
- _____. Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.129, p. 16-27, 1985.
- PITTY, A. **Introduccion a la biología, ecología y manejo de malezas**. Honduras: Zamorano Academic Press, 1997. 300 p.
- PUTNAM, A.R. Weed allelopathy. In: DUKE, S.O. (Ed.). **Weed physiology**. Florida: CRC Press, 1985. p.131-155.
- _____; TANG, C.S. **The science of allelopathy**. New York: John Wiley, 1986. 317p.
- RICE, E.L. Allelochemicals: role in agriculture and forestry. In: WALLER, G.R. (Ed.). MEETING OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 19., 1985, Chicago. **Proceedings...** Washington: American Chemical Society, 1987. p.8-22.
- _____. **Allelopathy**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 1984. 421p.
- RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. **Allelopathy - basic and applied aspects**. New York: Chapman & Hall, 1992. 479 p.
- SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed Science**, Champaign, v. 30, p. 2-12, 1982.
- THOMPSON, A. C. (Ed.). **The chemistry of allelopathy: biochemical interactions among plants**. Washington: American Chemical Society, 1985. 470 p.
- TOUSSON, T.A. Nature of phytotoxic substances during plant residue decomposition in soil. **Phytopathologie**, v. 58, p. 41-45, 1968.
- VELINI, E.D. **Avaliação dos efeitos de comunidades infestantes naturais, controladas por diferentes períodos, sobre o crescimento e produtividade da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill)**. 1989. 153f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.
- _____. **Matocompetição em arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.)**: efeitos do espaçamento, densidade populacional, doses de adubação fosfatada e períodos de controle das plantas daninhas. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1983. 82p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.
- _____; CAVARIANI, C. **Importância e características de agressividade das plantas daninhas**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, [199-]. Apostila.
- WHITTAKER, R.H.; FEENY, P.P. Allelochemicals: chemical interactions between species. **Science**, Washington, v. 171, p. 757-770, 1971.

Produção de composto orgânico e vermicomposto

Jorge de Castro Kiehl¹

Resumo - Compostagem de resíduos orgânicos é uma prática secular e indispensável, quando se deseja transformar determinados produtos de origem vegetal ou animal, em fertilizante orgânico de elevada importância para melhorar as propriedades do solo e a produtividade das culturas. Os principais fatores que controlam o processo de compostagem são a quantidade e a natureza dos microrganismos, a umidade, a aeração, a temperatura e a relação carbono/nitrogênio (C/N). Conhecendo-se de que maneira esses fatores atuam é possível adotar práticas que aumentem a eficiência do processo e melhorem a qualidade do produto final. Os resíduos a serem compostados podem ser classificados em energéticos, nutritivos e inoculantes. O sucesso da compostagem depende de conseguir uma mistura de resíduos dessas três categorias, em proporções adequadas. A pilha é montada em camadas, a partir do chão, alternando-se sucessivamente resíduos energéticos e inoculantes/nutritivos. O acompanhamento do processo pode ser feito de várias maneiras, sendo importante para verificar se as condições de compostagem estão adequadas e em que momento o composto está curado. A vermicompostagem constitui uma alternativa interessante para se obter um composto de boa qualidade e em menor tempo, além de permitir a reprodução de minhocas para utilização na alimentação de animais ou comercialização.

Palavras-chave: Compostagem; Húmus; Adubação orgânica; Resíduo orgânico; Vermicompostagem; Minhoca.

INTRODUÇÃO

O emprego do composto na agricultura é uma prática muito antiga, sendo citada na Bíblia por diversas vezes. Schatz & Schatz (1970), citados por Poincelot (1975), fazem menção a experimentos sobre compostagem relatados por George Washington em seu diário. Os estudos pioneiros mais importantes sobre compostagem foram realizados há cerca de 40 anos, na Índia, pelo agrônomo inglês Howard (Howard, 1947). Seus estudos levaram-no a desenvolver o método que ficou mundialmente conhecido como Indore ou de Howard. Dentre outras contribuições, esse autor demonstrou que a compostagem pode ser excelente alternativa para o aproveitamento de resíduos domiciliares, como lixo e lodo de esgoto, evitando que sejam incinerados ou despejados em aterros sanitários. Pesquisas realizadas por Waksman & Cordon (1939) e Waksman et al. (1939ab) permitiram que

se compreendesse melhor o modo de ação dos microrganismos sobre misturas de esterco animal com resíduos vegetais e alguns fatores que influem no processo. Fatores como granulometria, pH, nutrientes, microrganismos, umidade, aeração, temperatura e relação carbono/nitrogênio (C/N) foram estudados em experimentos realizados na Califórnia (Reclamation..., 1953), com lixo domiciliar, assim como o emprego de inoculantes, a metodologia da compostagem e as técnicas para avaliar o andamento do processo e a qualidade do composto. O primeiro pesquisador a exortar os agricultores brasileiros a empregarem os esterco e compostos em suas propriedades foi Dafert, há mais de um século, em relatório do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), referente ao período 1888-1893.

Hoje, a compostagem é uma prática cada vez mais comum de transformar resíduos orgânicos, inadequados para o emprego na

agricultura, em um material que pode melhorar sensivelmente as propriedades do solo e contribuir para o aumento da produtividade das culturas. Chama-se composto o fertilizante orgânico preparado a partir da ação de microrganismos sobre restos de origem animal e vegetal, resultando um material muito subdividido, estável, rico em húmus, homogêneo, de coloração escura e capaz de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

A legislação brasileira de acordo com o Decreto 86.955 de 18/02/82 denomina o composto orgânico como fertilizante composto e o define como fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado, com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal (Brasil, 2001). Os parâmetros exigidos pela lei para o composto comercializado sob registro e com garantia de seus componentes são: mínimo de 40% de matéria orgânica total; umidade máxima

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. Tit. USP – ESALQ - Dep^o Solos e Nutrição de Plantas, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba-SP. Correio eletrônico: jdc kiehl@carpa.ciagri.usp.br

de 40%; pH mínimo igual a 6,0; mínimo de 1,0% de nitrogênio total e relação C/N mínima de 18/1. Todos esses parâmetros têm uma tolerância de 10%, exceto a relação C/N, cuja tolerância é de três unidades para mais. Outras exigências: o composto deverá apresentar ausência de agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, aos animais e às plantas, assim como metais pesados, agentes poluentes, pragas, plantas daninhas, no caso de fertilizantes orgânicos. Os objetivos principais da compostagem são:

a) transformar resíduos orgânicos crus, de baixo valor como fertilizante ou condicionador do solo, em um material rico em húmus, bioestabilizado, e que pode melhorar as características do solo e aumentar a produtividade das culturas;

b) permitir a utilização de determinados resíduos orgânicos que, pela sua natureza física, química ou biológica, não seriam eficientemente processados pelos microrganismos isoladamente, por um dos principais motivos a seguir:

- serem muito ricos em carbono ou em nitrogênio;
- apresentarem partículas muito subdivididas;
- possuírem quantidade insuficiente de microrganismos;
- conterem excesso de água;
- apresentarem baixo teor de lignina.

Por exemplo, resíduos muito ricos em carbono e pobres em nitrogênio levariam vários meses ou até anos para se decompor, além de resultar em menor quantidade de húmus. Por outro lado, aqueles muito ricos em nitrogênio e pobres em carbono seriam decompostos em pouco tempo, mas com excessiva perda de nitrogênio. Os de textura muito fina trariam problema de aeração no interior da pilha, o mesmo ocorrendo com aqueles que contêm excesso de água. A falta de lignina, por sua vez, limitaria a formação de húmus. Portanto, no processo de compostagem podem-se utilizar materiais com características

individuais inadequadas e, ainda assim, conseguir uma mistura balanceada e própria para uma cura rápida e eficiente;

c) apressar a transformação dos resíduos orgânicos crus em húmus, já que durante a compostagem procura-se fornecer condições ideais para o processo, como temperatura, umidade, aeração, pH, nutrientes, microrganismos etc.

FATORES QUE CONTROLAM A COMPOSTAGEM

Os métodos de compostagem podem ser classificados, quanto à aeração, em aeróbios e anaeróbios, e quanto ao ambiente, em aberto e fechado (Kiehl, 1985). Neste trabalho será dada ênfase aos principais fatores que influem no processo de compostagem aeróbia por ser a mais comum e a mais eficiente, já que na presença de oxigênio a atividade microbiana é mais intensa e a matéria orgânica atinge um grau maior de estabilização. Também será abordada a compostagem em ambiente aberto, pois a cura em sistemas fechados envolve a utilização de equipamentos especiais, existentes somente nas usinas de tratamento de resíduos domiciliares, como o lixo.

O sucesso para a compostagem depende de conhecer as condições em que o processo se desenvolve adequadamente e de fornecer essas condições, pois só assim pode-se maximizar a quantidade e a qualidade do composto produzido. Essas condições foram estudadas por Golueke (1976). Cada fator desempenha importante papel durante a cura dos resíduos orgânicos e nenhum deles pode ser colocado em segundo plano. Infelizmente, não se pode ter completo controle de todas as condições de compostagem, principalmente quando feita em ambiente aberto, mas podem-se adotar formas de manejo que permitam obter eficientemente compostos de alta qualidade.

Microrganismos

Participam da compostagem numerosas espécies de bactérias, fungos e actinomicetos. Pelo menos um dos resíduos orgâ-

nicos deve ser rico em microrganismos para atuar como inoculante e permitir que o processo se inicie de imediato.

Segundo Golueke et al. (1954), na fase inicial, quando as temperaturas se situam entre 25°C e 40°C, predominam bactérias e fungos mesófilos, produtores de ácidos. Com a elevação da temperatura para mais de 40°C prevalecem bactérias, fungos e actinomicetos termófilos. Nas fases seguintes inicia-se o resfriamento, retornando os microrganismos mesófilos e criófilos. Calcula-se que até 25% da massa do composto pode ser constituída de células microbianas vivas ou mortas.

Os principais materiais inoculantes são os esterco, mas o próprio composto pode ser utilizado para essa finalidade. A chamada *inoculação massal*, segundo Golueke & Diaz (1991), tem sido feita com sucesso na compostagem de lixo, lodo e outros materiais. Consiste em juntar a esses resíduos um volume de 10% a 20% de um composto que esteja na fase de semicura.

Namkoong & Hwang (1997) observaram que a inoculação massal com 10% de material inoculante deu melhores resultados que aquela feita com 30%. Resultados coletados por Kiehl (1998) mostram que no composto de lixo inoculado, a perda de umidade é menor, a temperatura é maior, o consumo de oxigênio e o desprendimento de gás carbônico (CO₂) também são maiores, e o pH eleva-se mais acentuadamente do que no composto não inoculado.

Preparados especiais, comercializados como inóculos e contendo raças selecionadas de microrganismos, em geral são ineficientes e não contribuem para apressar ou melhorar as condições de compostagem. A razão é que a massa teria de ser previamente esterilizada, para que os organismos introduzidos vingassem. É desnecessária qualquer adição de inoculante, desde que um dos componentes da massa seja rico em microrganismos, como esterco, lixo cru ou lodo de esgoto.

Umidade

A presença de água na matéria orgânica é necessária por ser indispensável à vida dos microrganismos. A umidade ótima está entre 40% e 60%. Abaixo de 40% a ativi-

dade dos microrganismos diminui, praticamente cessando, quando inferior a 12%. Acima de 60% a umidade torna-se excessiva, pois passa a ocupar o espaço do ar e a gerar um ambiente anaeróbico.

Havendo déficit de água, esta deve ser aplicada durante a montagem da pilha ou por ocasião dos revolvimentos. Empregando-se um crivo de jatos finos ligado a uma mangueira, aplica-se a água ao mesmo tempo em que a massa é revolvida. A irrigação da pilha montada não é uniforme, porque a água escorre por caminhos preferenciais e não atinge toda a massa; além disso, há possibilidade de formação de chorume (líquido produzido durante a decomposição de resíduos orgânicos), o que deve ser evitado.

O excesso de água deve ser eliminado para que não se desenvolva processo anaeróbico (fermentação) ou putrefativo. Para reduzir a umidade deve-se diminuir o intervalo de revolvimento para dois dias; outra opção é adicionar cavacos de madeira para absorver água e gerar espaços para o ar. O problema de excesso de umidade é maior na compostagem de resíduos finos como lodo de esgoto e borra de café, os quais tendem a compactar com facilidade. Ao contrário, quando se trata de materiais grosseiros ou fibrosos como cascas, palhas, colmos picados etc., a umidade excessiva é menos prejudicial porque a massa possui menor tendência de compactar.

Aeração

Embora a matéria orgânica possa se decompor na ausência de oxigênio, a compostagem conduzida em ambiente aeróbico dá-se em menor prazo, produz um material de melhor qualidade, não libera mau cheiro e não atrai moscas. O consumo de oxigênio pelos microrganismos durante a compostagem foi medido por Lossin (1971).

Para haver aeração adequada é interessante que a pilha de resíduos contenha materiais grosseiros, como palhas, cascas e colmos picados, para dar à massa uma porosidade de no mínimo 30% do seu volume; entretanto, as trocas gasosas entre as porções internas da pilha e o ar atmosférico são lentas. Nas camadas superficiais da pilha o teor de oxigênio está entre 18% e

20%, ou seja, um pouco abaixo do teor encontrado no ar atmosférico (21%); no interior da massa, contudo, a maior parte do oxigênio é substituída pelo CO₂ e a concentração daquele gás pode cair para menos de 2%. Como o teor mínimo de O₂ necessário ao processo em sua fase mais intensa é de 5%, a cura do resíduo pode ficar comprometida.

Para garantir a aeração adequada no interior da pilha é necessário efetuar revolvimentos freqüentes. O número ideal de revolvimentos depende das condições físicas do resíduo, do volume e forma da pilha, da atividade dos microrganismos e das condições atmosféricas (vento, temperatura, umidade etc.). A presença de mau cheiro e de moscas indica que se deve aumentar a freqüência de revolvimentos.

Outro artifício para promover a aeração das pilhas de material orgânico tem sido a construção de pisos de tijolos assentados com as juntas abertas para permitir o escoamento de líquidos e a entrada de ar. A colocação de tábuas na base da pilha, formando um pequeno túnel, ou de varas de bambu, que depois de retiradas deixam espaços para a circulação de ar, também são métodos utilizados para promover a aeração. Uma prática eficiente, porém mais dispendiosa, é o emprego de bombas para insuflar ou aspirar o ar na base da pilha. Um desses sistemas é conhecido como Método Beltsville (Fig. 5), e foi desenvolvido na cidade de mesmo nome situada em Maryland, EUA (Willson et al., 1980).

Temperatura

A decomposição microbiana da maioria dos compostos orgânicos presentes nos resíduos libera apreciável quantidade de calor. Quando os resíduos se decompõem em pequenas quantidades no solo, não há elevação perceptível da temperatura, devido à rápida dissipação do calor; mesmo em pequenas pilhas, o aquecimento não chega a ser elevado. Em pilhas volumosas, contudo, a temperatura pode chegar a 40°C ou 50°C, em apenas dois a três dias, e a 70°C antes dos quinze dias. O aquecimento é desejável porque destrói sementes de ervas más, elimina microrganismos patogênicos e acelera o processo de compostagem. Gotaas (1956) considera que a faixa de temperatura mais indicada é a de 50 a 70°C.

A temperatura das camadas externas é semelhante à do ambiente, mas aumenta progressivamente em direção ao centro da massa. Nesse local, a temperatura é pouco influenciada pela do ambiente; mesmo no inverno, o aquecimento das pilhas dá-se satisfatoriamente desde que as condições sejam favoráveis. O revolvimento aumenta a perda de calor e resfria a massa, mas a temperatura poderá elevar-se novamente em 24 horas.

Embora esta elevação seja uma consequência natural da atividade microbiana, algumas usinas de processamento de resíduos domiciliares insuflam ar quente na massa, para apressar a compostagem.

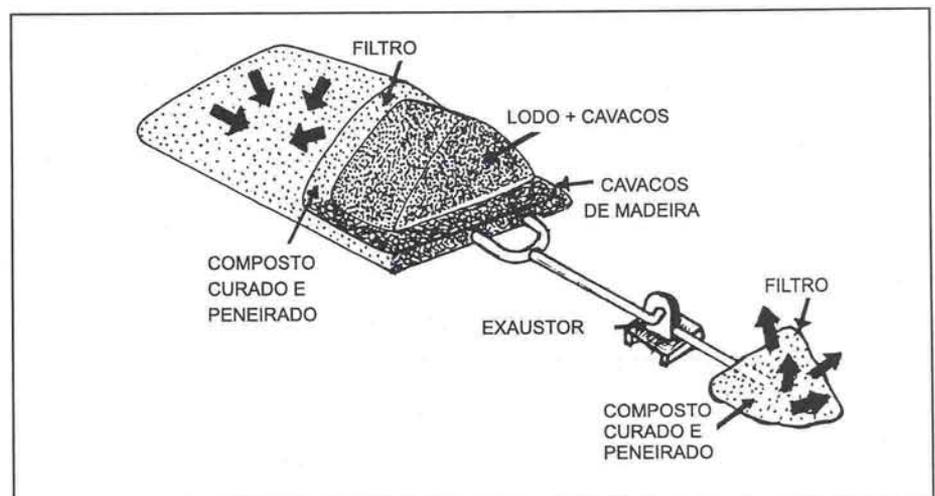


Figura 5 - Instalação de uma leira de compostagem estática aerada

Do modernismo ao sustentável, passando pelo desenvolvimento

Sebastião Pinheiro*

No início, tudo era natureza, e o homem fazia parte indivisível dela (Gráfico 1). Então, ocorreu uma grande transformação, a agricultura. A agricultura marca a primeira revolução da humanidade, que deixou de ser andarilha (nômade) e tornou-se sedentária. Para tal, ela necessitava de espaço geográfico, onde predominassem condições ambientais periódicas ou cíclicas (climáticas) dentro de parâmetros e certa estabilidade.

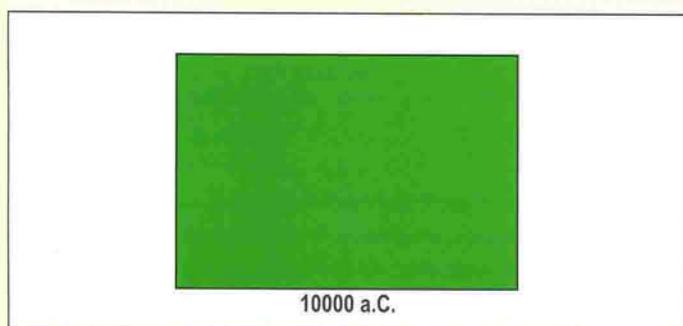


Gráfico 1 - Natureza

O homem, por meio do trabalho, possibilitou que a agricultura ocupasse o espaço da natureza virgem, de forma lenta e paulatina (Gráfico 2). A remoção da vegetação para o plantio e/ou para a criação de animais, feita manualmente e, posteriormente, com o uso de pequenos utensílios, teve um salto incalculável com o descobrimento do fogo, um instrumento impactante, transformador e criador da Era da Pirotecnia (Rifkin, 1999).

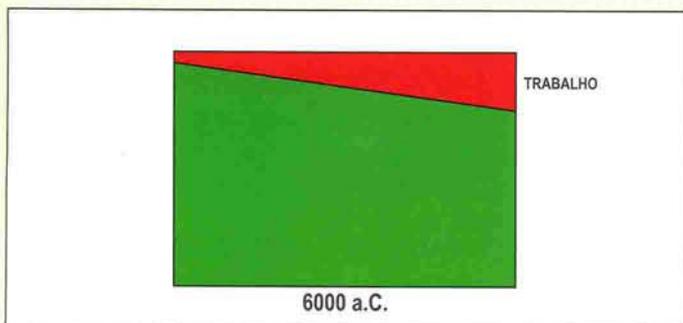


Gráfico 2 - Agricultura na natureza

A humanidade, por meio de sua percepção, memória e transmissão de conhecimentos, acumulou experiências para criar uma agricultura que imitasse a natureza. Entretanto, esse acúmulo de conhecimento (tecnologia) possibilitou alteração nessa agricultura.

Assim, tudo que praticava era uma imitação exagerada da natureza. Pode-se dizer que esta era uma Agricultura Biológica (Gráfico 3) e que perdurou por mais de dez mil anos. Sua fantástica inovação foi levar artificialmente a água aos cultivos, suprimindo uma deficiência impeditiva a eles.

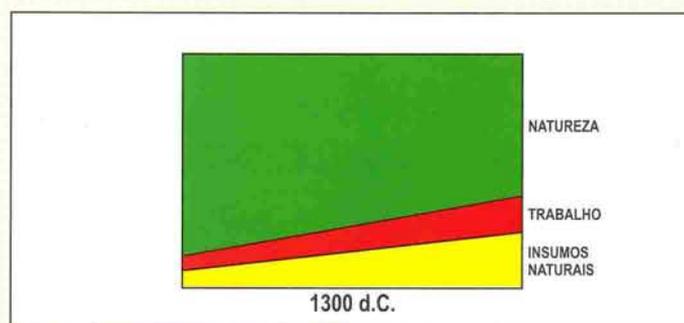


Gráfico 3 - Agricultura biológica

Antes de continuar esta análise sobre a agricultura, é importante fazer uma análise da natureza. Quando dos grandes descobrimentos, o homem europeu chega às novas latitudes na América, África e Ásia, dentro de uma nova realidade econômica, em busca de riquezas. A natureza *in situ* do nativo passará a ter um valor para o recém-chegado, pelo valor alimentício, farmacológico, estético, pecuniário, abundância da nova flora, fauna e minérios. Assim, as economias locais serão estabelecidas sobre uma base de natureza econômica (utilitária) *ex situ*. As expedições de conquista no Brasil (portugueses, entradas, bandeiras, jesuítas, Hans Staden, Von Martius, Humboldt, Darwin e as atuais) foram e ainda são meios para transformar a natureza em recurso pecuniário utilitário sem maior compromisso ou cuidado, mantendo a realidade filosófica: “a natureza é invariável e são os meios de produção” (Marx, 1991).

O grande salto na sociedade será dado com a utilização de energia produzida para a movimentação de máquinas, substituindo a força animal. Isto causará um crescente impacto, também na agricultura. É o surgimento da sociedade industrial e da agricultura homônima. A liberação de mão-de-obra do campo para as cidades será estimulada.

O agricultor, ao dominar a produção de energia, passa com ela a controlar efetivamente os produtos de que necessita para praticar sua agricultura. O uso de energia externa possibilitará de forma crescente que, a cada dia, o homem liberte-se mais e mais dos ciclos e limitações da natureza, mas pagará um preço, pois cada vez mais a vida torna-se artificializada.

A industrialização da agricultura dará um grande salto econômico, principalmente com a química de síntese orgânica, primeiro substituindo produtos antes da natureza, por agora agrícolas, os quais serão substituídos pelos orgânicos-sintéticos (Gráfico 4). Posteriormente, serão selecionados, industrialmente, organismos vivos (microorganismos, vegetais e animais) para responderem a estas condições, afastando ainda mais, embora de forma insustentável, o agricultor do equilíbrio da natureza. Este tipo de agricultura será divulgado e incentivado por políticas públicas sobrepondo-se às formas remanescentes. Para tal, ela será chamada agricultura moderna, em oposição à outra denominada agricultura de subsistência.

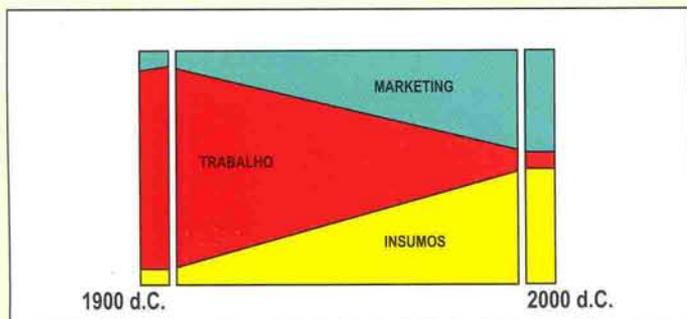


Gráfico 4 - Evolução econômica na agricultura atual

A agricultura moderna, a cada dia, será mais uma atividade econômica, controlada a distância, e menos uma ação natural ou política *in situ*. As grandes empresas internacionais, com filiais em muitos países (multinacionais), a transformarão em atividade econômica subordinada *ex situ*, sem se importarem com os impactos. Logo, os suportes biológicos (natureza, solo, água) e os culturais sentirão o peso do uso intensivo da energia. Tais suportes, a cada dia que passa, demandarão um incremento no uso de energia para a obtenção de resultados similares, acelerando a desestabilização deste sistema. É a insustentabilidade! Esta agricultura em crise passará a ser questionada e contestada, abrindo espaço para uma nova leitura do conhecimento anterior, com proposições, em vários graus, de uma nova relação entre o moderno e o biológico, em acordo com o nível sociocultural-econômico (Gráfico 5).

Com o final da Guerra Fria, a agricultura consolidada será somente atividade econômica globalizada e estará presa às malhas de agentes financeiros, industriais e a serviço das empresas. Essas empresas não

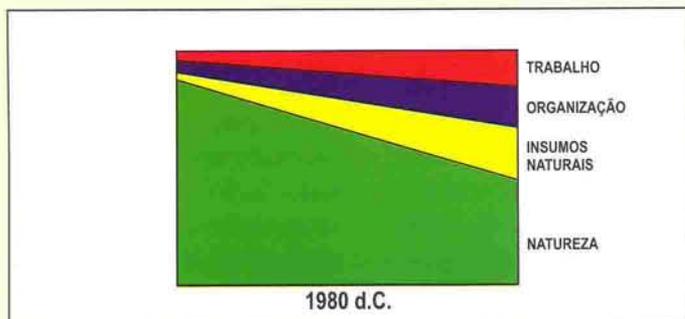


Gráfico 5 - Agricultura ecológica

serão mais multinacionais, mas sim transnacionais. As modificações pela agricultura ocorrerão ao sabor dos interesses dessas empresas (Gráfico 6). Nelas, o agricultor *ex situ* é apenas objeto nas políticas públicas, principalmente nos países subordinados. Nessa situação, passa a ser necessária a racionalização do uso de energia para garantir os suportes vitais em colapso. Entretanto, uma mudança tecnológica incubada nos laboratórios de ciência dos países centrais estará pronta para o mercado. É a agricultura em nova matriz, a natureza *ex situ*, calcada na energia do gene.

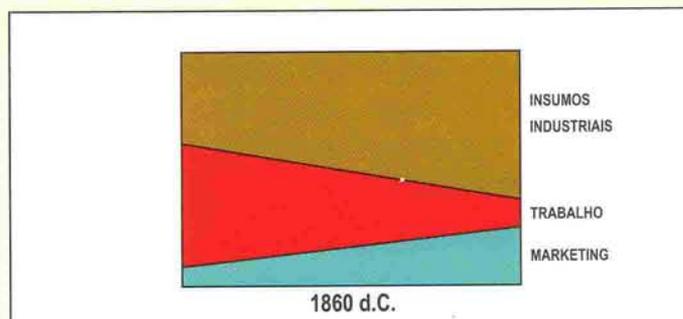


Gráfico 6 - Agricultura industrial

As transnacionais fundir-se-ão para ter capacidade competitiva neste mercado seletivo de megainvestidores. As transnacionais da agroquímica com a nova tecnologia constituirão o complexo agroalimentar-industrial-financeiro, que cumprirá todas as etapas *ex situ*, ficando para o agricultor apenas os riscos das atividades *in situ*, que não têm quase nenhum valor (Gráfico 7). Esta será a nova forma de contrato social na agricultura, uma forma de servidão, franqueamento ou terceirização, em que os índices e os códigos estão sobre o controle das empresas.

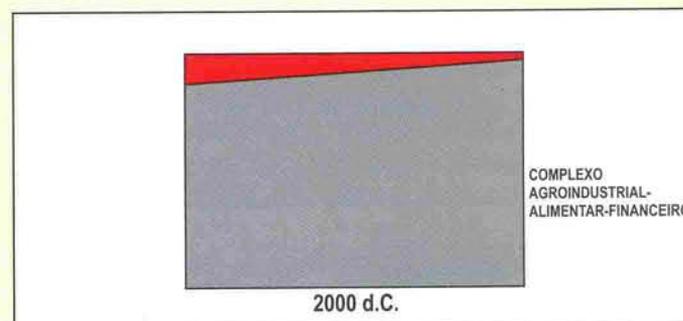


Gráfico 7 - Agricultura pós-natural

É o "taylorismo" no sistema e o "fordismo" na produção. Como resultado, no futuro, o agricultor receberá bônus do seu complexo contratante e, conforme sua produtividade, terá direito de adquirir um bem ou serviço, por exemplo: passar alguns dias de férias na rede hoteleira do complexo, ao qual está vinculado, onde o acesso estará indicado pelo seu nível de produtividade ou eficiência. Por exemplo, um plantador de soja, criador de frangos ou plantador de fumo para o sistema que tenha rendimentos de eficiência baixa não poderá freqüentar um balneário destinado aos que têm média produtividade, muito menos aos que têm

alta. Mas, ascenderá, se aumentar seus índices. O mesmo ocorrerá para os hospitais, escolas, universidades e outros produtos do complexo.

O agricultor pós-moderno sempre será levado a buscar a sua sustentabilidade *in situ* (no sistema), e a natureza será cada vez mais *ex situ*. Contudo, aqueles agricultores com altíssima eficiência poderão ter acessibilidade à natureza, pagando o valor determinado, e ela estará para estes agricultores *in situ*.

Por isso crê-se que a estrutura capaz de evitar estes impactos e de enfrentar o poder do “complexo agroalimentar-industrial-financeiro”- Organização Mundial do Comércio (OMC), Fundo Monetário Internacional (FMI), Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Banco Mundial (BIRD) - é a pequena propriedade rural familiar (pprf), existente há muitos e muitos anos e conhecida em todos os continentes e regiões. Ela é muito anterior, mas foi fortalecida com o Estado nacional, após os diferentes períodos feudais ou coloniais dos povos.

A pprf é mais que uma unidade produtiva e já se tornou um fetiche, um sonho. Mais que um sonho de todo e qualquer mortal, ela é a nostalgia idílica, lembrança dos avós ou de uma infância de felicidade, liberdade e contato com a natureza *in situ*. Como tal, ela é identidade cultural comunitária e embrião de organização industrial.

Pode-se dizer que, sem a pprf, não haveria o “complexo agroalimentar-industrial-financeiro”, que agora a ameaça de aniquilamento. Por isso é importante resgatar, quando ela deixou de estar *in situ* e passou a *ex situ*. A análise de seus valores, significados e símbolos, muitas vezes não compreensíveis, em uma análise reducionista ou academicista, permitirá construir a trincheira para a luta contra o “complexo agroalimentar-financeiro-transnacional”.

O conceito de pprf dos nossos sonhos é muito parecido ao de liberdade, que todos sabemos o que é, mas ninguém sabe definir. Serve de bandeira utópica para os militantes políticos e névoa de devaneio para as quimeras profissionais dos cientistas “antropo-economistas” e “agrônomo-socio-economistas”.

Mas como trazer das alturas esta pprf e entendê-la? O físico nuclear Niels Bohr disse: “é paradoxal, que, para entender totalmente a vida de um cão, é preciso matá-lo”. Entre nós a pprf já está moribunda, mas como não incorporamos este sentimento, vamos resgatar elemento da história para situar o valor que a identifica e para elevar a auto-estima dos que estão nesta trincheira, chamada pprf.

A palavra “lavagem” para os jovens filhos da agricultura moderna não tem qualquer significado. É uma palavra mágica para a compreensão da abordagem que idealizamos. A lavagem é o resto de comida, casca de alimentos, caldas do cozimento desses alimentos, que sempre eram juntadas nas cozinhas para ser destinada aos porcos. Lavagem com melancia de porco, abóbora e batata-doce era o principal alimento dos porcos até na agricultura moderna. A lavagem, muitas vezes, era juntada por todos na comunidade, tanto rural como urbana, e distribuída, conforme os vínculos de amizade. Na maioria das vezes, eram as crianças que recolhiam essa lavagem.

Os porcos criados com a lavagem tinham um dono proprietário e vários donos sociais. Quando chegava a hora de sacrificá-los, havia uma festa, uma confraternização, até mesmo um mutirão, pois fazia-se uma partilha, com pedaços distribuídos entre os que contribuíram com a lavagem-alimentação.

Os norte-americanos, com seus silos repletos de grãos, queriam dar um destino a eles. Procuraram um consultor que lhes indicou o caminho:

prender os animais e aves, até então soltos, e alimentá-los intensiva e exclusivamente com grãos em forma de ração. Assim surgiu a suinocultura, a avicultura e os confinamentos de gado norte-americanos. Para a América do Norte, isto significou mais que uma saída para os estoques, ou seja, uma nova política mundial na produção de alimentos. Para o Brasil, pela não avaliação e projeção de impacto, significou a perda de uma série de valores e seus transtornos. Em algumas comunidades, era muito comum o criador de porcos meeiro. Ele recebia do capitalista um número de bácoros para criar. Recolhia a lavagem entre os vizinhos e, na hora do abate, ele entregava a banda limpa (meia carcaça sem as vísceras) e dividia com os parceiros comunitários os pedaços e os produtos feitos com as vísceras (chouriço, orelha, rabo, lingüiça, torresmo, banha, toucinho, queijo-de-porco e uma série de outros produtos).

Não é uma questão de nostalgia, mas de economia, de resgatar o valor do trabalho e da auto-organização de uma comunidade. Hoje, quando matamos um porco, ele também é fatiado, mas quem fica com os grandes pedaços são as fábricas de ração, de produtos veterinários, e energia tarifada, os frigoríficos, e os prestadores de serviços etc. Isto não é a banda limpa é muito mais, quase o porco inteiro. Só dá lucro o frigorífico que abate acima de 120 porcos por dia; só tem retorno, quem produz acima de 25 mil frangos.

Qual a diferença para o Produto Interno Bruto (PIB), que 200 mil pessoas criem um porco cada, ou um criador crie 100 mil porcos? Para a economia periférica, há diferença, e o criador dos 100 mil suínos é mais importante. Não se leva em conta os meios intermediários e muito menos o fim supremo da sociedade, apenas o mercado!

Mas a questão de fundo é ética, cultural e não-econômica: a lavagem era importante do ponto de vista de saúde, pois diminuía os resíduos orgânicos, que, no lixo, provocavam a proliferação de vetores de doenças e pestes. Entretanto, a questão de fundo não é esta. Para haver lavagem, era necessário que houvesse fartura. Esta era a característica principal da mesa da pprf. Seria possível hoje juntarmos lavagem, melancias-de-porco, abóboras no meio do milharal? Evidentemente que não!

Quando se fala em economia, citam-se valores de PIB, renda *per capita* etc., mas não há critérios ou parâmetros econômicos para indicar a felicidade, a fartura. Podemos até tripudiar e dizer que ambas atrapalham o processo econômico.

Agora pode-se entender que comer um doce de abóbora ou de melancia-de-porco feito pela avó, mãe, esposa ou por nós mesmos, não faz crescer o PIB, se for feito em fogão a lenha e adoçado com melaço, pois não gira a economia do dinheiro.

Após este prefácio, podem-se tecer comentários sobre a pprf, sem nostalgia ou motivação vazia de argumentos. Pode-se afirmar que a pprf é também um ser vivo, não vamos esquartejá-la, lembrando o físico Niels Bohr. Toma-se como exemplo o Japão, após o xogunato e a reforma agrária da Dinastia Meiji, ou a Inglaterra e Austria-Hungria ou Alemanha e toda a União Européia. São países que se industrializam sem perder sua identidade com a agricultura familiar, pois ela está na base do desenvolvimento socioeconômico. O segredo desses países é que, onde os preços agrícolas são altos, os salários industriais também são muito altos.

Tanto na Costa Leste, Nova Inglaterra, quanto na Costa Oeste dos Estados Unidos, encontram-se as mesmas ansiedades, sonhos e lutas, sendo que a pprf mantém-se incólume.

Todos estes Estados nacionais basearam sua constituição e forta-

A industrialização da agricultura dará um grande salto econômico, principalmente com a química de síntese orgânica, primeiro substituindo produtos antes da natureza, por agora agrícolas, os quais serão substituídos pelos orgânicos-sintéticos (Gráfico 4). Posteriormente, serão selecionados, industrialmente, organismos vivos (microorganismos, vegetais e animais) para responderem a estas condições, afastando ainda mais, embora de forma insustentável, o agricultor do equilíbrio da natureza. Este tipo de agricultura será divulgado e incentivado por políticas públicas sobrepondo-se às formas remanescentes. Para tal, ela será chamada agricultura moderna, em oposição à outra denominada agricultura de subsistência.

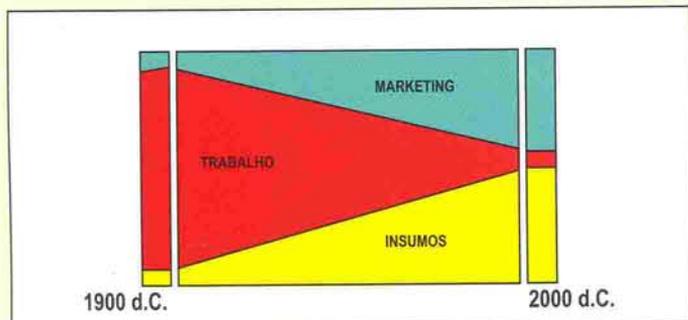


Gráfico 4 - Evolução econômica na agricultura atual

A agricultura moderna, a cada dia, será mais uma atividade econômica, controlada a distância, e menos uma ação natural ou política *in situ*. As grandes empresas internacionais, com filiais em muitos países (multinacionais), a transformarão em atividade econômica subordinada *ex situ*, sem se importarem com os impactos. Logo, os suportes biológicos (natureza, solo, água) e os culturais sentirão o peso do uso intensivo da energia. Tais suportes, a cada dia que passa, demandarão um incremento no uso de energia para a obtenção de resultados similares, acelerando a desestabilização deste sistema. É a insustentabilidade! Esta agricultura em crise passará a ser questionada e contestada, abrindo espaço para uma nova leitura do conhecimento anterior, com proposições, em vários graus, de uma nova relação entre o moderno e o biológico, em acordo com o nível sociocultural-econômico (Gráfico 5).

Com o final da Guerra Fria, a agricultura consolidada será somente atividade econômica globalizada e estará presa às malhas de agentes financeiros, industriais e a serviço das empresas. Essas empresas não

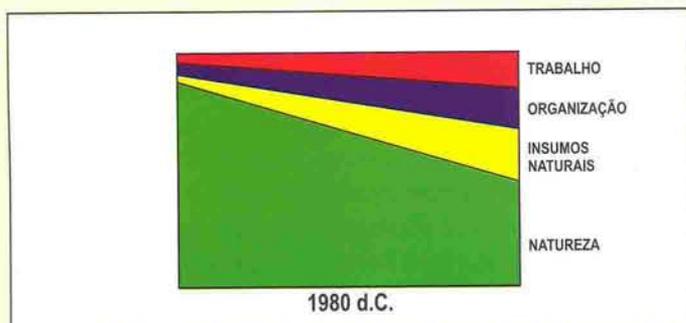


Gráfico 5 - Agricultura ecológica

serão mais multinacionais, mas sim transnacionais. As modificações pela agricultura ocorrerão ao sabor dos interesses dessas empresas (Gráfico 6). Nelas, o agricultor *ex situ* é apenas objeto nas políticas públicas, principalmente nos países subordinados. Nessa situação, passa a ser necessária a racionalização do uso de energia para garantir os suportes vitais em colapso. Entretanto, uma mudança tecnológica incubada nos laboratórios de ciência dos países centrais estará pronta para o mercado. É a agricultura em nova matriz, a natureza *ex situ*, calcada na energia do gene.

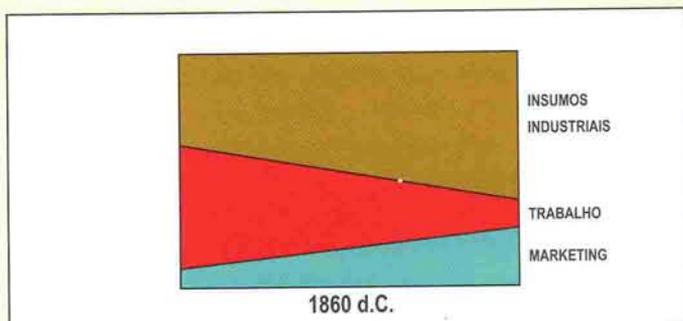


Gráfico 6 - Agricultura industrial

As transnacionais fundir-se-ão para ter capacidade competitiva neste mercado seletivo de megainvestidores. As transnacionais da agroquímica com a nova tecnologia constituirão o complexo agroalimentar-industrial-financeiro, que cumprirá todas as etapas *ex situ*, ficando para o agricultor apenas os riscos das atividades *in situ*, que não têm quase nenhum valor (Gráfico 7). Esta será a nova forma de contrato social na agricultura, uma forma de servidão, franqueamento ou terceirização, em que os índices e os códigos estão sobre o controle das empresas.

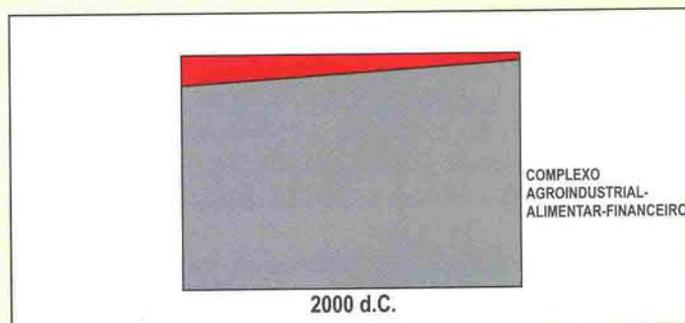


Gráfico 7 - Agricultura pós-natural

É o "taylorismo" no sistema e o "fordismo" na produção. Como resultado, no futuro, o agricultor receberá bônus do seu complexo contratante e, conforme sua produtividade, terá direito de adquirir um bem ou serviço, por exemplo: passar alguns dias de férias na rede hoteleira do complexo, ao qual está vinculado, onde o acesso estará indicado pelo seu nível de produtividade ou eficiência. Por exemplo, um plantador de soja, criador de frangos ou plantador de fumo para o sistema que tenha rendimentos de eficiência baixa não poderá frequentar um balneário destinado aos que têm média produtividade, muito menos aos que têm

O Gráfico 1 mostra a variação típica da temperatura em uma pilha de composto. Em poucos dias, havendo condições adequadas, a temperatura aumenta e o resíduo passa da *fase criófila* (<35°C), para a *fase mesófila* (35°C a 45°C) e continua aumentando até a *fase termófila* (>45°C). É nessa última fase, que pode durar alguns dias ou semanas, que a atividade microbiana atinge o ponto mais elevado, devido à maior disponibilidade de compostos orgânicos de pronta utilização. Para Golueke (1976), as bactérias decompõem mais eficientemente o composto na fase mesófila, enquanto para Waksman et al. (1939a) e Snell (1991), a decomposição termófila é a mais rápida.

Quando essa disponibilidade diminui, a temperatura decresce e volta à faixa mesófila, que tem maior duração que a anterior. Nessa fase o composto ainda não está curado, mas bioestabilizado, ou seja, a atividade microbiana é baixa e o produto pode ser aplicado ao solo sem causar problemas para a cultura. Finalmente, na fase seguinte (criófila), a atividade microbiana praticamente cessa e a temperatura volta a se igualar à do ambiente externo. Nesse ponto, consideramos o composto curado ou humificado.

Relação carbono/nitrogênio

A relação C/N de um material orgânico vem a ser a razão entre os seus teores de carbono e de nitrogênio totais. Essa relação é bastante variável entre os resíduos de origem vegetal:

Leguminosas	20/1 a 30/1
Palhas de cereais	50/1 a 200/1
Madeiras	500/1 a 1.000/1

Durante a compostagem, a relação C/N dos resíduos tende a decrescer até tornar-se constante em torno de 10/1 a 12/1. Nesse ponto, dizemos que o composto está curado, ou convertido em húmus.

A C/N decresce, devido à utilização do C da matéria orgânica como fonte de energia pelos microrganismos, que o expelem sob a forma de CO₂. A C/N final está sempre próxima de 10/1, porque tende a se aproximar da C/N das bactérias (5/1 a 6/1) e dos fungos (8/1 a 10/1).

Os microrganismos utilizam o C orgânico dos resíduos da seguinte forma: no máximo 1/3 é assimilado pelas células e vai compor o húmus ao final do processo, enquanto no mínimo 2/3 são transformados em CO₂ e eliminados. Se a relação C/N do resíduo for 30/1, 10 partes do C (1/3 do existente) seriam associadas à parte única de nitrogênio, assimilados e, posteriormente, convertidos em húmus com relação 10/1, enquanto as vinte partes restantes seriam perdidas, como CO₂:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ partes de C (1/3) + 1 parte de N = húmus (10/1)} \\ / \\ 30/1 \\ \backslash \\ 20 \text{ partes de C (2/3) = CO}_2 \end{array}$$

Vê-se, portanto, que a relação 30/1 é a proporção ideal entre carbono e nitrogênio

para a compostagem. Se a relação fosse 100/1, contudo, os microrganismos só poderiam assimilar as mesmas dez partes de C, junto com a parte única de N, para dar húmus com relação 10/1; as dez partes de C, agora, representam apenas 1/10 de todo o carbono do resíduo. As noventa partes restantes de carbono (9/10) seriam forçosamente perdidas, como CO₂:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ partes de C (1/9) + 1 parte de N = húmus (10/1)} \\ / \\ 100/1 \\ \backslash \\ 90 \text{ partes de C (9/10) = CO}_2 \end{array}$$

Nota-se nesse caso que a perda de CO₂ é muito maior, o que reduz a eficiência da compostagem. Por outro lado, o tempo exigido para a cura aumenta, já que há limitação de nitrogênio; a pequena quantidade de N existente passa a ser reciclada entre as sucessivas gerações de microrganismos até que todo o resíduo seja processado.

Se a relação C/N, ao contrário, for inferior a 30/1, como ocorre nos esterco de aves, haverá falta de carbono e excesso de nitrogênio. Nessas condições, os microrganismos eliminam o excesso de nitrogênio sob forma de amônia (NH₃), um gás que pode ser detectado pelo seu odor característico.

Quando resíduos com alta relação C/N são incorporados ao solo sem a devida compostagem, a demanda inicial de N pelos microrganismos aumenta consideravelmente, porque são estimulados a se multiplicarem, devido à fartura de C prontamente utilizável. Os microrganismos recorrem ao solo, assimilando o N mineral, o mesmo utilizado pelas plantas. Esse fenômeno, chamado de imobilização, caracteriza a fase inicial da decomposição. Se plantas estiverem presentes, poderão mostrar severa deficiência de nitrogênio.

Em uma fase seguinte, quando a relação C/N já baixou para cerca de 30/1 e quando a demanda de N já diminuiu, devido à estabilização da população microbiana, a imobilização passa a igualar-se em intensidade ao fenômeno inverso da mineralização, caracterizado pela conversão do N orgânico em mineral. Na fase final, quando a relação C/N atinge cerca de 17/1, grande parte

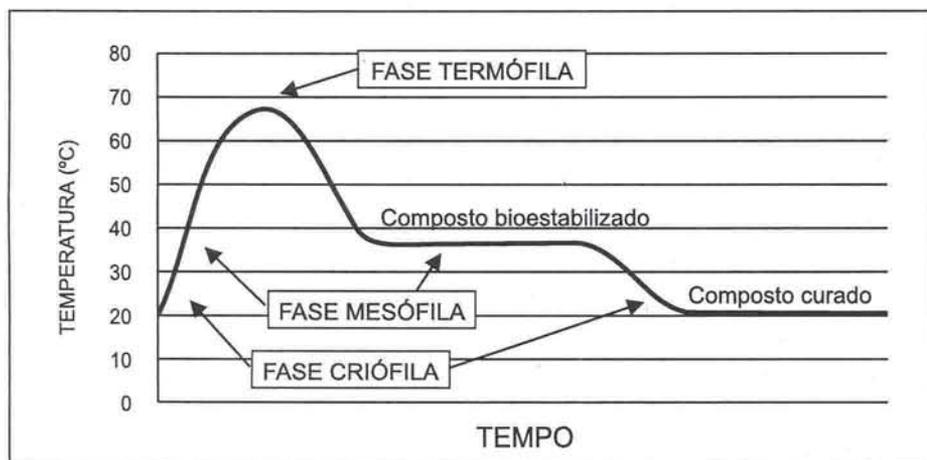


Gráfico 1 - Curva padrão da variação da temperatura do resíduo durante o processo de compostagem

das células microbianas formadas morre e seu nitrogênio é devolvido ao meio na forma mineral. Nessa fase prevalece a mineralização (Gráfico 2).

Em uma pilha de resíduos colocados para compostar podem ser observadas as mesmas fases descritas para a decomposição da matéria orgânica no solo. Diz-se que o composto está bioestabilizado, quando se encontra na fase intermediária, na qual a imobilização é, aproximadamente, igual à mineralização. Embora ainda não humificado, pode ser aplicado ao solo sem riscos para a cultura. O composto está humificado, quando a relação C/N é menor que 17/1.

Portanto, ao se preparar uma pilha de composto, deve-se balancear o nitrogênio misturando resíduos mais pobres no elemento com os mais ricos, de forma a obter relação C/N próxima de 30/1. O Quadro 1 apresenta a composição química de restos vegetais que podem ser utilizados na obtenção do composto. Embora esses valores não sejam constantes, podem auxiliar no estabelecimento das proporções de cada resíduo na mistura.

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGRÍCOLAS

A prática da compostagem inicia-se com a seleção dos resíduos que irão compor a pilha. Essa etapa é muito importante para que a mistura de resíduos a ser curtida esteja bem balanceada no início do processo e as condições de compostagem sejam as mais favoráveis. Para se compreender o processo, pode-se dividir os resíduos orgânicos em três categorias, segundo sua função:

- energéticos: são os resíduos carbonáceos, geralmente restos vegetais apresentando alta C/N; o carbono deve ser facilmente metabolizável pelos microrganismos. Exemplos: palhas, cascas, sabugos, folhas, capins de corte, bagaços, serragem etc.;
- nutritivos: estes resíduos devem conter bom suprimento de nutrientes para satisfazer a demanda dos microrganismos, principalmente nitrogê-

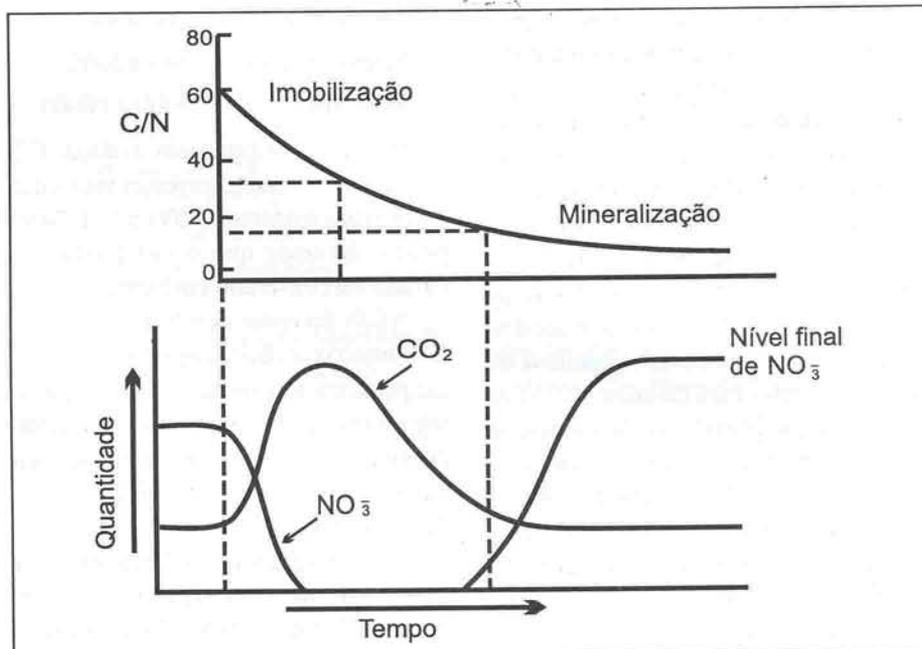


Gráfico 2 - Alterações típicas de algumas características da matéria orgânica durante a decomposição

NOTA: CO₂ - Gás carbônico; NO₃ - Nitrato.

QUADRO 1 - Composição química (base seca) de alguns restos vegetais de interesse como matéria-prima para o preparo de fertilizantes orgânicos (Continua)

Material	Matéria orgânica (%)	N (%)	C/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Abacaxi: fibras	71,41	0,90	44/1	traços	0,46
Algodão: semente ardida	95,62	4,58	12/1	1,42	2,37
Amoreira: folhas	86,08	3,77	13/1	1,07	-
Arroz: cascas	54,55	0,78	39/1	0,58	0,49
Arroz: palhas	54,34	0,78	39/1	0,58	0,41
Aveia: cascas	85,00	0,75	63/1	0,15	0,53
Aveia: palhas	85,00	0,66	72/1	0,33	1,91
Banana: talos de cachos	85,28	0,77	61/1	0,15	7,36
Banana: folhas	88,99	2,58	19/1	0,19	-
Cacau: películas	91,10	3,24	16/1	1,45	3,74
Cacau: cascas de fruto	88,68	1,28	38/1	0,41	2,54
Café: cascas	82,20	0,86	53/1	0,17	2,07
Café: palhas	93,13	1,37	38/1	0,26	1,96
Café: semente desnaturada	92,83	3,27	16/1	0,39	1,69
Capim-gordura-catingueiro	92,38	0,63	81/1	0,17	-
Capim-guiné	88,75	1,49	33/1	0,34	-
Capim-jaraguá	90,51	0,79	64/1	0,27	-
Capim-limão-cidreira	91,52	0,82	62/1	0,27	-
Capim-milhã-roxo	91,60	1,40	36/1	0,32	-
Capim-mimoso	93,69	0,66	79/1	0,26	-
Capim-pé-de-galinha	86,99	1,17	41/1	0,51	-

Material	Matéria orgânica (%)	N (%)	C/N	(Conclusão)	
				P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Capim-de-Rhodes gigante	89,48	1,36	37/1	0,63	-
Cássia alata: ramos	93,61	3,49	15/1	1,08	2,78
Cássia negra: cascas	96,24	1,40	38/1	0,10	Traços
Centeio: cascas	85,00	0,68	69/1	0,66	0,61
Centeio: palhas	85,00	0,47	100/1	0,29	1,01
Cevada: cascas	85,00	0,56	84/1	0,28	1,09
Cevada: palhas	85,00	0,75	63/1	0,22	1,26
Crotalaria júncea	91,42	1,95	26/1	0,40	1,81
Eucalipto: resíduos	77,60	2,83	15/1	0,35	1,52
Feijão-de-porco	88,54	2,55	19/1	0,50	2,41
Feijão-guandu	95,90	1,81	29/1	0,59	1,14
Feijão-guandu: sementes	96,72	3,64	15/1	0,82	1,89
Feijoeiro: palhas	94,68	1,63	32/1	0,29	1,94
Gramma-batatais	90,80	1,39	36/1	0,36	-
Gramma-seda	90,55	1,62	31/1	0,67	-
Labelabe	88,46	4,56	11/1	2,08	-
Mamona: cápsulas	94,60	1,18	53/1	0,30	1,81
Mandioca: casca de raízes	58,94	0,34	96/1	0,30	0,44
Mandioca: folhas	91,64	4,35	12/1	0,72	-
Mandioca: ramos	95,26	1,31	40/1	0,35	-
Milho: palhas	96,75	0,48	112/1	0,38	1,64
Milho: sabugos	45,20	0,52	101/1	0,19	0,90
Mucuna-preta	90,68	2,24	22/1	0,58	2,97
Mucuna-preta: sementes	95,34	3,87	14/1	1,05	1,45
Samambaia	95,90	0,49	109/1	0,04	0,19
Serragem de madeira	93,45	0,06	865/1	0,01	0,01
Trigo: cascas	85,00	0,85	56/1	0,47	0,99
Trigo: palhas	92,40	0,73	70/1	0,07	1,28
Tungue: cascas das sementes	85,17	0,74	64/1	0,17	7,36

FONTE: Kiehl (1985).

NOTA: N - Nitrogênio; C - Carbono; P₂O₅ - Pentóxido de fósforo; K₂O - Óxido de potássio.

nio. Exemplos: tortas vegetais, restos de plantas leguminosas jovens, resíduos de frigoríficos e matadouros e de indústrias de couro etc.;

- c) inoculantes: tem a função de fornecer microrganismos à massa para que a decomposição tenha início de modo mais breve possível. Muitas vezes funcionam também como nutritivos. Exemplos: esterco, efluentes de biodigestores, lodo de esgoto ou de fos-

sa séptica, terra de mata, serapilheira e o próprio composto semicurado.

Ao se preparar a pilha, devem-se associar todos esses tipos de resíduos, fazendo com que entrem em proporções favoráveis. O resultado deve ser um material rico em carboidratos e lignina, mas com uma relação C/N em torno de 30, apresentando umidade e aeração adequadas e contendo certa quantidade de microrganismos para dar início ao processo em poucos dias.

PREPARO DA PILHA E CONDUÇÃO DA COMPOSTAGEM

É importante escolher um local adequado. De preferência, o piso deve ser levemente inclinado para facilitar a drenagem da água da chuva e do chorume, que eventualmente for liberado. Também seria muito conveniente que a pilha ou leira estivesse próxima a uma fonte de água, para se proceder às regas periódicas.

Para montar a leira, primeiramente delimita-se no piso um retângulo medindo de 2 a 3m de largura e um comprimento que deve ser estimado em função da quantidade de resíduos disponível. Em seguida, distribui-se na área delimitada uma camada de resíduos energéticos de, aproximadamente, 15cm de espessura, pulverizando-se água caso o material esteja seco. Sobre essa camada coloca-se outra, agora de resíduos nutritivos e/ou inoculantes, medindo em torno de 5cm de espessura. Pode-se aplicar sobre essa camada um pouco de cinzas, que são ricas em potássio, e fertilizante fosfatado, se disponíveis. Irrigar novamente, caso necessário. Sobre essa camada aplica-se outra de resíduos energéticos, de 15 cm, irriga-se se necessário e, assim, sucessivamente, alternando as camadas até que a altura da leira atinja cerca de 1,80m.

Após alguns dias deve-se verificar se a temperatura no interior da pilha elevou-se, pois isso indica que a compostagem está ocorrendo sob condições adequadas. A temperatura pode ser tomada introduzindo-se no interior da pilha um termômetro de haste longa ou uma barra de ferro. Neste último caso, a temperatura é avaliada removendo-se periodicamente a barra e tocando sua extremidade com as mãos. Se não for possível segurar a barra por mais alguns segundos, a temperatura deverá estar acima de 45°C, o que é um bom sinal. A temperatura deve chegar a 60°C, dentro de cinco dias.

Os revolvimentos, que são muito importantes para arejar a leira e homogeneizar seus componentes, devem ser feitos a cada 15 dias. Caso haja mau cheiro e presença de moscas, deve-se diminuir o intervalo entre revolvimentos para três dias. A operação de revolvimento consiste em remo-

ver o material, iniciando-se em uma das extremidades da leira, distribuindo-o para o lado, onde uma nova leira será formada. Essa operação pode ser feita manualmente, com pá, ou empregando-se trator equipado com pá carregadeira. Atualmente, existem equipamentos motorizados, destinados especialmente para revolvimento de leiras de composto. É bom lembrar que, caso haja necessidade de aplicar mais água no material, isso deve ser feito durante o revolvimento, à medida que a pilha é montada.

A bioestabilização do composto é atingida após 30 a 60 dias, sendo acompanhada de sensível queda da temperatura. Nessa fase ele ainda não está pronto, mas já pode ser aplicado. A cura total é alcançada após 90 a 120 dias, quando se nota o resfriamento completo da massa.

AVALIAÇÃO DO ANDAMENTO DA COMPOSTAGEM

Há diversas formas de verificar se o processo de compostagem está ocorrendo satisfatoriamente e em que etapa se encontra.

Pelas alterações das características dos resíduos

Durante a compostagem, ocorrem as seguintes alterações nas características do material:

- redução do volume da massa para até 1/3 do volume inicial;
- degradação física dos componentes, tornando cada vez mais difícil identificar os constituintes, fazendo com que o resíduo se torne cada vez mais fino;
- escurecimento e aumento do brilho;
- aumento da plasticidade quando úmidos, permitindo que uma porção do resíduo possa ser cada vez mais facilmente moldada nas mãos;
- alteração do odor, de acre e penetrante, para cheiro de terra mofada, mais tolerável e agradável;
- diminuição da umidade.

Pelas alterações da temperatura da pilha

Conforme já mencionado, durante a

compostagem em pilhas volumosas, a temperatura interna pode chegar a 40 ou 50°C em apenas dois a três dias, e a 70°C antes dos 15 dias. Após determinado período, a temperatura decresce e estabiliza-se pouco acima da temperatura ambiente (fase de bioestabilização), por um prazo relativamente longo, para em seguida igualar-se com a do ambiente (final da compostagem).

Por meio de análises químicas

Colhendo-se amostras do resíduo orgânico ao longo do período de cura é possível acompanhar a evolução do processo de compostagem e avaliar se as condições são adequadas e em que momento o composto está pronto para ser aplicado.

Cada parâmetro químico analisado apresenta uma variação típica, quando as condições são adequadas. Conforme se observa no Gráfico 3, o pH diminui ligeiramente logo no início da compostagem, para depois aumentar para além de 7,0, algumas vezes chegando a 8,0 ou 8,5. Em fase posterior, diminui lentamente até estabilizar-se acima do valor inicial, ou seja, geralmente acima de 6,5. Por lei, o composto curado deve ter um pH mínimo de 6,0.

Devido ao consumo de matéria orgânica pelos microrganismos, o teor desse componente na leira diminui com o tempo, principalmente no início do processo. A lei

exige que o composto pronto tenha no mínimo 40% de matéria orgânica, mas o ideal é que tenha 50% de matéria orgânica ou mais.

O teor de resíduos minerais, que é complemento da matéria orgânica na mistura, aumenta na mesma proporção em que o teor de matéria orgânica diminui. O teor de nitrogênio e de outros nutrientes aumenta, devido à diminuição da quantidade de matéria orgânica, ou seja, são aumentos relativos; deve estar acima de 1,75% no produto curado. Por lei, o teor mínimo de nitrogênio é 1%.

O N-amoniacoal tem sua quantidade aumentada no início, devido à liberação de amônia pelos microrganismos no processo de amonificação ou desaminação, mas assim que outro processo, a nitrificação, intensifica-se e a amônia passa a ser oxidada intensamente a nitrato, o teor de N-amoniacoal diminui progressivamente até o final, enquanto que o teor de N-nítrico aumenta em proporções semelhantes.

A relação C/N diminui rapidamente no início da compostagem, devido ao intenso desprendimento de CO₂, tendendo a se estabilizar nas etapas finais a valores entre 10/1 e 12/1. A lei exige que no composto curado a relação C/N seja no máximo 18/1. Esse é um dos parâmetros mais importantes no acompanhamento da compostagem, porque indica o momento em que o material pode ser aplicado ao solo.

A capacidade de troca de cátions (CTC)

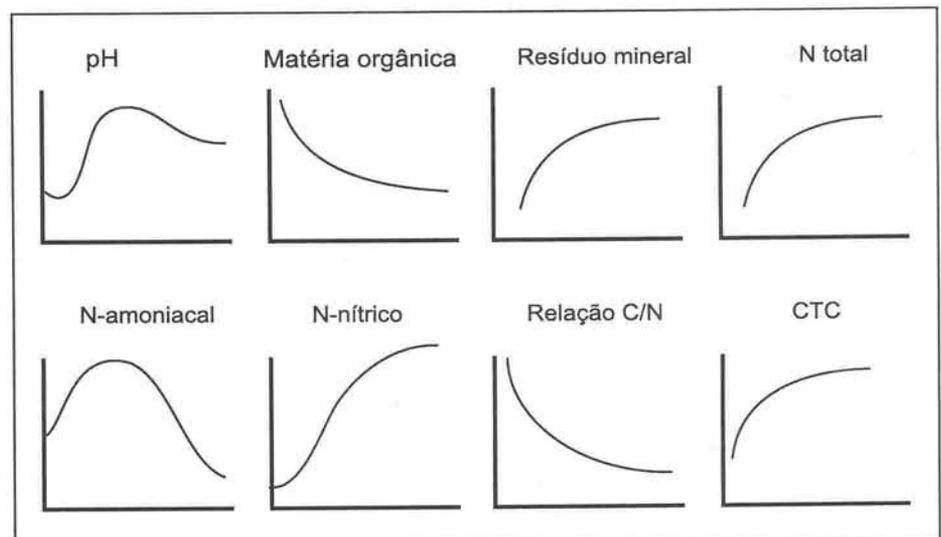


Gráfico 3 - Variações típicas dos parâmetros químicos de um resíduo orgânico durante o processo de compostagem

NOTA: N - Nitrogênio; C - Carbono; CTC - Capacidade de troca de cátions.

do resíduo aumenta progressivamente com o tempo, devido à formação do húmus, constituído por colóides orgânicos muito ricos em cargas elétricas negativas.

VERMICOMPOSTAGEM

Recentemente, a produção de composto com auxílio de minhocas tem-se intensificado, em grande parte devido a sua crescente demanda como fonte de proteínas, para a utilização na agricultura, principalmente na produção de hortaliças e flores. Entretanto, a vermicompostagem tem algumas desvantagens, como maior mão-de-obra e a necessidade de triturar os resíduos a serem utilizados como substrato. Além disso, a atividade exige maior área, pois os canteiros têm de ser baixos para se evitar o aquecimento do substrato. Para produzir 100 t de vermicomposto por dia são necessários 100.000 m² (10 ha) de área.

Uma das principais referências sobre a biologia das minhocas é relatada por Minnich (1977). As minhocas são anelídeos hermafroditas, classificados como *oligoquetas*. Podem ser divididas em dois grandes grupos: o das minhocas *revolvedoras*, que compreendem aquelas mais utilizadas na compostagem, pelo fato de viverem somente em substratos orgânicos, e as *geófagas* ou *nativas*, que habitam o solo e conseguem alimentar-se engolindo terra (daí o nome dado a esse grupo) e retirando dela o seu alimento (pequenos insetos, larvas, restos de vegetais etc.). Bernardes & Kiehl (1995), estudando o comportamento de oito espécies brasileiras de minhocas, verificaram que elas apresentam acentuadas diferenças, podendo ser divididas em três grupos distintos: o das humificadoras de resíduos superficiais, o das incorporadoras de resíduos superficiais e o das mobilizadoras de solo mineral.

As espécies mais utilizadas na compostagem são as seguintes: *Eusenia foetida* (vermelha da Califórnia), *Lumbricus rubellus* (vermelha), *Allolobophora caliginosa* (do campo) e *Lumbricus terrestris* (da noite). Dentre elas, a vermelha da Califórnia tem sido, atualmente, a preferida pelos criadores.

Apesar de não possuírem olhos e ouvidos, as minhocas são muito sensíveis aos estímulos exteriores, sendo capazes de detectar pequenas vibrações no solo, como

as causadas por pessoas ou animais andando nas proximidades. Essa característica permite que as minhocas fujam dos predadores penetrando rapidamente no solo ou no substrato orgânico. As minhocas não toleram a luz, cuja presença é detectada por células lenticulares da pele. Na região dorsal, a pele possui células que produzem um muco viscoso que ajuda a estabilizar as paredes dos canais que são abertas no solo.

Embora sejam hermafroditas, as minhocas não se autofecundam. A reprodução ocorre pela justaposição de dois indivíduos, que trocam sêmen entre si. Os ovos são botados em forma de casulos, chamados *ootecas*, e podem chegar a vinte. A eclosão dá-se no prazo de 20 a 30 dias e a maturidade dos indivíduos ocorre após 30 dias. O período de vida da minhoca varia de um a dois anos.

Em poucos dias as minhocas são capazes de abrir galerias no solo que se estendem desde a superfície até vários metros de profundidade. Essa atividade contribui para melhorar diversas propriedades do solo, como aeração, densidade, drenagem e resistência à penetração de raízes. Ao ingerirem a matéria orgânica, esta sofre intensa transformação no interior do tubo digestivo, porque nesse ambiente os microrganismos presentes no resíduo multiplicam-se rapidamente. Essa é uma das razões pelas quais as minhocas aceleram o processo de humificação. A outra é atribuída ao revolvimento contínuo do resíduo, promovido por esses anelídeos.

As dejeções das minhocas são constituídas de agregados de terra e matéria orgânica digerida, recebendo o nome particular de *coprólitos*. Há muito se sabe que esses excrementos contêm maior concentração de nutrientes de plantas do que o solo onde se encontram (Lunt & Jacobson, 1944), sendo essa causa atribuída à ação química das oligoquetas sobre compostos do solo, aumentando a disponibilidade dos nutrientes. Esse fato levou à suposição de que as minhocas contribuem para aumentar a fertilidade do solo. Contudo, estudos realizados posteriormente por Bernardes & Kiehl (1992) revelaram que a fertilidade do solo como um todo não se altera, e que o maior teor de nutrientes encontrado nos

coprólitos não resulta de ação solubilizadora das minhocas, mas do seu efeito em segregar e concentrar a argila, a matéria orgânica e talvez o silte, nos coprólitos.

Para iniciar a vermicompostagem é necessário primeiramente multiplicar as minhocas em viveiros ou minhocários, que podem ser constituídos de caixão de madeira, canteiros ou fossos abertos no solo. Detalhes sobre a construção desses viveiros podem ser obtidos em Kiehl (1985).

O substrato preferido pelos criadores é constituído de esterco de vaca ou estercos de outros ruminantes, parcialmente curtidados, misturados ou não com outros resíduos como turfa, palhas, restos vegetais, bagaços e restos de verduras e de frutas. Devem ser evitados produtos muito ácidos em grande quantidade, como bagaços de laranja, e alimentos com odor pronunciado, como cebola e alho (Minnich, 1977).

Os alimentos devem ser distribuídos na superfície do substrato e depois incorporados levemente, pois as minhocas revolvedoras costumam procurar comida próximo à superfície. A alimentação deve ser repetida sempre que se notar falta de comida nos canteiros. Geralmente, os alimentos são aplicados duas vezes por semana.

A taxa de reprodução das minhocas é elevada. Oito delas podem produzir cerca de 1.500 indivíduos em seis meses, supondo-se que cada minhoca produza duas ootecas contendo 2,5 ovos em média em cada uma e que 82% deles eclodam e forneçam indivíduos adultos.

Na época apropriada, faz-se a coleta das minhocas removendo-se o substrato dos viveiros em camadas sucessivas, até que apareçam os primeiros indivíduos. Nesse ponto, aguarda-se uma ou duas horas até que as oligoquetas penetrem mais fundo no substrato, fugindo da luz. Isso permite que se colete nova camada sem minhocas, forçando-as a se deslocarem em direção à base do viveiro. Repete-se esse procedimento até que as minhocas se concentrem na camada inferior, quando então podem ser separadas do substrato com facilidade, por catação. A porção do substrato rico em minhocas também pode ser utilizada para formar nova população em uma pilha de estercos recém-montada.

Para produzir o vermicomposto, ge-

ralmente o substrato é colocado em canteiros que medem 10m de comprimento, 1m de largura e 0,30m de altura, diretamente no chão. Esses canteiros, que podem conter até 3.000kg de esterco, devem ter paredes de tijolos assentados com barro. Recomenda-se que o criador inicie a atividade com um número pequeno de canteiros, podendo aumentá-lo, à medida que for dominando a técnica.

Caso o substrato não tenha sido parcialmente curtido, deve-se aguardar algumas semanas até que a temperatura tenha baixado, antes de introduzir as minhocas. Tanto na fase de cura parcial, quanto na época de colocação das oligoquetas, a massa deve ser mantida com umidade entre 25% e 30%.

A introdução das minhocas se faz colocando-as em buracos feitos no substrato. A quantidade indicada é de 1 kg de indivíduos por metro quadrado de canteiro. Aumentando-se essa proporção pode-se encurtar o tempo de compostagem, mas deve-se tomar cuidado para não haver superpopulação. As oligoquetas devem ser colocadas, quando a temperatura ambiente estiver amena e não houver sol forte, para que os indivíduos não sejam prejudicados até que penetrem no substrato. Depois os canteiros podem ser cobertos com uma camada de palha para protegê-los do sol e reduzir a perda de água por evaporação.

Em 40 ou 60 dias, as minhocas vermelhas da Califórnia terão transformado em composto cerca de 90% do esterco. É nessa ocasião que se deve proceder à coleta das minhocas, caso contrário faltará alimento e haverá fuga. A separação das minhocas do composto deve ser feita nas horas mais frescas do dia e, de preferência, na sombra, utilizando-se uma peneira de malha grossa (de 3 a 5 mm de abertura) adaptada a um suporte. Se a quantidade de composto for grande, deve-se adquirir no comércio uma peneira cilíndrica rotativa, dotada de motor. Para transferir o composto do canteiro para a peneira, deve-se utilizar um garfo de dentes para evitar danos às minhocas.

Uma vez isoladas do seu habitat, as minhocas devem seguir seu destino o mais rápido possível: criação e produção de húmus em novo canteiro, que já deverá estar pronto para receber as minhocas; venda de matrizes para outros criadores e utiliza-

ção na alimentação de animais, como peixes, aves e porcos. As matrizes podem ser comercializadas em caixas de 1 ou 2kg, que também devem conter certa quantidade de substrato para alimentá-las.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compostagem de resíduos orgânicos é uma prática secular e indispensável, quando se deseja transformar determinados produtos de origem vegetal ou animal, em fertilizante orgânico de elevada importância para melhorar as propriedades do solo e a produtividade das culturas. A vermicompostagem constitui uma alternativa interessante para se obter um composto de boa qualidade e em menor tempo, além de permitir a reprodução de minhocas para utilização na alimentação de animais ou para comercialização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, F. F.; KIEHL, J. C. Alteração das propriedades químicas do solo pelas oligoquetas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.142-143.

_____; _____. Comportamento de oito espécies de minhocas com potencial de utilização agrônoma no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v.1, p.454-456.

BRASIL. Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982. Regulamenta a Lei 6.894, de 16 de dezembro de 1980, alterada pela Lei 6.934, de 13 de julho de 1981, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados a agricultura, e pelo Decreto-lei 1.899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legbras>>. Acesso em: maio 2001.

GOLUEKE, C.G. *Composting: a study of the process and its principles*. 4.ed. Emmaus: Rodale Press, 1976. 110p.

_____; CARD, B. J.; MACGAVHEY, P. H. Evaluation of inoculums in composting. *Applied Microbiology*, Washington, v.2, n.1, p.45-53, 1954.

_____; DIAZ, L.F. Inoculums and enzymes. In: THE BIOCYCLE: guide to the art & science of

composting. Emmaus: J.G. Press, 1991. p.195-199.

GOTAAS, H.B. *Composting: sanitary disposal and reclamation of organic wastes*. Geneva: World Health Organization, 1956.

HOWARD, A. *An agricultural testament*. London: Oxford University Press, 1947.

KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agrônoma Ceres, 1985. 492p.

_____. *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba, 1998. 171p.

LOSSIN, R.D. Compost studies, disposing of animal wastes: measurement of chemical oxygen demand of compost. *Compost Science*, v.12, n.2, p.31-32, 1971.

LUNT, H.A.; JACOBSON, H.G.M. The chemical composition of earthworm casts. *Soil Science*, Connecticut, v.58, p.367-375, 1944.

MINNICH, J. *The earthworm book*. Emmaus: Rodale Press, 1977.

NAMKOONG, W.; HWANG, E.Y. Operational parameters for composting night soil in Korea. *Compost Science & Utilization*, Emmaus, v.5, n.4, p.46-51, 1997.

POINCELOT, R. P. *The biochemistry and methodology of composting*. New Haven: Connecticut Agricultural Experiment Station, 1975. (Bulletin, 754).

RECLAMATION of municipal refuse by composting. S.I: University of California, 1953. 89p. Sanitary Engineering Research Project. (Technical Bulletin, 9. Series, 37).

SNELL, J.R. Role of temperature in garbage composting. In: THE BIOCYCLE: guide to the art & science of composting. Emmaus: J.G. Press, 1991. p.254-256.

WAKSMAN, S.A.; CORDON, T.C. Thermophilic decomposition of plant residues in compost by pure and mixed cultures of micro-organisms. *Soil Science*, Baltimore, v.47, p.217-225, 1939.

_____; _____. HULPOI, N. Influence of temperature upon the microbiological population and decomposition process in composts of stable manure. *Soil Science*, Baltimore, v.47, p.83-114, 1939a.

_____; UMBREIT, W. W.; CORDON, T. C. Thermophilic actinomycetes and fungi in soil and in compost. *Soil Science*, Baltimore, v.47, p.37-61, 1939b.

WILLSON, G.B.; PARR, J.F.; EPSTEIN, E.; MARSH, P.B.; CHANEY, R.L.; COLACICCO, D.; BURGE, W.D.; SIKORA, L.J.; TESTER, C.F.; HORNICK, S. *Manual for composting sewage by the Beltsville Aerated Method*. Beltsville, 1980.

Adubação verde e rotação de culturas

Júlio César Dias Chaves¹
Ademir Calegari²

Resumo - A adubação verde e a rotação de culturas são práticas que andam sempre juntas e visam basicamente à melhoria da capacidade produtiva e ao manejo e uso racional do solo sob o ponto de vista espacial e temporal. Os avanços na área de manejo de solos, especialmente aqueles voltados ao incremento da matéria orgânica e à sustentabilidade da produtividade dos solos agrícolas, são aspectos que envolvem suas principais características químicas e sua relação com a fertilidade. A adubação verde como cobertura do solo, visa à redução dos danos decorrentes da erosão hídrica. Quanto à rotação de culturas, são indicadas algumas formas mais adequadas e eficientes para exploração de algumas culturas, a fim de otimizar a produtividade do solo e da propriedade. É a busca do aperfeiçoamento do manejo do solo para atingir a sustentabilidade do sistema.

Palavras-chave: Solo; Manejo sustentável; Cobertura; Fertilidade; Erosão; Economia do nitrogênio.

INTRODUÇÃO

A prática da adubação verde consiste no aproveitamento de plantas cultivadas ou crescidas espontaneamente no próprio local ou importadas de outra área, deixadas, preferencialmente, na superfície do solo, com a finalidade de preservar e/ou melhorar a fertilidade das terras agrícolas. A adubação verde tem três objetivos fundamentais:

- a) cobrir o solo: algumas leguminosas, gramíneas, crucíferas e outras exercem este papel com competência, devido à capacidade de cobertura, que forma um manto denso em contato com o solo e impede que a água ganhe volume e movimente-se livremente na superfície do solo, reduzindo seu potencial erosivo;
- b) suprir de nitrogênio e de outros nutrientes: as plantas leguminosas são ricas em compostos orgânicos nitrogenados, devido à capacidade de realizarem a fixação do nitrogênio atmosférico, através da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Em relação a outros nutrientes, não ocorre a adição ao solo, mas a ciclagem,

ou seja, os nutrientes são absorvidos de camadas mais profundas pelos adubos verdes e colocados ao alcance das raízes das culturas comerciais;

- c) melhorar a fertilidade do solo: as leguminosas são as plantas preferentemente utilizadas, pelas suas características de crescimento rápido, por serem grandes produtoras de biomassa e possuírem sistema radicular bem ramificado e profundo. Tais plantas são capazes de modificar a reação do solo (Chaves et al., 1997b), de reduzir o teor de alumínio trocável (Al^{3+}) e de aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC). Estas características garantem às leguminosas a capacidade de produzir efeitos benéficos às explorações econômicas num período mais curto. Em se tratando da melhoria da matéria orgânica, possivelmente as gramíneas terão a preferência, visto tratar-se de plantas que apresentam relações C/N e teores de lignina mais amplos, o que as credenciam a produzir efeitos a longo prazo.

BENEFÍCIOS DA ADUBAÇÃO VERDE

Cobertura do solo

A cobertura do solo com plantas em fase vegetativa e/ou com resíduos destas é o fator isolado de maior importância no controle da erosão hídrica das terras agrícolas. Quando a cultura se desenvolve e cobre o solo (Fig. 6, contracapa), as características químicas, físicas e biológicas ficam protegidas dos agentes climáticos nocivos à vida do solo. Em solos descobertos, a agregação das partículas superficiais é afetada pela energia de impacto das gotas de chuva. As precipitações de alta intensidade desagregam o solo e as partículas menores selam os poros da superfície. Isto contribui para a redução da infiltração da água e, conseqüentemente, favorece o escoamento superficial. A cobertura também favorece a infiltração pela retenção de água na vegetação e pelo desenvolvimento do sistema radicular (Muzilli et al., 1980).

A cobertura do solo diminui a velocidade do escoamento, a concentração e o tamanho dos sedimentos transportados e,

¹Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. IAPAR, Caixa Postal 481, CEP 86010-970 Londrina-PR. Correio eletrônico: chaves@pr.gov.br

²Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. IAPAR, Caixa Postal 481, CEP 86010-970 Londrina-PR. Correio eletrônico: asoiapar@pr.gov.br

conseqüentemente, as taxas de perdas de solo. Rufino et al. (1985) mostraram a importância da cobertura do solo no cafeeiro na redução das perdas de solo (Latossolo Roxo Distrófico) com 6% de declividade. Nascimento & Lombardi Neto (1999), trabalhando com três leguminosas em um Latossolo Roxo Distrófico de Campinas, com média anual de precipitação de 1.300mm, mostraram que a redução das perdas do solo deveu-se ao aumento da cobertura vegetal (Quadro 1). Alguns exemplos do efeito de coberturas do solo sobre as perdas de solo e água podem ser encontrados no Quadro 2 (Cassol et al., 1987, citado por Fontaneli, 1991).

Fertilidade do solo

A influência exercida pela adubação verde sobre as diferentes características inerentes à fertilidade do solo pode ser resumida em seus aspectos principais.

Matéria orgânica

Ao se empregar a adubação verde, o principal benefício obtido será a melhoria da fertilidade do solo pelo seu enriquecimento em matéria orgânica (Muzilli et al., 1980). Esse aumento no teor de matéria orgânica com utilização da adubação verde foi demonstrado por Chaves (2000) (Quadro 3). A leucena (*Leucaena leucocephala*), quando plantada em duas linhas por rua

de cafeeiro, após dez anos, aumentou o teor de carbono orgânico (C) em 2,9g/dm³ comparativamente ao início do trabalho, e em 5,4g/dm³ em comparação à testemunha. Esse aumento da matéria orgânica provocou também aumento na CTC, o que é um índice de melhoria da fertilidade do solo. A adubação verde adiciona carbono advindo da fixação de CO₂ do ar via fotossíntese, proporcionando *input* de material orgânico novo. Outros trabalhos científicos desenvolvidos comprovam o aumento da matéria orgânica pela utilização de adubação verde (Pavan et al., 1986, Chaves et al., 1997a e Chaves, 2000).

Vale ressaltar que as alterações no teor de matéria orgânica no solo normalmente não ocorrem com uma única aplicação, mas com o uso contínuo da adubação verde. Em áreas extensas, a adubação verde pode ser vista como uma solução, devido à dificuldade do fornecimento de matéria orgânica com o uso de esterços e/ou composto orgânico.

Capacidade de troca de cátions

A adubação verde promove a adição de matéria orgânica no solo e causa aumento na CTC do solo. A troca de íons no solo ocorre na superfície dos minerais de argila, matéria orgânica e raízes. A capacidade produtiva de um solo pode ser estimada pela sua CTC. As técnicas de manejo que aumentam a matéria orgânica, tais como adubação verde, roçada de plantas invasoras, composto orgânico, contribuem para o aumento da produtividade dos solos ácidos através do aumento da CTC destes solos.

Reação do solo

A adubação verde provoca uma série de alterações no solo, porém, uma das mais evidentes é no pH, ou seja, na acidez ativa do solo. Com o aumento da acidez, a disponibilidade de alguns nutrientes diminui e ocorre aumento de manganês (Mn²⁺) e de elementos tóxicos como o alumínio (Al³⁺) e metais pesados (Pavan & Chaves, 1998). A adição de resíduos de plantas, em geral, diminui a acidez do solo. Este efeito, naturalmente, depende da quantidade de resíduos adicionados e da sua concentração em cátions básicos. Chaves et al. (1997b)

QUADRO 1 - Perdas médias de solo (t/ha) sob cultivo de leguminosas e sem cobertura para períodos isolados durante 6 anos agrícolas

Coberturas	Períodos (dias)			
	0-30	30-60	60-90	90-120
Sem cobertura	7,62	8,96	34,19	70,42
Crotalária juncea	2,32	3,78	0,02	16,80
Mucuna-preta	2,13	3,31	5,94	6,43
Labelabe	3,78	4,05	9,11	13,34

FONTE: Dados básicos: Nascimento & Lombardi Neto (1999).

QUADRO 2 - Perdas médias de solo e de água por erosão em diferentes tipos de cobertura e manejo do solo durante 10 anos

Tratamentos	Perdas de solo (t/ha/ano)	Perdas de água (Mm/ha/ano)
Solo descoberto	99,0	311
Trigo/soja convencional	15,0	105
Trigo/soja plantio direto	0,7	17
Setária + siratro	0,2	4

FONTE: Dados básicos: Cassol et al. (1987), citado por Fontaneli (1991).

QUADRO 3 - Efeito do adubo verde leucena (*Leucaena leucocephala*) e da adubação mineral sobre o teor de carbono orgânico no solo e sobre a capacidade de troca catiônica, após 10 anos da aplicação dos adubos

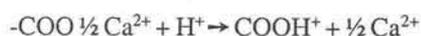
Tratamentos	CTC (Mmol _c /dm ³)	C (g/dm ³)
Testemunha	123	17,2
Adubação mineral	117	17,5
Adubação verde com leucena	139	22,6

FONTE: Dados básicos: Chaves (2000).

NOTA: C - Carbono orgânico; CTC - Capacidade de troca catiônica.

avaliaram o efeito de algumas espécies de adubos verdes sobre o pH do solo e constataram que, independente do tipo de solo ou plantas de cobertura, os valores de pH sempre aumentaram (Gráfico 1). Miyazawa et al. (1993) verificaram que os resíduos de espécies distintas de adubos verdes têm diferentes capacidades para aumentar o pH do solo e diminuir o teor de alumínio; as leguminosas causam maiores diminuições da acidez em relação às gramíneas e, por conseguinte, provocam maior neutralização do alumínio.

Durante a decomposição dos resíduos vegetais, além do fornecimento de nutrientes, ocorre também a produção de ligantes orgânicos com capacidade de adsorção de H^+ , de acordo com reação:



Esta reação aumenta o pH e o teor de cálcio da solução do solo. Os ligantes orgânicos são solúveis em água, podendo mover-se no fluxo de massa e causar alterações na fertilidade das camadas subsuperficiais, como aumento na saturação de bases e diminuição na saturação de alumínio (Pavan & Chaves, 1998). O efeito dos resíduos orgânicos sobre o pH é considerado temporário e de menor duração que a calagem convencional, no entanto, pode melhorar a fertilidade dos solos ácidos nos períodos críticos para as culturas, especialmente para o cafeeiro e a macieira.

Adição de nitrogênio

A adubação verde com plantas fixadoras de nitrogênio atmosférico (N_2) é uma das formas mais eficientes de utilização deste processo para fins agrícolas, portanto esta prática deveria ter seu uso incrementado nos diversos sistemas de produção agrícola (Polli et al., 1996). O nitrogênio tem sido o parâmetro mais estudado quando se refere ao efeito da adubação verde nas culturas comerciais. Isto ocorre porque esta prática é realizada comumente com leguminosas fixadoras de nitrogênio, as quais fornecem quantidades apreciáveis deste nutriente ao solo. De modo geral, cerca de 2/3 do conteúdo de nitrogênio dessas espécies são obtidos através da fixação biológica. Assim sendo, ao se incorporar essas plan-

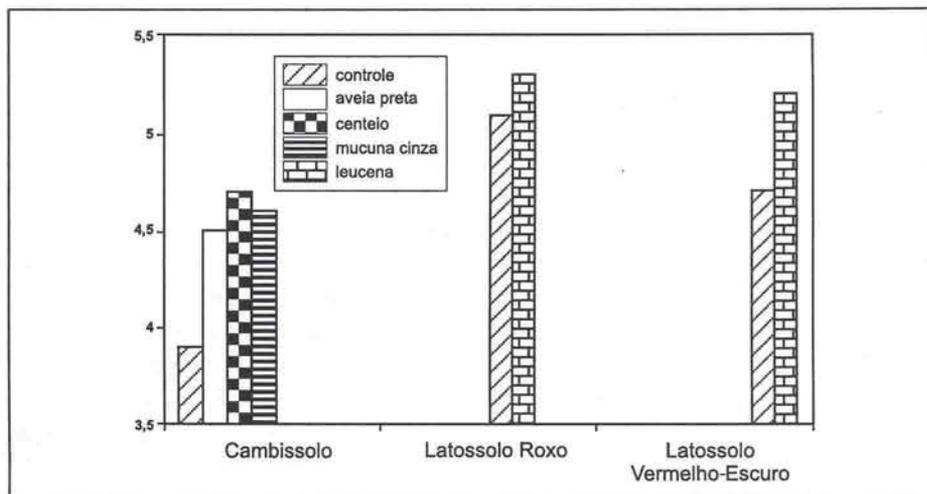


Gráfico 1 - Efeito da cobertura vegetal sobre o pH em diferentes tipos de solo
 FONTE: Dados básicos: Chaves et al. (1997b).

tas no solo, além da reciclagem do nutriente mobilizado do próprio solo, haverá ainda o fornecimento adicional do nitrogênio fixado pelas bactérias e armazenado na parte aérea das plantas.

Em trabalhos desenvolvidos no Paraná, foram avaliadas algumas leguminosas quanto ao potencial para fixarem o N_2 . Entre as leguminosas mais eficientes são citadas: serradela (*Ornithopus sativus*), ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.), tremço-azul (*Lupinus angustifolius* L.), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), mucuna-preta (*Stizolobium atterimum*) e leucena (*Leucaena leucocephala*) (Postiglioni, 1985, Calegari, 1991 e Chaves, 2000).

Alguns resultados demonstram a viabilidade da prática de adubação verde e mos-

tram a possibilidade de reduzir o uso de nitrogênio mineral nas culturas comerciais e, assim, diminuir a dependência do produtor pelo fertilizante e, conseqüentemente os custos de produção. Além disso, a redução do nitrogênio mineral na agricultura certamente causará outro impacto, talvez de maior dimensão, isto é, a menor degradação ambiental. Um exemplo desta possibilidade foi o trabalho conduzido no Paraná através do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D-Café), em que se demonstrou a importância da adubação verde no equilíbrio nutricional do cafeeiro e obteve-se produtividade superior em relação às plantas não adubadas (Gráfico 2). Muzilli et al. (1989) demonstra-

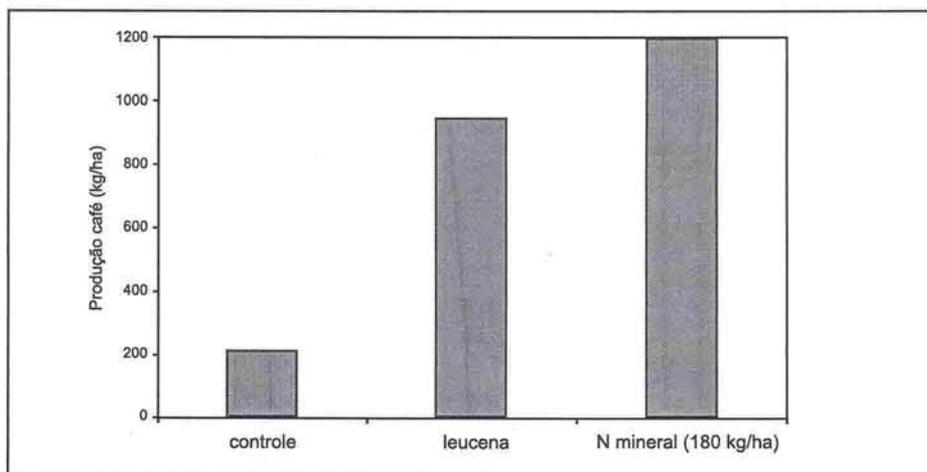


Gráfico 2 - Produção de café beneficiado em função dos tipos de adubação
 FONTE: Dados básicos: Chaves (2000).

ram que algumas espécies de adubos verdes de inverno podem fornecer o equivalente a 80kg de N/ha para a cultura do milho, reduzindo e/ou suprimindo a aplicação de fertilizantes nitrogenados minerais. No Rio Grande do Sul, Amado et al. (1999) constataram grandes quantidades (mais de 1.000kg) de nitrogênio acumulado no solo, durante nove anos de plantio de culturas de cobertura, associando gramíneas com leguminosas.

A pronta liberação, no solo, do nitrogênio fixado pelo adubo verde depende da relação C/N. Em geral, esta relação na parte aérea dos adubos verdes varia de 15 a 38. Nas raízes, esta relação é mais larga, variando de 26 a 83. No milho, por exemplo, no primeiro cultivo, após o corte do adubo verde, a produção aumenta com a diminuição da relação C/N do material vegetal, indicando os benefícios da mineralização do N orgânico. Por outro lado, no segundo ano, a produção de milho é maior com o aumento da relação C/N do adubo verde, indicando aproveitamento do N orgânico residual.

O uso de coberturas vegetais nos sistemas agrícolas contribui para diminuir a lixiviação de nitrato (NO_3^-), um dos mais importantes processos de perdas do N no ciclo biológico e de acidificação do solo. O fertilizante N inorgânico é completamente solúvel e, portanto, vulnerável à lixiviação. Por outro lado, o N orgânico (N_2 fixado pelo adubo verde) é mineralizado lentamente no solo o que ameniza as perdas por lixiviação.

Física do solo

A adubação verde atua sobre as propriedades físicas do solo obedecendo aos mesmos princípios gerais relativos à matéria orgânica, ou seja, quando todos os fatores são iguais, o solo com elevado teor de matéria orgânica apresenta melhores condições físicas (Polli et al., 1996).

O efeito da adição de adubos verdes sobre as propriedades físicas do solo depende circunstancialmente da quantidade e qualidade da biomassa produzida pela espécie utilizada, dos fatores climáticos e das características do solo. As propriedades físicas mais afetadas pela adição da biomassa do adubo verde são: estabilidade dos agregados, densidade, infiltração de

água, capacidade de retenção de água e temperatura.

A agregação do solo é definida como a união de partículas do solo (argila-fon-matéria orgânica-areia e silte) em unidades secundárias, sendo a estabilidade dos agregados caracterizada como a resistência a uma ação degradante, particularmente a água. A agregação do solo controla os movimentos internos de água, ar e calor e a proliferação de raízes. A adição de resíduos vegetais, composto orgânico e roçada das plantas invasoras aumentam a agregação das partículas de solo, sendo indicadas para solos depauperados. A incorporação de adubos verdes com relação C/N estreita tem um efeito relativamente curto sobre a estabilidade dos agregados. Por esta razão estes materiais devem ser adicionados ao solo continuamente.

A densidade do solo apresenta tendência de diminuir com a utilização da adubação verde, porque o material incorporado apresenta uma menor relação massa-volume do que a matriz do solo. Alguns pesquisadores têm relatado o efeito positivo da incorporação de resíduos orgânicos na redução da densidade do solo (Kiehl, 1985, Pavan & Chaves, 1998 e Andreola et al., 2000).

A água no solo desempenha um papel importante como meio natural de transporte de íons para as raízes, sendo um dos principais fatores na determinação do potencial produtivo de um solo. As técnicas de manejo que aumentam a reciclagem de resíduos vegetais e os mantêm na superfície do solo, aumentam a infiltração e diminuem as perdas de água por evaporação, constituindo-se em um dos importantes meios de conservação de água.

Em relação à temperatura do solo, é reconhecido que as práticas de manejo que causam acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo, alteram o regime de temperatura, devido ao efeito de isolante térmico. A exemplo, o sistema de plantio direto propicia uma menor temperatura do solo, quando comparado com o convencional (Sidiras & Pavan, 1986).

Biologia do solo

A matéria orgânica, ao se decompor, dá

origem a uma série de reações bioquímicas das quais participam inúmeras bactérias do solo. Pode-se citar dentre estas bactérias: as de amonificação, que transformam o N orgânico em amoniacal; as de nitrosação, que transformam o N amoniacal em ácido nitroso e as de nitrificação, que oxidam o ácido nitroso transformando-o em nítrico, que é a forma preferencialmente absorvida pelas plantas.

Os adubos verdes, incorporados ou não, determinam o aumento do crescimento e da atividade dos microrganismos, o que pode causar a seleção de espécies e modificar a composição de suas populações nativas, conforme relatado por Colozzi Filho (1999). Assim, a alternância no cultivo de espécies vegetais é importante para a manutenção do equilíbrio biológico do solo, evitando a seleção de espécies microbianas e mantendo a biodiversidade.

Ocorrência de nematóides

Algumas espécies de plantas indicadas para adubação verde podem evitar a multiplicação de nematóides fitoparasitas que causam grandes danos às culturas principais. A mucuna-cinza (*Stizolobium pruriens*), mucuna-anã (*Stizolobium deeringianum*), crotalaria espectável (*Crotalaria spectabilis*), leucena (*L. leucocephala*) e amendoim-cavalo (*Arachis hipogaea*), como espécies de verão são muito eficientes na redução da população de nematóides. O caupi (*Vigna unguiculata*) e labelabe (*Dolichos labelabe*) são plantas hospedeiras, não devendo ser utilizadas em áreas com suspeita de existência de nematóides. Entre as espécies de inverno, bons resultados foram alcançados com aveia preta (*Avena strigosa*), alfafa (*Medicago sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*). Os tremoços são hospedeiros de *Meloidogyne incognita* não sendo recomendáveis em áreas com presença ou suspeitas de nematóides (Silva, 1991).

Segundo Sharma et al. (1982), os prejuízos causados pelos nematóides serão progressivos se não houver métodos eficientes de controle. O emprego de produtos químicos é muito caro e de difícil aplicação em condições de lavoura extensiva. É provável que o manejo do solo com plantas resistentes por um a dois anos, para baixar

a população dos nematóides, e depois entrar com a cultura, seja uma das soluções mais viáveis economicamente. O produtor necessita estar consciente que no período de manejo, o solo deverá estar permanentemente coberto com espécies resistentes e não poderá deixar crescer plantas hospedeiras na área.

Economia de capina

O uso de adubos verdes em culturas perenes pode diminuir a incidência de plantas invasoras e reduzir substancialmente o tempo com capina. No cafeeiro foi observada uma economia de 57% com o plantio de leucena e até 39% com amendoim-cavalo (Chaves, 2000 e Chaves et al. 1997a).

CARACTERÍSTICAS DAS PLANTAS UTILIZADAS COMO ADUBO VERDE

Conforme Kiehl (1985) e Calegari (1998), para serem utilizadas como adubação verde, as plantas devem ter as seguintes características: produzir grande volume de matéria seca; serem pouco sujeitas ao ataque de pragas e doenças; apresentar boa adaptabilidade nas distintas regiões; possuir sementes que germinem com facilidade, sem necessidade de escarificação; apresentar crescimento rápido; dispensar os fertilizantes minerais; necessitar de pouco ou nenhum tratamento cultural e não apresentar caráter de invasora. Além destas, podem-se acrescentar outras características desejáveis como: boa capacidade de cobertura do solo, formando um manto denso e resistente para evitar erosão; não serem hospedeiras de nematóides e apresentarem facilidade para a produção de sementes em nível de produtor.

ALGUMAS ESPÉCIES INDICADAS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Existem muitas espécies de verão e de inverno indicadas para adubação verde. De modo geral, essas plantas crescem bem em condições de baixa a média fertilidade do solo. Na escolha da planta a ser utilizada, deve-se dar preferência àquelas com crescimento rápido e boa cobertura de solo e que produzam grande quantidade de bio-

massa. Também, dependendo dos objetivos, devem-se preferir as espécies de ciclo mais longo que protegem o solo por maior período. A seguir, serão relacionadas algumas espécies utilizadas para adubação verde, no entanto, outras espécies são citadas por Calegari (1995) e Calegari et al. (1993).

Espécies de verão

Amendoim-cavalo (*Arachis hipogaea*)

Essa leguminosa apresenta sementes graúdas, tem hábito de crescimento rasteiro, crescimento rápido e boa cobertura do solo, boa capacidade de produção de biomassa e possui ciclo longo. Com a semeadura feita em setembro, o florescimento pleno ocorrerá em março. É uma planta resistente aos nematóides de ciclo anual. O peso de 1.000 sementes é de 1.100g.

Mucuna-cinza (*Stizolobium pruriens*)

Leguminosa que apresenta sementes graúdas, tem hábito de crescimento rasteiro, grande velocidade de crescimento e ótima capacidade de cobertura do solo, grande produção de biomassa, boa tolerância a cercosporiose e viroses. Tem ciclo de, aproximadamente, 140 dias, da semeadura ao florescimento. Seu hábito de crescimento indeterminado e de comportamento volúvel requer o manejo dos ponteiros dos ramos, quando for intercalada a culturas perenes (Calegari, 1995). É resistente aos nematóides. O peso de 1.000 sementes é de 610g.

Mucuna-anã (*Stizolobium deeringianum*)

Leguminosa que apresenta sementes graúdas, tem hábito de crescimento semi-erecto, podendo atingir 80cm de altura, capacidade razoável de produção de biomassa, boa velocidade de crescimento e razoável capacidade de cobertura do solo. Seu ciclo é de, aproximadamente, 90 dias até o florescimento. É resistente aos nematóides. O peso de 1.000 sementes é de 530g.

Crotalária spectábilis (*Crotalaria spectabilis*)

Leguminosa cujas sementes são miúdas, possui hábito de crescimento erecto, razoável velocidade de crescimento e média

capacidade de cobertura do solo. Tem ciclo de, aproximadamente, 100 dias até o florescimento. É resistente aos nematóides. O peso de 1.000 sementes é de 18g.

Crotalária mucronata (*Crotalaria mucronata*)

Apresenta sementes miúdas, arbustiva de porte médio, grande capacidade de produção de biomassa, baixa velocidade de crescimento e média capacidade de cobertura do solo. É uma leguminosa de ciclo tardio. O peso de 1.000 sementes é de, aproximadamente, 7g.

Leucena (*Leucaena leucocephala*)

Leguminosa de ciclo perene, tem hábito de crescimento erecto, possui sementes achatadas, de tamanho médio e, por serem duras, necessitam de quebra de dormência para facilitar a germinação (as sementes são colocadas em água quente a 70°C e deixadas até a água esfriar. Posteriormente elas são secas e podem ser semeadas). O crescimento inicial da planta é lento, porém, após o primeiro corte, cresce rapidamente, o que proporciona de três a quatro cortes anuais. É resistente aos nematóides do gênero *Meloidogyne*. O peso de 1.000 sementes varia de 42 a 50g.

Labelabe (*Dolichus lablab* L.)

Leguminosa com sementes de tamanho médio, apresenta crescimento rasteiro e é menos agressiva que a mucuna-cinza. Tem boa velocidade de crescimento e grande capacidade de produção de biomassa. Possui ciclo longo, cerca de 100 dias até o florescimento. É planta hospedeira de nematóides. O peso de 1.000 sementes é de, aproximadamente, 240g.

Guandu (*Cajanus cajan*)

Leguminosa arbustiva semiperene, com vida de até três anos, quando podada anualmente. Produz grande quantidade de biomassa e seu sistema radicular é agressivo. Pode ser podada entre 20 e 40cm de altura para permitir o rebrote, ou ser podada bem baixo com roçadeira ou rolo-faca, no pré-florescimento, se não desejar que brote. O peso de 1.000 sementes é de, aproximadamente, 134g.

Milheto (*Pennisetum americanum* sin. *typhoides*)

Gramínea anual que apresenta alta resistência à seca; crescimento rápido com elevado potencial de perfilhamento. Em condições normais atinge 1,5 a 1,7m de altura. Ciclo em torno de 100 a 120 dias. O peso de 1.000 sementes é igual a 4g.

Espécies de inverno

Tremoço-branco (*Lupinus albus*)

Leguminosa anual de porte alto e erecto, floresce aos 70 dias após a germinação. Tem boa capacidade de produção de biomassa; suporta bem o calor. É planta hospedeira de nematóides, não sendo recomendável em áreas com suspeita do patógeno. O peso de 1.000 sementes é de, aproximadamente, 400g.

Ervilhaca peluda (*Vicia villosa*)

Leguminosa anual de bom crescimento e com grande capacidade de cobertura do solo. Tem grande capacidade de produção de biomassa. Desenvolve-se em solo com baixa fertilidade. Possui ciclo longo, florescendo aos 140-160 dias após a semeadura. O peso de 1.000 semente é de, aproximadamente, 38g.

Ervilha forrageira (*Pisum sativum* subesp. *Arvense*)

Leguminosa com boa velocidade de crescimento e grande capacidade de cobertura do solo. Apresenta boa rusticidade, suportando bem temperaturas elevadas. O florescimento ocorre aos 80 a 110 dias da semeadura. O peso de 1.000 sementes é 100g.

Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)

Crucífera que apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Apresenta boa capacidade de cobertura do solo e grande produção de biomassa. Desenvolve-se bem em solos de média fertilidade. O peso de 1.000 sementes é 14g.

Aveia preta (*Avena strigosa*)

Gramínea rústica com boa capacidade de perfilhamento, pouco exigente quanto à fertilidade do solo; apresenta resistência à seca. Possui hábito de crescimento erecto e razoável produção de biomassa; 1.000 sementes pesam 15g.

ÉPOCAS DE SEMEADURA E MODALIDADES DE ADUBAÇÃO VERDE

Os adubos verdes de verão são semeados no período de setembro a dezembro e os de inverno de abril a junho, obedecendo os critérios relacionados abaixo.

Plantio intercalado com culturas perenes

É feito preferentemente no período de verão, época de maior incidência de chuvas. O número de linhas do adubo verde depende fundamentalmente do espaçamento da cultura principal e do hábito de crescimento do adubo verde. Em geral, utiliza-se de 50% a 60% do espaço livre (EL) existente na cultura comercial. Por exemplo, uma lavoura cafeeira espaçada de 4,0m e que tem um EL em torno de 1,5 a 1,7m na entrelinha, pode receber uma linha de mucuna-cinza (hábito de crescimento rasteiro) ou duas linhas de mucuna-anã (ou crotalária mucronata ou amendoim-cavalo), ou, ainda, três linhas de crotalária spectabilis. No Quadro 4 são apresentadas sugestões para a utilização dos principais adubos verdes intercalados a culturas perenes como cafeeiro e frutíferas.

Plantio intercalado com culturas anuais

O adubo verde pode ser semeado, por exemplo, dentro da cultura do milho, quando este estiver na fase de pendramento. Após a colheita do milho, toda a massa vegetal pode ser incorporada ou deixada na superfície do solo. A mucuna-cinza e o

labelabe são duas espécies adequadas para este modo de utilização. Sugere-se o plantio de uma linha de leguminosa a cada duas linhas de milho ou de sorgo granífero.

Cultivo exclusivo do adubo verde de verão/inverno

Coincide com a época usual de semeadura da cultura comercial (primavera). Deve-se planejar um esquema de rotação anual com as culturas anuais de verão, semeando-se num ano o adubo verde e no ano seguinte a cultura comercial; pode-se também combinar a semeadura de adubos verdes de verão e inverno, cuidando-se para que uma cultura comercial venha após uma adubação verde. A utilização de adubos verdes de inverno em rotação com uma cultura comercial de verão é uma prática recomendável. Muitos resultados têm sido relatados mostrando a vantagem desta técnica na melhoria do solo e produtividade das culturas (Muzilli et al., 1980, Calegari, 1998, Ambrosano et al., 1997 e Penálva & Calegari, 1999).

MANEJO DOS ADUBOS VERDES

A semeadura dos adubos verdes deve ser feita no solo limpo, a fim de que a planta domine o meio e não seja afetada pelas plantas invasoras. Se houver infestação, haverá necessidade de capina. As leguminosas e as gramíneas de crescimento erecto não demandam grandes práticas, como poda, desbastes etc. Os adubos verdes com hábito de crescimento indeterminado, como a mucuna-cinza, mucuna-preta e o labelabe, devem ter seus ramos laterais podados, quando atingirem a cultura comercial.

QUADRO 4 - Densidade de semeadura de adubos verdes em culturas perenes

Adubo verde	Espaço entre linha (m)	Espaço na linha (m)	Sementes/m	Número de linhas ⁽¹⁾ (EL)
Amendoim-cavalo	0,7	0,20	10	1 a 3
Mucuna-cinza	2,0	0,20	10	1 a 2
Mucuna-anã	0,5 a 0,7	0,20	10	2 a 4
Crotalária spectabilis	0,5	0,05	40	2 a 4
Crotalária mucronata	0,7	0,05	40	1 a 3
Caupi	0,7	0,20	10	1 a 2
Leucena	1,0	0,10	20	1 a 2

(1) Pode ser alterado de acordo com o espaço livre (EL) entre as linhas das culturas.

O corte dos adubos verdes é realizado no florescimento pleno e pode ser feito manualmente com enxada, quando a área for pequena, ou através de roçadeira ou rolo-faca. A massa produzida geralmente permanece na superfície do solo, como uma camada (*mulching*) protetora do solo, até sua decomposição total, se o adubo verde estiver intercalado a uma cultura perene, ou poderá ser incorporado, quando estiver intercalado a uma cultura anual (pós-colheita) ou se o cultivo for em área exclusiva.

Com relação à leucena, que é uma leguminosa perene de crescimento erecto, seu cultivo deve ser realizado nas entrelinhas de cafeeiros, frutíferas etc. A leucena aceita muito bem a poda e recupera-se prontamente após esta prática. Realizam-se de 3 a 4 cortes anuais, sempre com a planta mais baixa que a cultura principal; toda a massa é distribuída superficialmente na entrelinha. Para facilitar a colheita na lavoura comercial, é necessário fazer antes uma poda bem baixa no adubo verde.

ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas é o cultivo de espécies diferentes de forma alternada, visando à otimização de uso do solo e à maior eficiência produtiva, melhora a fertilidade, reduz a degradação por erosão, diminui a incidência de pragas e doenças, reduz as plantas invasoras e provoca menor alteração ambiental.

O cultivo continuado de uma mesma espécie vegetal pode aumentar a incidência de doenças e pragas, quando os agentes transmissores permanecem nos restos de culturas. Uma seqüência de culturas, em que estas não sejam atacadas pelas mesmas doenças e pragas, pode cortar seu ciclo, evitando, assim, sua expansão.

Este sistema de produção consiste numa seqüência de culturas, levando-se em consideração, além da rotação, o melhor aproveitamento da terra, das máquinas e dos insumos. Por serem regionais e intimamente ligados com as culturas de possível exploração econômica na região, com suas épocas de plantio e colheita, os sistemas de produção, por sua vez, dependem de variedades com características diferentes e adaptadas à região (Alcover, 1976).

Para a obtenção de máxima eficiência

na melhoria da capacidade produtiva do solo, devem ser contempladas, no seu planejamento, plantas comerciais que produzam grandes quantidades de biomassa e plantas destinadas à cobertura vegetal do solo, cultivadas quer em condição solteira, quer em consórcio com culturas comerciais (Gaudêncio, 1991).

Planejamento da lavoura

O sucesso da rotação de cultura depende do planejamento da lavoura. Nesse planejamento é necessário considerar que a rotação de culturas não é uma prática isolada e deve ser precedida do emprego de algumas técnicas que já estão à disposição dos agricultores, entre as quais destacam-se (Gaudêncio, 1991): sistema regional de conservação do solo (microbacias); calagem e adubação; processos de cultivo (preparo do solo, época de semeadura, cultivares adaptadas, densidade de plantio, controle de plantas invasoras, pragas e doenças); semeadura direta; integração agropecuária e silvicultura.

A escolha das culturas e do sistema de rotação deve atender para as particularidades regionais e as perspectivas de comercialização dos produtos.

O uso da rotação de culturas conduz à diversificação das atividades na propriedade, que pode ser de culturas anuais exclusivas ou culturas anuais e pastagem. Em ambos os casos, é requerido o planejamento da propriedade a médio e longo prazos, para que a adoção se torne exequível.

Para que a rotação de culturas melhore

os atributos do solo, no seu planejamento deve ser contempladas plantas destinadas à cobertura vegetal do solo, cultivadas quer em condições solteiras, quer em consórcio com culturas comerciais. Na escolha da cobertura vegetal do solo, além da produção de grande quantidade de biomassa, deve-se dar preferência a plantas fixadoras de nitrogênio, a plantas que não sejam hospedeiras de nematóides, ou que apresentem efeito alelopático para as culturas comerciais.

Alguns exemplos de sistemas de rotação de culturas são:

- soja cultivada em rotação com o milho ou espécies de verão para cobertura vegetal do solo;
- culturas de inverno, antecedendo a cultura do milho ou algodão, como as ervilhacas, o nabo forrageiro, a aveia preta e o trigo;
- trigo, cevada, aveia preta e azevém, antecedendo a cultura de soja. O tremoço não deve anteceder a soja;
- cevada e aveia preta após o milho. O milho e o trigo não devem ser semeados após a cevada;
- labelabe, mucunas e crotalárias para cobertura verde no verão, quer seja em cultivo solteiro, quer em consórcio de uma dessas espécies com o milho.

Os rendimentos do milho cultivado após culturas de inverno são mostrados por Calegari (1998) (Quadro 5). Outros resultados interessantes foram obtidos cultivando-se milho e mucuna no primeiro ano e algodão no segundo (Ambrosano et al., 1997).

QUADRO 5 - Rendimentos de milho (kg/ha) cultivado em dois sistemas de plantio e duas doses de nitrogênio, após diferentes culturas de inverno

Culturas de inverno	Dose de Nitrogênio (kg/ha)			
	Plantio direto		Plantio convencional	
	0	90	0	90
Ervilha comum	7.338	7.641	6.094	6.438
Ervilha peluda	6.883	7.344	5.608	5.775
Tremoço azul	6.872	6.419	5.916	6.303
Nabo forrageiro	5.755	6.994	5.566	6.177
Aveia preta	4.586	6.836	5.436	6.127
Pousio	4.441	5.991	4.827	5.938

FONTE: Dados básicos: Calegari (1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura atual está a cada dia necessitando de quantidades mais elevadas de fertilizantes minerais que custam muito caro, elevam os custos de produção e poluem o meio ambiente. O manejo racional do solo, utilizando-se da adubação verde e rotação de culturas, poderá aumentar o rendimento das culturas a curto prazo; melhorar a fertilidade dos solos depauperados a médio e a longo prazos, diminuindo a dependência do produtor por fertilizantes minerais, especialmente os nitrogenados; diminuir os custos de produção, tornando as atividades mais competitivas e sobretudo com um resultado extraordinário quanto à preservação do meio ambiente. Isto não significa, em absoluto, que os fertilizantes minerais devam ser abolidos, mas uma tomada de consciência, visando sua utilização de forma mais equilibrada. Todo produtor deveria procurar mais informações, a fim de utilizar estas práticas com mais eficiência para obter da terra tudo aquilo que ela nos oferece:

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOVER, M. (Coord.). Rotação de culturas e sistemas de produção. In: IAPAR. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976. v. 1, cap. 5, p.153-163.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FER-
NANDES, S.B.V.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n. 3, p. 679-686, 1999.
- AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; MURAOKA, T. **Leguminosas para adubação verde: uso apropriado em rotação de culturas**. Campinas, 1997. 24 p. Apostila.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e de adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 857-865, 2000.
- CALEGARI, A. Efeito dos resíduos de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* - L.) no rendimento do milho. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3., 1991, Cascavel. **Ata...** Cascavel: OCEPAR, 1991. p. 127.
- _____. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118 p. (IAPAR. Circular, 80).
- _____. Towards sustainable agriculture with a no-tillage system in south Brazil. In: CONSERVATION TILLAGE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE, 1998, Harere, Zimbabwe. [Proceedings...] Harere: FAO, 1998 p. 239-246.
- _____; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L.P.; COSTA, M.B.B.; ALCÂNTARA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.
- CHAVES, J.C.D. Efeito de adubações mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café, 2000. v.2, p. 1389-1392.
- _____; GORRETA, R.H.; DEMONER, C.A.; CASANOVA JUNIOR, G.; FANTIN, D. **O amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira**. Londrina. IAPAR, 1997a. 20p. (IAPAR. Boletim Técnico, 55).
- _____; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Input of dry matter and nutrients to the soil from cover plants cultivated between rows of perennial crops and their effects on soil reaction. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 47-55, 1997b.
- COLOZZI FILHO, A. **Dinâmica populacional de fungos micorrízicos arbusculares no agrossistema cafeeiro e adubação verde com leguminosas: solos e nutrição de plantas**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FONTANELI, R.S. Rotação de culturas e adubação verde em propriedades com exploração pecuária. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3., 1991, Cascavel. **Ata...** Cascavel: OCEPAR, 1991. p.39-52.
- GAUDÊNCIO, C. A. Indicações de rotação de culturas para o estado do Paraná. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3., 1991, Cascavel. **Ata...** Cascavel: OCEPAR, 1991. p.165-178.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n.3, p. 411-416, set. / dez. 1993.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. D. de; CALEGARI, A. **Adubação do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 29 p. (Série Técnica, 4).
- _____; VIEIRA, M. J.; PARRA, M. S. Adubação verde In: IAPAR. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1980. v. 3, cap. 3, p. 77-97.
- NASCIMENTO, P. C.; LOMBARDI NETO, F. Razão de perdas de solo sob cultivo de três leguminosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n. 1, p. 121-125, 1999.
- PAVAN, M.A.; CARAMORI, P.H.; ANDROCIO FILHO, A.; SCHOLZ, M.F. Manejo da cobertura do solo para formação e produção de uma lavoura cafeeira - I: influência na fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 187-192, fev. 1986.
- _____; CHAVES J.C.D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas**. Londrina: IAPAR, 1998. 36 p. (IAPAR. Circular, 98).
- PENÁLVA, M.; CALEGARI, A. **Abonos verdes como integrantes de sistemas de produção horticolas y frutícolas**. Canelones: MGAP / GTZ, 1999.
- POLLI, H. de.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de.; FRANCO, A.A. Adubação verde: parâmetros para avaliar a sua eficiência. In: CONGRESSO BRASILEIRO E ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 8., 1990, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 225-242.
- POSTIGLIONI, S.R. Efeito do nitrogênio mineral e leguminosas sobre a produção forrageira de quatro gramíneas subtropicais. Londrina: IAPAR, 1985. 18 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 17).
- RUFINO, R. L. ; HENKLAIN, J.; C. BISCAIA, R. C. M. Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 277-280, set. /dez. 1985.
- SHARMA, R. D.; PEREIRA, J.; RESCK, D. V. S. **Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 1982. 30 p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 13).
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.3, p.181-184, set. / dez. 1986.
- SILVA, J. F. V. Efeito de adubos verdes sobre *Meloidogyne incognita*: resultados preliminares. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 3., 1991, Cascavel. **Ata...** Cascavel: OCEPAR, 1991. p. 145.

Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos

Jorge Ribaski¹
Luciano Javier Montoya²
Honorino Roque Rodigheri³

Resumo - Apresenta-se uma síntese dos benefícios que as árvores proporcionam ao ambiente e aos componentes agrícolas e pecuários. São descritos conceitos e princípios que regem esses sistemas de produção, que têm como objetivo a conservação dos recursos produtivos de forma sustentável, além da obtenção de resultados econômicos, sociais e ambientais. As informações sobre as técnicas de manejo florestal objetivam motivar profissionais e produtores rurais para a adoção desses sistemas, mostrando os vários benefícios que as árvores, integradas com cultivos anuais e/ou pastagens, podem proporcionar, nas unidades produtivas. É mostrada a contribuição destes sistemas, caracterizados por distintos arranjos de seus componentes, interagindo no tempo e no espaço, para a solução de problemas, como a recuperação de áreas degradadas e a conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Recursos florestais; Sistemas de uso da terra; Sustentabilidade; Serviços ambientais; Recursos naturais.

INTRODUÇÃO

Com o recente reconhecimento e a conscientização da importância dos valores ambientais, econômicos e sociais das florestas, podem-se perceber, no cenário mundial, fortes tendências para mudanças significativas na forma de uso da terra, com a utilização de sistemas produtivos sustentáveis que considerem, além da produtividade biológica, os aspectos socioeconômicos e ambientais. Diante desse fato e dado ao caráter de múltiplo propósito das árvores, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) constituem-se em alternativas sustentáveis para aumentar os níveis de produção agrícola, animal e florestal.

Os SAFs referem-se a uma ampla variedade de formas de uso da terra, onde árvores e arbustos são cultivados de forma integrada com cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais, visando a múltiplos propósitos, que se constituem numa opção viável

de manejo sustentado da terra. Esses sistemas classificados de acordo com a natureza e o arranjo de seus componentes são assim denominados: silviagrícolas, aqueles constituídos de árvores e/ou de arbustos com culturas agrícolas; silvipastoris, cultivos de árvores e/ou de arbustos com pastagens e/ou animais; e agrossilvipastoris, cultivo de árvores e/ou arbustos com culturas agrícolas, pastagens e/ou animais (Medrado, 2000).

O objetivo desses sistemas é criar diferentes estratos vegetais, e imitar um bosque natural, onde as árvores e/ou os arbustos, pela influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar, são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema.

No Brasil, diagnósticos regionais e resultados de pesquisas demonstram que os SAFs são de grande aplicabilidade em áreas

com atividades agrícola e pecuária. Montoya (2000), Ribaski & Montoya (2000) e Sánchez (2000) têm postulado que os SAFs respondem em parte a problemas de desmatamento e degradação de diferentes ecossistemas. Por meio deles é realizado um melhor aproveitamento dos diferentes estratos da vegetação obtendo-se com isso, melhor diversificação da produção, do uso da terra, da mão-de-obra, da renda e da produção de serviços ambientais. Os SAFs também apresentam-se como eficientes reservatórios de gás carbônico (CO₂) e constituem-se em fonte renovável de energia, além de prestarem-se à recuperação de solos marginais e/ou degradados.

BENEFÍCIOS DOS SAFs PARA AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Entre os benefícios ambientais dos SAFs, destacam-se o melhor controle de temperatura, da umidade relativa do ar e da umidade

¹Eng^o Florestal, D.Sc., Pesq. Embrapa Florestas, Caixa Postal, 319, CEP 83411-000 Colombo-PR. Correio eletrônico: ribaski@cnpf.embrapa.br

²Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Florestas, Caixa Postal, 319, CEP 83411-000 Colombo-PR. Correio eletrônico: lucmont@cnpf.embrapa.br

³Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. Embrapa Florestas, Caixa Postal, 319, CEP 83411-000 Colombo-PR. Correio eletrônico: honorino@cnpf.embrapa.br

do solo. Esses elementos climáticos alteram-se bastante em condições de áreas abertas, sem árvores. Nos SAFs, a presença do componente arbóreo contribui para regular a temperatura do ar, reduzindo sua variação ao longo do dia e, conseqüentemente, tornando o ambiente mais estável, o que traz benefícios às plantas e aos animais componentes desses sistemas.

Silva et al. (1998) constataram que a presença da espécie arbórea *Grevillea robusta*, em pastagens da região Noroeste do Paraná, teve influência sobre algumas variáveis microclimáticas como a temperatura e a umidade do ar e, por conseguinte, no déficit de pressão de vapor d'água. Segundo estes autores, as quedas de temperatura impostas pela sombra das árvores refletem em rápidas diminuições de pressão de vapor d'água, o que traz conseqüências positivas ao desenvolvimento da pastagem, favorecendo seu crescimento pelo aumento da sua transpiração.

O microclima existente debaixo da copa das árvores beneficia os animais domésticos, mantendo-os confortáveis à sombra, ao contrário da exposição à insolação direta ou às baixas temperaturas do inverno (Montoya & Baggio, 1992). Esse é um aspecto importante, pois os bovinos tendem a pastear preferencialmente nas horas mais frescas do dia e, certamente, em não havendo o componente arbóreo como agente regulador de temperatura, o consumo da pastagem torna-se limitado, tanto por razões de desequilíbrio do balanço térmico quanto por restrições do horário de pastejo.

Outra alteração causada pela presença das árvores nos SAFs, diz respeito à temperatura do solo que, normalmente, é menor no interior da floresta. Isto evidencia a importância do estrato herbáceo e da serapilheira como agentes reguladores das condições térmicas no solo da floresta. O principal efeito do sombreamento, proporcionado pelas árvores, é sobre as temperaturas extremas da superfície do solo, as quais diminuem significativamente.

A modificação do microclima, na presença do componente arbóreo, repercute no balanço hídrico do solo e contribui para a elevação da umidade disponível para as

plantas sob a copa das árvores (Ovalle M. & Avendaño R., 1994). Maiores teores de umidade nos solos, debaixo de coberturas florestais, também foram observados por Bhojvaid & Timmer (1998), o que foi atribuído à redução da radiação que chega ao solo, que influi significativamente na taxa de evaporação de água, concorrendo para a manutenção da sua umidade.

O maior teor de umidade no solo favorece a atividade microbiana, o que resulta na aceleração da decomposição da matéria orgânica (MO) e possibilita o aumento da sua mineralização. Hang et al. (1995) ao avaliarem um sistema silvipastoril, no semi-árido argentino, constataram que durante um ano seco, uma única chuva induziu aumento marcante na mineralização de nutrientes, destacando que nesse processo o nitrogênio (N) correlacionou-se significativamente com a umidade no solo.

Com relação aos ventos, sabe-se que, tanto as culturas agrícolas, quanto as pastagens podem ter seu crescimento comprometido, devido a danos físicos causados pela agitação mecânica. Submetidas a ventos fortes, as folhas batem-se umas nas outras, dobram-se e, com freqüência, são rotacionadas sobre o eixo longitudinal de suas hastas. Esses movimentos, em geral, produzem quebras permanentes, murcharamento, dessecação, cloroses e necroses nas pontas das folhas. A atenuação da velocidade do vento, obtida pela presença organizada de árvores como quebra-ventos, pode resultar em incremento do rendimento das culturas agrícolas e das pastagens devido à economia de água, resultante da menor evaporação do solo e das plantas; menor oscilação das temperaturas diurnas e noturnas, o que evita choques térmicos; redução dos riscos de danos físicos nas folhas; e otimização do suprimento de CO₂.

BENEFÍCIOS DOS SAFs NA FERTILIDADE DO SOLO

As espécies arbóreas melhoram os solos por numerosos processos, principalmente quando são usadas em SAFs, onde são cultivadas na mesma área. As árvores

influenciam na quantidade e na disponibilidade de nutrientes dentro da zona de atuação do sistema radicular das culturas associadas, através do acréscimo de N, pela fixação biológica de N₂, da recuperação de nutrientes abaixo do sistema radicular das culturas agrícolas e/ou pastagens, da redução das perdas de nutrientes por processos como lixiviação e erosão e do aumento da disponibilidade de nutrientes pela sua maior liberação na MO do solo.

As raízes profundas das árvores podem interceptar os nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e acumularam-se no subsolo, geralmente fora do alcance do sistema radicular das culturas agrícolas e/ou pastagens, e retorná-los à superfície na forma de serapilheira. Pesquisas na parte ocidental do Quênia, na África, mostraram que árvores de crescimento rápido como *Calliandra calothyrsus*, *Sesbania sesban* e *Eucalyptus grandis*, com alta exigência em N, retiraram nitrato do subsolo, que estava acumulado sob o sistema radicular de culturas agrícolas anuais (Buresh & Tian, 1997).

Também na África, árvores dispersas, particularmente em regiões semi-áridas, são reconhecidas e difundidas como ilhas de solos melhorados (Rhoades, 1997). A espécie *Faidherbia albida* é conhecida pelo seu efeito albida, que se refere ao maior crescimento/rendimento das culturas ou plantas herbáceas debaixo da copa das árvores, quando comparado ao crescimento/rendimento dessas plantas em campo aberto (Buresh & Tian, 1997).

Numerosos estudos mostram que a quantidade de MO é mais alta na camada superficial dos solos debaixo de árvores do que em áreas abertas (Buresh & Tian, 1997, Kang, 1997, Rao et al., 1997, Bhojvaid & Timmer, 1998 e Ribaski, 2000). Por exemplo, num sistema agroflorestal com *Leucaena leucocephala*, Kang (1997) faz referência à obtenção de 12,3g/kg de carbono (C) debaixo das copas das árvores e 9,4g/kg entre as fileiras, em comparação com 5,9g/kg de C nas parcelas sem árvores.

As árvores também podem contribuir para o processo de restabelecimento da

fauna do solo, fator importante para a decomposição de resíduos de plantas. A decomposição de MO é amplamente controlada pela biota do solo, particularmente a macrofauna (Tian et al., 1992). Esses microrganismos são importantes e tornam disponíveis os nutrientes nos sistemas de baixo *input*, onde as culturas, em grande parte, dependem de nutrientes liberados de materiais orgânicos ao invés de fertilizantes inorgânicos.

Na Índia, estudos realizados para determinar os efeitos das árvores (*Prosopis juliflora*) de 5, 7 e 30 anos de idade, sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, mostraram que o crescimento delas alterou o microclima e a umidade do solo e aumentou a concentração de MO e os teores dos nutrientes potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis, melhorando a fertilidade do solo (Bhojvaid & Timmer, 1998).

Nas áreas cultivadas do planeta, depois da água, o N é o nutriente mais limitante do crescimento e da produção das plantas. Normalmente, são adicionados aos solos fertilizantes nitrogenados, visando à melhoria da produtividade dos cultivos. Entretanto, nos países do Terceiro Mundo, essa prática de manejo, eficaz e proveitosa, está limitada a poucos cultivos, pois raramente o pequeno produtor utiliza esse insumo agrícola de alto custo nas culturas de subsistência.

Algumas árvores usadas em SAFs, principalmente as leguminosas, têm potencial para fornecer N em quantidades suficientes para aumentar a produção das culturas associadas. A *Sesbânia sesban* é capaz de substituir a aplicação de fertilizantes nitrogenados para se obterem rendimentos de milho de, aproximadamente, 4 t/ha (Sanchez & Palm 1996).

Na associação do cultivo de feijão e milho com bracatinga (*Mimosa scabrella*), Carpanezzi & Carpanezzi (1992) constataram que a espécie florestal fornece ao solo quantidades consideráveis de N, K, Ca, Mg e fósforo (P). Admitindo-se que 75% do N total, oriundo da biomassa decídua, seja assimilável em relação ao N fornecido pela adubação mineral, a bracatinga seria capaz

de complementar a aplicação do fertilizante químico na ordem de 49 kg/ha.

Os *inputs* orgânicos também têm importante vantagem sobre os fertilizantes inorgânicos, com relação ao efeito residual e à sustentabilidade. Grande parte do N que existe na cobertura morta e que não é aproveitado pelas culturas fica incorporado de forma ativa ou pouco ativa dentro da MO do solo, enquanto que parte considerável do N proveniente dos fertilizantes químicos, não aproveitado pelas culturas, fica sujeito a perdas por lixiviação e por desnitrificação.

Nos SAFs, a sombra produzida pelas árvores é um dos fatores responsáveis pelo aumento da disponibilidade de N no solo, pois evidências mostram que a taxa de mineralização é estimulada pelo sombreamento. De acordo com Wilson (1990), a melhoria do ambiente do solo sob a copa das árvores possibilita uma atividade microbiana mais efetiva na decomposição da matéria orgânica, o que resulta numa maior liberação do N mineralizado. Esta influência é particularmente importante na agricultura, onde o nível de N do solo constitui-se em limitação ao desenvolvimento das culturas agrícolas ou pastagens.

BENEFÍCIOS DOS SAFs SOBRE CULTIVOS ASSOCIADOS

A presença do componente arbóreo nos SAFs pode influir de maneira diferente no desenvolvimento do estrato vegetal herbáceo, pois suas raízes competem com as raízes das plantas herbáceas e a sua copa intercepta a luz necessária para a fotossíntese. Assim, o crescimento das culturas em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores, a competição entre as plantas, com relação à água e nutrientes no solo e a tolerância das espécies à sombra.

A tolerância ao sombreamento, condição essencial em associações entre culturas agrícolas e pastagens com árvores, pode variar sensivelmente entre espécies. Por exemplo, muitas gramíneas crescem melhor

debaixo da sombra da copa das árvores e produzem maior quantidade de forragem com melhor qualidade nutritiva (menor conteúdo de fibra e maior conteúdo de proteína bruta), quando comparadas às que crescem a pleno sol.

No Cerrado brasileiro, Carvalho et al. (1997) observaram que a produção de matéria seca de seis gramíneas forrageiras estabelecidas em sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) foi afetada de modo diferente pelas condições ambientais prevalentes, advindas da competição com a espécie arbórea. Na Costa Rica, Bustamante et al. (1998), ao avaliarem oito espécies de gramíneas em monocultura e associadas à *Erythrina poeppigiana*, também constataram que a tolerância das gramíneas forrageiras à sombra foi bastante variável. Entretanto, a maioria delas foi beneficiada pela presença da leguminosa arbórea, produzindo mais biomassa por hectare que quando cultivada pura.

Acredita-se que os SAFs promovam ciclagem de nutrientes mais eficiente do que aquela que ocorre nas lavouras e pastagens tradicionais sem árvores. Essa hipótese baseia-se, parcialmente, em estudos realizados em ecossistemas de florestas naturais e na suposição de que as árvores nos SAFs transferirão de forma semelhante os nutrientes para as culturas associadas. De acordo com Botero & Russo (1999), a ciclagem de nutrientes minerais, em termos de sustentabilidade, é maior nos sistemas silvipastoris que nas pastagens tradicionais sem árvores. No Vale do Cauca, na Colômbia, as análises dos teores de nutrientes nas fezes de vacas lactantes, que pastejavam num sistema silvipastoril com *Pithecellobium dulce* associado às forrageiras *Brachiaria decumbens* e *Centrosema cutifolium*, foram comparadas com os teores dos mesmos elementos encontrados nas fezes dos animais que pastejavam *B. decumbens* pura. Os resultados mostraram superioridade no sistema silvipastoril, em termos de concentração dos elementos na matéria seca, para todos os nutrientes analisados nas fezes.

O aumento da concentração de nitrogênio em plantas cultivadas sob intensi-

dade luminosa reduzida, de forma artificial ou na presença de um componente arbóreo, ocorre com bastante frequência (Wilson, 1990, Carvalho et al., 1997, Ramírez, 1997 e Ribaski, 2000) e pode ser considerado como um dos fatores responsáveis pela melhoria da qualidade da pastagem, o que favorece a produção animal.

Alpizar (1985), na Costa Rica, ao realizar avaliações de reservas orgânicas e minerais de uma pastagem de *Cynodon plectostachyus* em condições de monocultivo e associadas à *E. poeppigiana* e *Cordia alliodora*, concluiu que os pastos sombreados pelas árvores apresentaram melhor qualidade nutritiva, uma vez que os percentuais de nitrogênio encontrados na forragem debaixo de *E. poeppigiana* e *C. alliodora* foram considerados adequados para suprir as necessidades nutritivas de bovinos. O mesmo não ocorreu com os teores de nitrogênio presentes na pastagem sem árvores.

Na exploração de plantas forrageiras, um dos aspectos mais importantes a ser considerado é o valor nutritivo, o qual é definido em função da composição química e da digestibilidade da forragem produzida. A associação de pastagens com árvores pode trazer benefícios em termos de disponibilidade e de valor nutritivo da forragem, tendo em vista a característica apresentada por diversas espécies arbóreas em adicionar nutrientes ao ecossistema, principalmente tratando-se de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio (Alpizar, 1985).

Ramírez (1997) concluiu que a inclusão das leguminosas arbóreas *Prosopis juliflora* e *L. leucocephala* em pastagens de *C. plectostachyus* teve um efeito positivo sobre a composição química do solo, com respeito ao N, C, P, Ca, Mg e K, devido a maior aporte de matéria orgânica no solo e, conseqüentemente, maior ciclagem de nutrientes. Esses fatores aumentaram a produção e a qualidade nutritiva de forragem da gramínea, além de possibilitar maior disponibilidade de material forrageiro total consumível no sistema.

Diversas espécies de gramíneas, ao se desenvolverem debaixo da copa das árvores, apresentam maior concentração de proteína bruta (PB), quando comparadas

àquelas que crescem em plena exposição solar (Botero & Russo, 1999, Hernández et al., 1999 e Ribaski, 2000).

O processo de amadurecimento fisiológico da pastagem implica em redução de sua qualidade, principalmente pela diminuição dos teores de PB e aumento da concentração de fibras. A baixa concentração de proteína na dieta resulta em baixa digestibilidade de suas fibras. Dessa forma, as árvores, ao promoverem o sombreamento das pastagens, reduzem os extremos microclimáticos, proporcionando elevação do conteúdo protéico e favorecendo a digestibilidade da forragem obtida. Entretanto, na literatura existem resultados bastante conflitantes com relação à influência da intensidade luminosa sobre a digestibilidade. De acordo com Samarakoon et al. (1990), o efeito do sombreamento na digestibilidade *in vitro* pode ser positivo, negativo ou nulo, dependendo do balanço das alterações nos demais componentes dos tecidos vegetais. Assim sendo, não é possível generalizar nem prever a extensão em que a digestibilidade de uma determinada espécie será alterada quando cultivada à sombra.

OS SAFs NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O tema recuperação de áreas degradadas tem sido objeto de numerosos estudos, constituindo-se numa linha de pesquisa prioritária, em razão do grau avançado de perturbação que atinge, tanto grandes áreas de proteção ambiental, quanto do setor agrícola e industrial, com o uso de tecnologia moderna.

Pesquisas sobre a recuperação de áreas degradadas inicialmente davam ênfase a trabalhos de revegetação, com base na intervenção no ambiente (substrato, vegetação, fauna etc.), corrigindo ou acrescentando o cenário anterior à degradação. Visavam ao estabelecimento de um *tape verde* (efeito paisagismo), com espécies agressivas e de rápido crescimento. Atualmente, outra estratégia na recuperação baseia-se no princípio da sucessão ecológica que consiste na implantação de

espécies pioneiras, iniciais e tardias até chegar ao clímax; é a mudança temporal da composição em espécies e da estrutura de comunidades em uma área. É o processo que ocorre mediante a substituição de espécies em relação as suas adaptações ao substrato, à irradiação luminosa e à competitividade, culminando em sistemas mais estruturados, diversos e complexos que os iniciais (Poggiani, 1990, Maschio et al., 1992 e Curcio et al., 1998).

O uso dos SAFs na recuperação de áreas degradadas vem sendo objeto de numerosos estudos (Budowski, 1982 e Nair, 1987). Hoje os SAFs não apenas encerram a idéia de recuperação de áreas degradadas (restauração ecológica), mas carregam uma abordagem holística, envolvendo aspectos sociais, econômicos e ambientais.

O potencial dos SAFs para a recuperação, conservação e aumento da fertilidade do solo baseia-se no acúmulo de dados técnico-científicos que mostram que as árvores e outros tipos de vegetação, quando associadas com outros componentes, cultivos agrícolas ou pastagens, exercem influência positiva sobre a base do recurso da qual o sistema depende (Budowski, 1981, Wiersum, 1986, Szott et al., 1991 e Ribaski, 2000).

Desse modo, as práticas agroflorestais podem ser aplicadas de diversas formas na recuperação de solos degradados. Baggio (1992) e Carpanezzi (1998) mencionam que a chave para o sucesso de um SAF está na escolha da espécie arbórea, dos componentes do sistema e do regime de manejo. A seguir são apresentadas formas de degradação dos solos e os principais benefícios das práticas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas:

- a) áreas desmatadas e degradadas pela derruba e queima de árvores, que favorecem a emissão de gases como o CO₂, a exposição do solo diretamente à chuva, o que provoca erosão e assoreamento dos rios, desequilíbrios na flora e fauna, com conseqüente empobrecimento biológico. Essas áreas podem ser melhoradas e/ou recuperadas pela aplicação de práticas agroflorestais como o sis-

- tema *taungya*, cultivos seqüenciais, pousio melhorado, árvores multiestrato, espécies de uso múltiplo, entre outros;
- b) áreas erodidas pela água de chuvas, acarretando perdas de solo, reduzindo sua capacidade para armazenar nutrientes e água, provocando alto índice de escoamento e de compactação do solo. Essas áreas degradadas podem ser recuperadas pela utilização de práticas agroflorestais como barreiras vivas, formação lenta de terraços para uso agrícola, estabilização de voçorocas, cultivos em renques, árvores em contorno e árvores sobre curvas de nível, entre outras;
- c) áreas de baixa fertilidade e mal drenadas que, geralmente, provocam perdas de matéria orgânica e de nutrientes, principalmente de nitratos, e impedimentos físicos ao desenvolvimento de raízes, com crescimento reduzido de árvores e de deficiência de nutrientes nos cultivos anuais. Podem ser recuperadas com práticas agroflorestais como cultivos em renques, cultivos em faixas, folhagem florestal como fonte de adubo, árvores em torno de cultivos agrícolas e de pastagens, entre outros;
- d) áreas secas (áridas) com solos com camadas duras, apresentando dificuldade de armazenar água e nutrientes; altas temperaturas que afetam a evapotranspiração e o lençol freático. Podem ser recuperadas com a utilização de práticas agroflorestais como barreiras vivas, quebra-ventos, cercas vivas, árvores em torno de cultivos e pastagens, entre outros;
- e) áreas de encostas (declividade acentuada); geralmente são áreas desprovidas de florestas, com alto índice de erosão e com dificuldade na formação de uma cobertura permanente do solo. Podem ser recuperadas pela utilização de práticas agroflorestais como fileira de árvores sobre

terraços, cultivo em faixas e barreiras vivas;

- f) áreas de pousio e/ou áreas marginais, de pouco valor ecológico e econômico. Podem ser recuperadas por práticas agroflorestais como pousio melhorado e árvores em multiestratos;
- g) áreas de pastagens degradadas com cobertura vegetal deficiente, expondo o solo aos efeitos prejudiciais das erosões hídrica e eólica. Podem ser recuperadas por práticas agroflorestais como arborização de pastagens e bancos forrageiros, entre outros.

SISTEMAS AGROFLORESTAIS E OS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS

A atividade florestal brasileira representa 2,2% do produto interno bruto (PIB), verificando-se exportações da ordem de 3,3 e 3,5 bilhões de dólares nos anos de 1997 e 1999, respectivamente, com uma participação equivalente a 7,0% das exportações brasileiras, superadas apenas pela soja. Essa atividade é de significativa importância social, pois assegura a manutenção de 700 mil empregos diretos e 2 milhões de empregos indiretos (Sociedade..., 1998), onde não existe sazonalidade na utilização de mão-de-obra, pois as demandas caracterizadas pelas diferentes atividades inerentes ao setor florestal são contínuas ao longo do tempo.

De acordo com dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (1998), a demanda anual de madeira no Brasil é estimada em 350 milhões de metros cúbicos, e a produção de florestas plantadas, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, não atinge a metade dessa necessidade. Há, portanto, um déficit significativo de madeira que vem sendo suprido através do corte de florestas naturais. Além da utilização da madeira para fins diversos, destaca-se também a crescente demanda por produtos não madeiráveis, como resinas, látex, produtos alimentícios, taninos, matéria-prima para a indústria farmacêutica e plantas medicinais.

Essa mesma tendência se observa também em nível mundial, onde cresce sensivelmente a demanda por produtos de base florestal. Assim, a introdução de árvores nas propriedades rurais, através das diferentes modalidades agroflorestais, representa importante papel na sustentabilidade dos diferentes ecossistemas brasileiros.

Práticas florestais convencionais ainda não são atrativas para médios e pequenos produtores por problemas de fluxo de caixa e longos períodos de investimento. Contudo, esse comportamento vem mudando pela utilização de SAFs, que permite a diversificação de produtos florestais e agrícolas na mesma unidade de área, e geração de renda e de empregos. Os benefícios de produção, socioeconômicos e ambientais manifestam-se a médio e longo prazos.

Rodigheri (1997) e Montoya (1999) demonstraram que, quando cultivos agrícolas são introduzidos simultaneamente e/ou seqüencialmente nas entrelinhas de espécies florestais, além do aproveitamento da aplicação de fertilizantes nas espécies, tais cultivos contribuem para a amortização do custo de implantação florestal, logo nos primeiros anos.

Montoya & Baggio (1992) constataram que, quando se introduz o componente arbóreo em áreas de pecuária, o custo de implantação das árvores inicialmente pode reduzir a renda da propriedade. Entretanto, essa redução pode ser, em parte, compensada pela receita obtida pelo ganho de peso do gado, ou pelo aumento da produção de leite beneficiado pelo sombreamento.

Percebe-se, também, que as propriedades rurais não estão aproveitando seu potencial de transformação da matéria-prima florestal e agroflorestal em bens mais elaborados, deixando de agregar valor dentro da cadeia produtiva florestal e agroflorestal. Como exemplo de matéria-prima florestal, o produtor vende uma árvore em pé (toras de pinos) ao preço reduzido de 2,4 dólares o metro cúbico. Se o produtor ao invés de vender as toras em pé beneficiar a madeira, serrando-a e secando-a, aumentará seu valor agregado, pois a madeira serrada de pinos custa 87 dólares o metro cúbico, ou seja, um valor 36 vezes mais alto.

Da mesma forma, os produtos agroflorestais têm valor agregado, a partir do processamento da produção. Contudo, essa agregação de valor só vai acontecer na medida em que o produtor se especializar numa boa condução, com desbastes e podas planejadas, no processo do beneficiamento da madeira e de outros produtos agroflorestais. Isso pode ser feito através da organização de pequenas e médias serrarias, marcenarias, ou pela participação em um empreendimento de maior porte, através de associações de produtores. Assim, além de ser uma alternativa para o aproveitamento de áreas marginalizadas ou de menor valor da propriedade, a atividade agroflorestal torna-se uma forma de diversificação da renda e uma nova alternativa para o uso da mão-de-obra, pela flexibilidade do calendário das operações culturais. No contexto regional, a importância econômica e social é inquestionável na medida em que a cadeia agroflorestal pode vir a ser uma forma de dinamizar a região em um novo eixo de desenvolvimento com maior participação de produtores rurais, de empresários do setor urbano e da população economicamente ativa, que não encontra ocupação dentro da própria região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de áreas com vegetação florestal para agricultura ou pecuária tem resultado quase sempre em um acentuado processo de erosão hídrica ou eólica e, conseqüentemente, na degradação do solo, contaminação e assoreamento dos aquíferos, na redução da flora e fauna, em alterações de microclimas e de ciclos biogeoquímicos (ciclo do carbono, da água, do nitrogênio), além de implicar na supressão de áreas produtoras de alimento.

A utilização de SAFs é uma opção viável que concorre para melhor utilização do solo, para reverter os processos de degradação dos recursos produtivos, para aumentar a disponibilidade de madeira, de alimentos e de serviços ambientais (conservação dos solos, controle dos ventos, redução na contaminação da água e do ar, recuperação de áreas degradadas, entre outros). Adicio-

nalmente a esses aspectos, a introdução do componente florestal no sistema, constitui-se em alternativa de aumento de emprego e da renda rural.

Apesar do reconhecimento dos benefícios dos SAFs, o seu conhecimento e uso ainda são limitados. Isto representa uma oportunidade para o desenvolvimento de maiores ações de pesquisa, para a valoração dos benefícios ambientais e de maiores incentivos econômicos que venham a estimular sua implantação. Estes mecanismos são necessários para assegurar a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais, a equidade social e a proteção ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPÍZAR, L. Resultados del "experimento central" del CATIE: asociaciones de pastos y arboles de sombra. In: BEER, J.W.; FASSBENDER, H. W.; HEUVELDOP, J. (Ed.). **Avances en la investigacion agroforestal**. Turrialba: CATIE, 1985. p.237-243.
- BAGGIO, A.J. Alternativas agroflorestais para recuperação de solos degradados na região Sul do País. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1992. v.1, p.126-131.
- BHOJVAID, P. P.; TIMMER, V. R. Soil dynamics in age sequence of *Prosopis juliflora* planted for sodic soil restoration in Índia. **Forest Ecology and Management**, v.106, n.2/3, p.181-193, 1998.
- BOTERO, R.; RUSSO, R.O. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. In: CONFERENCIA ELECTRÓNICA DE LA FAO SOBRE AGROFORESTERÍA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN LATINO-AMÉRICA, 1., 1998, Roma. **FAO AGROFORI**. Roma: FAO, 1998. 22p. Mensagem enviada por <mauro@cipav.org.co> em 3 fev. 1999.
- BUDOWSKI, G. **Aplicability of agroforestry systems**. Turrialba: CATIE, 1981, 12p. Invited paper at the International Workshop on Agroforestry in the African Umid Tropics Held at IITA, Ibadan, Nigéria, 1981.
- BURESH, R.J.; TIAN, G. Soil improvement by in

sub-Saharan Africa. **Agroforestry Systems**, Holland, v.38, n.1/3, p.51-76, 1997.

BUSTAMANTE, J.; IBRAHIM, M.; BEER, J. Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. **Agroforestería en las Américas**, v.5, n.19, p.11-16, 1998.

CARPANEZZI, A.A. Espécies para recuperação ambiental. In: GALVÃO, A.P.M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. p.43-53. Seminário realizado em Curitiba, 6 a 8 de outubro de 1998.

_____; CARPANEZZI, O. T. B. Cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella*) no Brasil e propriedades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p.640-655.

CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O. da; CAMPOS JÚNIOR, B. de A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.2, p.213-218, mar./abr. 1997.

CURCIO, G.R.; RACHWAL, M.F.G.; DEDECEK, R.; WISNIEWSKI, C.; GOMES, E.P. Efetividade de cordões de contorno em diferentes solos do município de Irati-PR. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., 1998, Fortaleza. **Resumos expandidos...** Agricultura e sustentabilidade no semi-árido. Fortaleza: SBCS, 1998. p. 38-39.

HANG, S.; MAZZARINO, M.J.; NUÑEZ, G.; OLIVA, L. Influencia del desmonte selectivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles en el Chaco argentino. **Agroforestería en las Américas**, ano 2, n.6, p.9-14, 1995.

HERNÁNDEZ, I.; MILERA, M.; SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, D.; IGLESIAS, J.; LAMELA, L.; TORAL, O.; MATÍAS, C.; FRANCISCO, G. **Avances en las investigaciones en sistemas silvo-pastoriles en Cuba**. In: CONFERENCIA ELECTRÓNICA DE LA FAO SOBRE AGROFORESTERÍA PARA LA PRODUCCIÓN ANI-

- MAL EN LATINOAMÉRICA, 1., 1998, Roma. **FAO AGROFORI**. Roma: FAO, 1998. 14p. Mensagem enviada por <mauro@cipav.org.co> em 3 fev. 1999.
- KANG, B.T. Alley cropping-soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v.91, p.75-82, 1997.
- MASCHIO, L.M.A.; BALENSIEFER, M.; CURCIO, G.R.; MONTOYA, L.J.V. Evolução estágio e caracterização da pesquisa em recuperação de áreas degradadas no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1992. v.1, p.17-33.
- MEDRADO, M.J.S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A.P.M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Colombo: Embrapa Florestas, 2000. cap. 15, p.269-312.
- MONTOYA, L.J.V. **Caracterización y evaluación económica del sistema agroforestal yerba mate en el sur de Brasil: un enfoque financiero, de optimización y de riesgo**. 1999. 139f. Tese (Doutorado) - Colegio de Postgraduados, México.
- _____. Um caminho para conservar os recursos produtivos de forma sustentável. **Revista Batavo**, Carambei, PR, ano 8, n.103, p.52-54, ago./set. 2000.
- _____; BAGGIO, A.J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Sistemas agroflorestais no Brasil: aspectos técnicos e econômicos. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v.1, p.171-189.
- NAIR, P.K.R. Soil productivity aspects of agroforestry. In: GHOLZ, H. L. (Ed.). **Agroforestry: realities, possibilities and potentials**. Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff, 1987. p. 21-30.
- OVALLE, M.C.; AVENDAÑO R., J. Influencia del árbol sobre la vegetación pastoral en los espinales (*Acacia caven*), de la zona mediterránea de Chile. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Sistemas agroflorestais no desenvolvimento sustentável - trabalhos voluntários. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. v.2, p.151-164. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).
- POGGIANI, F. Efeito da implantação de maciços florestais puros na reabilitação do solo degradado pela mineração de xisto betuminoso. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos de Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 275-279.
- RAMÍREZ, H. **Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora***. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, 1997, Cali. [**Anales...**] Cali: CIPAV, 1997. 10p.
- RAO, M.R.; NAIR, P.K.R.; ONG, C.K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Holland, v.38, n.1/3, p.3-50, 1997.
- RHOADES, C.C. Single-tree influences on soil properties in agroforestry: lessons from natural and savana ecosystems. **Agroforestry Systems**, Holland, v.35, p.71-94, 1997.
- RIBASKI, J. **Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) na região semi-árida brasileira**. 2000. 165f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- _____; MONTOYA, L.J. Sistemas silvopastoriles desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. [**Anais...**] Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. ICD-ROM.
- RODIGHERI, H.R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 36p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, 26).
- SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **Journal of Agriculture Science**, v.114, n.2, p.143-150, 1990.
- SÁNCHEZ, M.D. Panorama de los sistemas agroforestales pecuarios en America Latina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. [**Anais...**] Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, 2000. ICD-ROM.
- SANCHEZ, P.; PALM, C. Nitrogen and phosphorus in African soils: what role for agroforestry? **Agroforestry Today**, Nairobi, v.8, n.4, p.14-16, 1996.
- SILVA, V.P. da; VIEIRA, A.R.R.; CARAMORI, P.H.; BAGGIO, J.A. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Resumos expandidos...** Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade ambiental e competitividade. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. p.215-218.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **O setor florestal brasileiro: fatos e números**. São Paulo, 1998. 18p.
- SZOTT, L.T.; FERNANDES, E.C.M.; SANCHES, P.A. Soil-plant interactions in agroforestry systems. In: JARVIS, P.G. (Ed.). **Agroforestry: principles and practice**, Amsterdam, the Netherlands: Elsevier, 1991. p.127-153.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: decomposition and nutrient release. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.24, p.1051-1060, 1992.
- WIERSUM, K. F. **Ecological aspects of agroforestry with especial emphasis on tree-soil interactions: lecture notes**. [S.I.]: FONC Project Communication, 1986. 16p.
- WILSON, J.R. Agroforestry and soil fertility - the eleventh hypothesis: shade. **Agroforestry Today**, Nairobi, v.2, n.1, p. 14-15, 1990.

Certificação de produtos orgânicos e legislação pertinente

Maria Célia Martins de Souza¹

Resumo - A distância entre produtores e consumidores conduz a uma grande dificuldade para identificar a forma como as fibras e os alimentos orgânicos são produzidos. É difícil saber, na hora da compra, se o produto foi de fato produzido sob as práticas da agricultura orgânica. Alia-se a isso a possibilidade de obter um adicional de preço por esses produtos, o que pode favorecer atitudes oportunistas por parte de alguns agricultores e/ou comerciantes. Produtos não-orgânicos podem estar sendo vendidos como tais, o que implica, diretamente, na necessidade de certificação como forma de garantir a origem orgânica e reduzir a possibilidade de fraude. Principais questões que envolvem a certificação de produtos orgânicos e aspectos referentes à formulação de legislação específica para esses produtos são apresentadas neste artigo. Enfatiza-se a necessidade de estabelecer normas para produção e certificação de produtos orgânicos, além dos mecanismos e organizações que se articulam para garantir a origem e a qualidade orgânica dos produtos para o consumidor.

Palavras-chave: Produtos orgânicos; Certificação; Oportunismo; Legislação.

INTRODUÇÃO

A qualidade visual dos produtos orgânicos, como tamanho e uniformidade, pode muitas vezes confundir os consumidores. Há alguns anos, a aparência de produtos cultivados em solos ainda não equilibrados não era tão atraente, quanto a dos obtidos com sistemas convencionais de produção, que incluem, por exemplo, o uso de fertilizantes solúveis e de agrotóxicos para o controle de pragas e de doenças. Contudo, com o passar do tempo e com o equilíbrio dos solos, a qualidade visual da maioria dos produtos cultivados com métodos da agricultura orgânica, a partir de fertilizantes orgânicos e do controle biológico de pragas, não mais difere da dos provenientes de áreas de cultivos convencionais.

Os consumidores, concentrados em centros urbanos, ficam cada vez mais distantes das áreas de produção de alimentos e de fibras. A menos que se conheça o agricultor ou se compre diretamente nas feiras de produtores. Caso contrário, fica muito difícil identificar a forma como os alimentos que consumimos foram produzidos. Essa falta de condições individuais para monitorar a produção requer instrumentos que garan-

tam a origem orgânica dos produtos, para os consumidores que vivem longe dos agricultores e/ou de processadores destes produtos, mas que estão dispostos a comprar e, eventualmente, a pagar um pouco mais por alimentos orgânicos.

O desenvolvimento e o crescimento do mercado de produtos orgânicos dependem fundamentalmente da confiança dos consumidores na sua autenticidade, que, por sua vez, só pode ser assegurada por programas de certificação e/ou de legislação eficientes (Lampkin & Padel, 1994). Surge, assim, um novo ramo de atividade que compreende a certificação e a regulamentação da agricultura orgânica e que pode ser desempenhada com diferentes níveis de seriedade, de compromisso ético, de transparência e de competência.

A certificação de produtos é um procedimento que requer adaptação dos sistemas produtivos a uma série de regras estabelecidas pelas agências certificadoras, para fins de inspeção e de emissão de certificado de conformidade. Este procedimento pode estar restrito não só à produção rural, mas também a outros segmentos da cadeia produtiva, como o processamento e a distribuição.

Quando a certificação envolve todo o sistema, é necessário rastrear o caminho percorrido pelo produto, o que implica em monitoramento e controle das diversas etapas produtivas, para que o consumidor tenha certeza de que o produto certificado contém a qualidade requerida. Ou seja, os produtos certificados orgânicos apresentam alguns atributos ambientais, sociais e de saúde que os diferenciam dos demais.

A certificação tem por finalidade mostrar aos consumidores que há diferenças entre os produtos obtidos com sistemas de cultivo orgânico e convencional. Entre as questões, destaca-se a necessidade de formular uma legislação específica para regulamentar o funcionamento desse mercado e a identificação de alguns mecanismos e de organizações que se articulem para garantir a origem orgânica dos produtos para o consumidor.

CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS ORGÂNICOS

A diferenciação de produtos orgânicos dos convencionais é feita com base em suas qualidades físicas decorrentes principalmente da ausência de agrotóxicos e de ferti-

¹Eng^a Agr^a, M.Sc., Pesq. IEA, Av. Miguel Stefano, 3.900, CEP 04301-903 São Paulo-SP. Correio Eletrônico: mcsouza@iea.sp.gov.br

lizantes solúveis, que estão diretamente relacionadas com a forma como esses produtos foram produzidos. Estas características embutidas nos produtos orgânicos não podem ser observadas no momento da compra. O adicional de preço que o mercado está disposto a pagar por produtos orgânicos pode induzir a atitudes oportunistas. A distância entre os consumidores e os produtores e a dificuldade de ter certeza quanto à forma como os produtos orgânicos foram produzidos determinam a necessidade de uma estrutura operacional para o monitoramento da produção.

Assim, o estabelecimento de normas para regular a produção, o processamento, a certificação e a comercialização de produtos orgânicos surgiu da necessidade de os consumidores terem segurança quanto à qualidade dos produtos que adquirem, pela demanda de mercado que surgiu em vários países, impulsionado pelo crescimento da demanda por produtos cultivados com métodos da agricultura orgânica (Lima, 1995).

O que é certificação

A certificação é um procedimento pelo qual se assegura, por escrito, que um produto, processo ou serviço obedece a determinados requisitos, através da emissão de um certificado. Este certificado representa uma garantia de que o produto, processo ou serviço é diferenciado dos demais (Hauselmann, 1996).

No caso de produtos orgânicos, a certificação é um instrumento, geralmente apresentado sob a forma de um selo afixado ou impresso no rótulo ou na embalagem do produto, o qual garante que tais produtos rotulados são orgânicos e foram produzidos de acordo com as normas e as práticas estabelecidas para a agricultura orgânica. A certificação orgânica é exigida para alguns produtos destinados à exportação, como soja, café, mel, hortaliças, óleos essenciais, óleo de dendê, caju, açúcar, mate, citros, banana e guaraná, entre outros.

Por sua vez, as agências certificadoras precisam ser credenciadas por um órgão autorizado que reconheça formalmente que uma pessoa ou organização tem competência para desenvolver determinados procedimentos técnicos de fiscalização da produção (Hauselmann, 1996).

O órgão que credencia internacionalmente as certificadoras de produtos orgânicos é a International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam), uma federação internacional que congrega os diversos movimentos sociais relacionados com a agricultura orgânica. Na Europa, discussões recentes tendem a exigir o certificado pelas normas ISO-65 (normas específicas para credenciar agências certificadoras), que associadas a padrões estabelecidos pela Ifoam, permitem o credenciamento de certificadoras de produtos orgânicos.

A certificação de práticas agrícolas é uma forma de garantia de minimização de resíduos químicos nos produtos. A California Certified Organic Farmers (CCOF), por exemplo, certifica através de selo, que o alimento é cultivado de acordo com certas normas. Mas, mesmo o selo da CCOF não representa garantia integral. Resíduos químicos podem ocorrer, por exemplo, em culturas perenes tratadas anteriormente com produtos sistêmicos, pela saturação do solo em anos anteriores, pela água de irrigação contaminada, ou pela aplicação de agrotóxicos em campos vizinhos (Hall et al., 1989).

Entre as características dos produtos orgânicos que alguns consumidores valorizam, estão a detecção e a existência de resíduos químicos, além da redução de prejuízos causados ao meio ambiente, pelos métodos utilizados na produção dos alimentos. Os custos de tais informações do produto a ser adquirido pelos consumidores, através do mercado, poderiam ser reduzidos, caso definições legais fossem usadas. Isso, no entanto, requer o fortalecimento das legislações federal e estadual (Hall et al., 1989).

A certificação constitui uma ferramenta especialmente adequada para a economia de mercado, dada a distância, seja ela geográfica ou cultural, entre produtores e consumidores. Não deve ser considerada apenas como uma fonte de custos desnecessários, mas como um instrumento poderoso para o fortalecimento da confiança do consumidor nos produtos orgânicos (Souza, 1998).

Diversos setores da sociedade são atendidos pela certificação. Os consumidores têm a possibilidade de escolher produtos com qualidade nutricional, ambiental e so-

cial. Os produtores, por sua vez, podem negociar diretamente com pessoas interessadas na qualidade de seu produto. Além disso, a certificação garante a qualidade do ambiente e assegura a manutenção do potencial produtivo por várias gerações (Harkaly, 1995).

Quem pode certificar

Para ser produto orgânico certificado, tanto a produção como o processamento precisam ser monitorados por certificadoras credenciadas. Nos países exportadores de produtos orgânicos a certificação pode ser feita por organizações locais, por parcerias entre agências locais e internacionais, por organizações internacionais ou por uma de suas filiais. Em alguns casos, os serviços de certificação podem ser subcontratados ou, ainda, ser realizados por grupos de pequenos produtores, desde que sejam desenvolvidos mecanismos de inspeção e de controle interno, conforme os padrões da agricultura orgânica (United..., 1999).

Para que uma agência certificadora de produtos orgânicos tenha reconhecimento internacional, precisa credenciar-se junto ao órgão oficial competente, no caso a Ifoam, e ter estabelecido suas próprias normas e padrões de certificação, que devem, necessariamente, estar subordinados à organização credenciadora e à legislação vigente em cada país, que têm caráter mais amplo (Lima, 1995). As normas e os padrões estabelecidos geralmente definem os limites e as recomendações sobre a forma como os produtos de origem orgânica devem ser produzidos. O mais comum é o estabelecimento de diretrizes gerais e a descrição de práticas culturais e/ou de insumos permitidos, proibidos, ou de uso restrito nesse modo de produção (Associação..., 1998 e Instituto..., 1997). A credibilidade e a reputação das agências certificadoras são aspectos fundamentais do sistema, pois denotam persistência de seriedade na produção e na garantia de qualidade dos produtos.

No caso dos produtos orgânicos, a Ifoam exerce a coordenação do processo, reduzindo drasticamente a assimetria de informações entre as partes envolvidas. É a organização que harmoniza as normas e credencia as agências certificadoras, que, por sua vez, monitoram a aplicação das

regras de produção e de processamento da matéria-prima, antes de emitir o certificado. A Ifoam foi pioneira na criação de uma estrutura mundial de certificação orgânica, que, em 1999, contava com 14 agências credenciadas para emitir certificados de reconhecimento internacional. Seus padrões forneceram parâmetros para a legislação de países europeus. Existem, ainda, certificadores independentes que podem atuar com base local ou em esfera mais ampla.

Entretanto, até o momento, não há um sistema que seja reconhecido no mundo todo e que possa fornecer a garantia da qualidade orgânica dos produtos. Alguns países adotaram parâmetros obrigatórios de certificação, por meio de regulamentação específica, aos quais todos os produtos vendidos como orgânicos precisam ser submetidos, como na União Européia e nos Estados Unidos (United..., 1996).

Como é feita a certificação

Uma vez que o produtor decida produzir, utilizando métodos da agricultura orgânica, é recomendável que ele se associe a uma agência certificadora, onde obterá informações sobre as normas técnicas de produção. A certificadora poderá também indicar consultores para assistência técnica, os quais darão orientação quanto a produção, processamento e comercialização dentro de seus padrões técnicos para a certificação.

Em linhas gerais, o processo de certificação é feito através de visitas periódicas de inspeção realizadas nas unidades de produção agrícola - quando o produto é comercializado *in natura* - também nas unidades de processamento - quando o produto for processado - e de comercialização, no caso de entrepostos. As inspeções podem tanto ser programadas, com o conhecimento do produtor, como aleatórias, ou seja, sem o seu conhecimento prévio.

O agricultor deve apresentar um plano de manejo da produção para a certificadora e manter registros atualizados de uma série de informações, como a origem dos insumos adquiridos, sua aplicação, volume produzido e comercializado. Estas informações têm caráter sigiloso e, assim, como as instalações do estabelecimento, devem estar sempre disponíveis para vistoria e avalia-

ção do inspetor, caso seja solicitado.

Após uma visita inicial é possível avaliar se as condições de produção são apropriadas para que a área de cultivo possa ser considerada orgânica. Nas visitas de fiscalização, o inspetor elabora um relatório no qual são indicadas as práticas culturais e de criação de animais observadas, o que permite detectar possíveis desvios com relação às normas de produção estabelecidas. Estes relatórios são encaminhados ao Departamento Técnico ou ao Conselho de Certificação da certificadora, que delibera sobre a concessão do selo. A certificação pode ser solicitada para algumas áreas ou para toda a propriedade.

Os padrões de certificação orgânica são geralmente estabelecidos pelo Departamento Técnico das agências certificadoras, que promovem reuniões periódicas com agrônomos, veterinários e produtores orgânicos para determinar a viabilidade técnica das práticas propostas. Os padrões normalmente estão em consonância com as diretrizes básicas estabelecidas pela Ifoam. Aqueles que porventura ainda não estiverem em conformidade com essas diretrizes dever-se-ão adaptar dentro de um prazo estipulado para isso.

As normas estabelecidas são amplamente divulgadas entre os associados e os prestadores de assistência técnica e devem ser cumpridas rigorosamente pelo agricultor, processador ou comerciante que deseja manter a certificação. São revisadas periodicamente, para permitir a atualização de eventuais adaptações técnicas.

O processo de certificação e de uso do selo de origem orgânica pode ser feito para três modalidades, com variações segundo as normas técnicas de cada agência certificadora: certificação de propriedades ou partes delas; certificação de produtos alimentícios processados e certificação de insumos naturais (Paschoal, 1994).

Os custos da certificação variam com a agência certificadora e com o produto a ser certificado. Constam, basicamente, de taxas de inscrição, de despesas com as inspeções e emissão do certificado. Algumas organizações cobram ainda porcentagem sobre o volume comercializado de produtos certificados.

O tempo necessário para a conclusão do processo de certificação depende de

muitos fatores e varia com a agência certificadora e com o ciclo produtivo das atividades a serem certificadas. Se o estabelecimento agrícola está passando por um processo de conversão para a agricultura orgânica, este pode levar até três anos para que seja considerado certificado, no caso de culturas perenes, como fruteiras. Esse período é necessário para garantir um tempo que permita a dissipação de resíduos de agrotóxicos no solo, os quais poderiam contaminar a produção. No caso da produção de hortaliças, de ciclo mais curto, esse período é mais reduzido. Enquanto não forem cumpridos os períodos de carência, exigidos para a dissipação de resíduos químicos e adaptação ao sistema orgânico, o estabelecimento e as atividades agrícolas e pecuárias são considerados em transição.

Se o estabelecimento já produz conforme as normas orgânicas, a emissão do certificado é praticamente imediata após a inspeção, caso não seja detectado nenhum procedimento que esteja em desacordo com as normas de produção e de comercialização da agência certificadora.

Os preços dos produtos orgânicos geralmente são maiores do que os dos convencionais, uma vez que é necessário remunerar os produtores que enfrentam maiores dificuldades no sistema orgânico. Esse sistema respeita o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores e dos consumidores. Os produtores devem ser remunerados também pelas possíveis perdas de produção que ocorrem no sistema orgânico. O diferencial de preço, no entanto, varia muito, dependendo do produto. Cabe ressaltar que o ágio obtido por produtos orgânicos está diretamente relacionado com a sua oferta no mercado e também com a margem de lucro dos varejistas, como é o caso dos supermercados.

As folhosas e demais hortaliças, por exemplo, que não têm problemas sérios na sua produção e que apresentam oferta regular, costumam ter o mesmo preço ou, ainda, podem alcançar um diferencial de cerca de 20% acima dos produtos similares produzidos de modo convencional. Produtos com maiores problemas técnicos na produção podem chegar até 100% de ágio no preço pago ao produtor, como no caso do algodão orgânico naturalmente colorido.

O mais alto diferencial de preço em

relação aos similares convencionais, no entanto, é observado em produtos difíceis de ser produzidos com métodos orgânicos, como morango, tomate e batata, sobretudo quando a oferta já reduzida coincide com fatores desfavoráveis para sua produção, como problemas climáticos. Nesses casos, o ágio pode alcançar 200%, 300% ou ainda 400%. Essas margens, contudo, tendem a se reduzir na medida da expansão da oferta.

A IMPORTÂNCIA DA LEGISLAÇÃO

O movimento orgânico ganhou força política a partir do início dos anos 70. A Ifoam foi fundada em Paris em 1972, com a atribuição principal de estabelecer a troca de informações entre cerca de 400 entidades associadas. Além disso, promoveu a harmonização de normas técnicas, bem como o credenciamento de agências certificadoras de produtos orgânicos (Ehlers, 1996).

A regulamentação é o elemento-chave do mercado de produtos orgânicos. Ela é necessária para manter os padrões éticos do movimento orgânico e fortalecer a confiança do consumidor no produto, além de encorajar e apoiar os produtores orgânicos legítimos. A regulamentação também promove o trânsito de produtos orgânicos através de fronteiras (Tate, 1994).

Na ausência de normas regulamentadoras para definição de padrões de produção orgânica, ou se as normas existentes não cobrirem todo o espectro de aspectos relacionados com essa produção, a iniciativa é tomada pelo setor privado e os consumidores terão que escolher entre vários selos orgânicos, todos de adesão voluntária. Nesses casos, a reputação das agências certificadoras é imprescindível e decisiva. O objetivo dessa iniciativa é oferecer aos consumidores a garantia da origem orgânica dos produtos. Muitos destes esquemas de certificação seguem os padrões estabelecidos pela Ifoam, que, geralmente, servem de base para a definição de padrões orgânicos, tanto obrigatórios como voluntários. Marcas conhecidas também podem ajudar a ganhar a confiança do consumidor (United..., 1996).

A Ifoam cumpre, portanto, um papel importante nesse processo. As normas por ela adotadas subsidiaram a elaboração da

legislação que hoje vigora tanto na União Européia, como nos outros países que apresentam legislação para produtos orgânicos, como os Estados Unidos. Uma vez estabelecidas as normas, a certificação de produtos orgânicos pode ser efetuada tanto pelo Estado como por empresas privadas. A regulamentação da agricultura ecológica representa um novo ramo de atividade, que pode ser desempenhado com diferentes níveis de seriedade, de compromisso ético, de transparência e de competência (Lima, 1995).

Os esquemas de símbolos de garantia que produtores, atacadistas e processadores adotam é um aspecto central da regulamentação orgânica. Uma vez certificado pela organização encarregada do esquema, eles estão autorizados a usar esse símbolo. O custo da certificação é visto como uma taxa pelo uso do símbolo, que pode ser concedido com base na produção, no estabelecimento ou numa determinada área (United, 1996).

A definição legal de selos alternativos, tais como certificado orgânico, biodinâmico, manejo integrado de pragas ou livre de produtos químicos, pode ajudar a decisão do consumidor, reduzindo os custos de informação para a sociedade e aumentando a eficiência do mercado de alimentos orgânicos (Hall et al., 1989). Quando se padroniza abrem-se portas para que um número maior de pessoas participe desse mercado.

A lei do estado da Califórnia, por exemplo, determina que alimentos orgânicos não podem ser produzidos com a aplicação de fertilizantes sintéticos, de pesticidas ou de reguladores de crescimento. Segundo Hall et al. (1989) para que a CCOF certifique produtos agrícolas orgânicos, há três pré-requisitos básicos:

- a) produtos químicos sintéticos são proibidos;
- b) exige-se um programa de longo prazo de manejo de solo para promover a atividade biológica e para reduzir a necessidade de correção com nutrientes solúveis;
- c) o agricultor deve concordar com o processo de certificação, que inclui a manutenção de registros, inspeções, testes de laboratório e o período probatório de um ano para que

os resíduos químicos do solo sejam dissipados, ao menos em parte.

Feita a escolha dos consumidores pela compra de produtos orgânicos e pelo pagamento de um preço maior por efeitos positivos à saúde, entre outros atributos, eles esperam obter, em troca, um produto de origem orgânica garantida. Assim como os produtores orgânicos, que arcam com custos de produção mais elevados, os consumidores desejam estar protegidos contra falsas apelações orgânicas (United..., 1996).

A iniciativa de adesão à certificação orgânica é voluntária, quando não houver legislação que regule o assunto. Os casos com suspeita de fraude, quando detectados, são passíveis de avaliação por uma comissão de ética da agência certificadora, a qual pode aplicar punições que podem chegar à exclusão do agricultor ou comerciante oportunista, impedindo o uso do selo orgânico.

Nos países com legislação específica, seja federal, estadual ou municipal, a rotulagem orgânica passa a ser obrigatória para esses produtos. Os infratores ficam sujeitos às penalidades previstas na lei. Algum tipo de regulamentação é necessária para manter os padrões éticos do movimento orgânico e para fortalecer a confiança do consumidor no produto. Serve ainda para apoiar os produtores orgânicos e promover o comércio desses produtos entre fronteiras.

BREVE HISTÓRICO DA CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA NO BRASIL

A certificação de produtos orgânicos no Brasil teve início em meados dos anos 80. As primeiras iniciativas de organização da produção partiram de uma cooperativa de consumidores, a Cooperativa Ecológica (Coolméia), no Rio Grande do Sul, em 1978. Em 1984, foi fundada a Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (Abio), que criou as primeiras normas para credenciamento de propriedades em 1986, iniciaram-se também, nesse ano, os contatos para exportação de produtos orgânicos certificados através do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), localizado em Botucatu, São Paulo, cujo selo conta com reconhecimento inter-

nacional. Após as primeiras exportações, que só se concretizaram em 1990, a demanda por um leque maior de produtos foi intensificada².

Em 1992, a Associação de Agricultura Orgânica (AAO) de São Paulo, fundada em 1989, começou a cadastrar produtores para a feira de produtos orgânicos que é organizada semanalmente no Parque da Água Branca, na cidade de São Paulo. No final de 1996, a AAO lançou seu selo orgânico, o que permitiu a expansão dos canais de comercialização dos produtos, que agora podem ser encontrados nas principais redes de supermercados que abastecem a cidade de São Paulo³. Nesse ano foram exportadas 3.100 toneladas de produtos orgânicos certificados. O selo da AAO encontra-se em fase de reconhecimento internacional, através do credenciamento junto à Ifoam.

Na esfera governamental, o Governo Federal instituiu em 1995 o Comitê Nacional de Produtos Orgânicos (CNPO), para elaborar e aprimorar normas para a agricultura orgânica em nível nacional, com composição paritária entre governo e Organizações Não-Governamentais (ONGs) que trabalham com agricultura ecológica. O CNPO é composto por representantes de ONGs das cinco regiões do país, do Ministério da Agricultura, da Embrapa, do Ministério do Meio Ambiente e de universidades.

Em 1998, foi publicada a Portaria nº 505/98, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1998), com uma proposta de normatização de produtos orgânicos. Esta proposta foi aberta para consulta pública até janeiro de 1999, período em que foram recolhidas sugestões da sociedade civil. Em 19 de maio de 1999, entrou em vigor a Instrução Normativa nº 7/99 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Penteado, 2000), com o objetivo de estabelecer as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação de quali-

dade para produtos orgânicos de origem animal e vegetal.

Estas iniciativas surgiram em resposta a exigências de alguns países como o Japão e os da Comunidade Européia, que passaram a condicionar a importação de alimentos à existência de certificação de qualidade ambiental, o que se constitui em barreira não-tarifária por parte dos países importadores. Outro fator importante para promover a regulamentação, relaciona-se ao Mercosul. Argentina, Uruguai e Paraguai já dispõem de regras para produção orgânica, que serão impostas ao país, caso o Brasil não possua sua própria legislação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A certificação é uma garantia de que produtos rotulados como orgânicos tenham sido de fato produzidos dentro dos padrões da agricultura orgânica. A emissão do selo ou do certificado ajuda a eliminar, ou pelo menos reduzir, a incerteza com relação à qualidade presente nos produtos, oferecendo aos consumidores informações objetivas, que são importantes no momento da compra. A certificação orgânica é exigida para alguns produtos destinados à exportação. Nesses casos, a organização certificadora precisa ser credenciada pela Ifoam, ou pelas normas ISO-65, para emitir um certificado que tenha reconhecimento internacional. A legislação pertinente é importante para regular o crescimento harmônico desse mercado. Assim, espera-se que produtores orgânicos e os consumidores estejam protegidos contra os falsos produtos orgânicos.

AGRADECIMENTO

Agradeço Richard Domingues Dulley e Alceu de Arruda Veiga Filho, pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola (IEA) de São Paulo, pelos comentários e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA. **Manual de certificação**: normas de produção, regulamentos, contratos, formulários e estatutos. São Paulo, 1998. 64p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 505, de 16 de outubro de 1998. [Normalização para a produção de produtos orgânicos]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 out. 1999.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.

HALL, D.C.; BAKER, B. P.; FRANCO, J.; JOLLY, D.A. Organic food and sustainable agriculture. **Contemporary Policy Issues**, v.7, n.4, p.47-72, Oct. 1989.

HARKALY, A. H. Perspectivas da agricultura orgânica no mercado internacional. **Agricultura Biodinâmica**, Botucatu, v.12, n.75, p.2-6, primavera, 1995.

HAUSELMANN, P. **ISO inside out: ISO and environment management**. [S.l.]: WWF International, 1996. 19p. (Discussion Paper).

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO RURAL. **Diretrizes para os padrões de qualidade Biodinâmico, Deméter e Orgânico**. 7.ed. Botucatu, 1997. 50p.

LAMPKIN, N. H.; PADEL, S. Agricultural policy in western Europe: an overview. In: _____; _____. (Ed.). **The economics of organic farming: an international perspective**. Wallingford: CAB International, 1994. p.437-456.

LIMA, P. J. B. F. Algodão orgânico: bases técnicas da produção, certificação, industrialização e mercado. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 8., 1995, Londrina. [Londrina: s.n.], 1995. 20p. Mimeografado.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. [S.l.:s.n.]. 1994. 191p.

PENTEADO, S.R. Normas de produção orgânica. In: _____. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, 2000. cap. 15, p.85-106.

SOUZA, M.C.M. **Algodão orgânico: o papel das organizações na coordenação e diferenciação do sistema agroindustrial do algodão**. 1998. 187f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TATE, W. B. Development of the organic industry and market. In: LAMPKIN, N. H.; PADEL, S. (Ed.). **The economics of organic farming: an international perspective**. Wallingford: CAB International, 1994. p.11-25.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Organic production in developing countries: potential for trade, environmental improvement, and social development**. [S.l.], 1996. 48p. (UNCTAD/COM/88).

_____. **Organic food and beverages: world supply and major European markets**. Geneva: ITC, 1999. 271p.

VIGLIO, E.C.B.L. Produtos orgânicos: uma tendência para o futuro? **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.16, n.12, p. 8-11, dez. 1996.

²Há demanda externa por produtos orgânicos como: óleo de dendê, leite e derivados, açúcar, café, mate, guaraná, caju, hortaliças, citros, girassol, linho-semente, soja, banana e óleos essenciais, entre outros produtos (Viglio, 1996).

³Algumas grandes redes de supermercados de São Paulo acreditam que a venda de produtos orgânicos in natura é um bom negócio. Os produtos são 30% mais caros que os convencionais, mas os consumidores parecem estar mais preocupados com a qualidade. Numa dessas redes, a venda de produtos orgânicos representa cerca de 8% das 35 toneladas semanais comercializadas, ou seja 5% do faturamento (Viglio, 1996).

Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na agricultura orgânica

Jacimar Luis de Souza¹

Resumo - Geração de conhecimentos científicos e desenvolvimento de tecnologias para sistemas orgânicos de produção representam, atualmente, uma forte demanda para as instituições ligadas à pesquisa e ao desenvolvimento. A partir de 1990, algumas empresas iniciaram contribuições nesse sentido, destacando-se os trabalhos da Incaper e da Embrapa Agrobiologia, realizados em sistemas de produção, e contribuições de forma pontual, com trabalhos específicos por áreas de conhecimento, realizados em cultivos orgânicos isolados ou estudando temas de interesse da agricultura orgânica, porém em cultivos convencionais, enfocando uso de biofertilizantes, adubação verde, adubações orgânicas, dentre outros. Resultados gerados nestes projetos têm melhorado significativamente o desempenho técnico de sistemas orgânicos de produção, inclusive o padrão comercial dos produtos orgânicos no mercado. Diante disso, pode-se concluir que existe plena viabilidade técnica e econômica deste modelo de produção, muitas vezes apresentando produtividade e rentabilidade que superam os índices médios obtidos em sistemas convencionais de uma determinada região ou Estado.

Palavras-chave: Biofertilizantes; Adubação verde; Adubação orgânica; Compostagem; Cobertura morta; Rotação de cultura; Sucessão de cultura; Equilíbrio ecológico.

INTRODUÇÃO

Um registro constante em diversos eventos nacionais no âmbito da Agroecologia tem destacado a necessidade de apoio à pesquisa e geração tecnológica nesse setor. Alguns profissionais confundem a prática da agricultura orgânica como sendo uma volta ao passado, no resgate de técnicas antigas utilizadas há décadas, deixando a entender que este tipo de agricultura não depende de tecnologia. Entretanto, esta é uma interpretação extremamente errônea, uma vez que alguns projetos têm hoje alto grau de aplicação tecnológica, muitas vezes com emprego de modernas técnicas geradas pela pesquisa convencional, a exemplo do emprego de agentes biológicos e do uso de armadilhas com feromônios no controle de pragas.

Obviamente, deve-se considerar que as empresas de pesquisa e as universidades investiram pouco nesta área nas últimas

décadas, fato que provocou grande déficit de tecnologia para o setor.

A partir da década de 90, diante da forte demanda por alimentos saudáveis, advinda especialmente de consumidores brasileiros dos grandes centros urbanos, algumas empresas de pesquisa, universidades e Organizações Não-Governamentais (ONGs) iniciaram trabalhos de pesquisa, dentre os quais destacam-se os programas do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), (Souza, 1998) e o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Almeida, 1998), desenvolvidos na forma de sistemas de produção. Algumas experiências de investigação científica foram e têm sido realizadas por ONGs, predominantemente através da pesquisa participativa em propriedades de agricultores (Encontro...,1999). Importantes contribuições têm ocorrido de forma pontual, com trabalhos específicos por áreas

de conhecimento, realizados em cultivos orgânicos isolados (Soragy et al., 1998) ou estudando temas de interesse da agricultura orgânica, porém em cultivos convencionais, enfocando uso de biofertilizantes, adubação verde, adubações orgânicas, dentre outros (Reunião... 1998).

Outro fator importante a considerar neste momento, é que a geração de tecnologias para sistemas orgânicos de produção diferencia-se sobremaneira daquela realizada para sistemas convencionais, pois todo o ambiente e as interações ocorrentes nele são de fundamental importância para o sistema produtivo que tem caráter agroecológico. Gerar técnicas e métodos que promovam interferência positiva nestes sistemas colabora para o aprimoramento do manejo, melhorando o desempenho técnico e econômico do sistema. Contudo, estudar os fenômenos naturais, qualificando e quantificando a relação entre os diversos compo-

¹Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesq. Incaper-CRDR-Centro Serrano, CEP 29375-000 Venda Nova Imigrante-ES. Correio eletrônico: crdrcserrano@incaper.es.gov.br

nentes do agroecossistema contribui para a verdadeira ciência da vida, priorizando o enfoque no contexto e complexidade dos processos agroecológicos (Encontro..., 1999).

Há alguns anos, havia diversos questionamentos quanto a viabilidade e competitividade da agricultura orgânica ante a Agricultura Convencional, em face do empirismo das práticas recomendadas e da carência de tecnologias. Entretanto, hoje a realidade mudou completamente, devido a muitos projetos produtivos e aos diversos trabalhos de geração de tecnologia citados anteriormente.

O programa de pesquisa que o Incaper vem desenvolvendo há mais de dez anos baseia-se no uso sustentável dos recursos naturais disponíveis em nível regional (Fig. 7, contracapa) e na busca do aprimoramento dos sistemas de produção com base nos princípios da agricultura orgânica: compostagem orgânica; adubação verde; sistemas agroflorestais e associação de culturas; manejo de plantas invasoras; manejo de solos e adubação; nutrição e fertilização orgânica; cobertura morta; rotação e sucessão de culturas; controle alternativo de pragas e doenças; avaliação e seleção de cultivares adaptadas. O programa tem como objetivo gerar tecnologias que visa subsidiar o estabelecimento de um modelo de produção agrícola, que preserve o meio ambiente e que seja sustentável ao longo dos anos, sem causar degradação dos solos e dos cursos d'água, e seja responsável pela produção de alimentos de elevado valor biológico, porém isentos de produtos químicos prejudiciais à saúde. Os princípios e conceitos envolvidos no programa são:

- equilíbrio ecológico (estudo de interações biológicas, como o controle natural de pragas e o estudo da resistência de plantas a doenças);
- sistema integrado de produção e reciclagem de matéria orgânica (MO);
- estudos de sistemas e efeitos cumulativos de diversos tratamentos ao longo dos anos (tipos de composto orgânico, formas de adubação orgânica, sistemas de preparo de solo etc.);

d) emprego da metodologia convencional de pesquisa para estudos de temas específicos;

e) instalações de unidades de produção, aplicando-se tecnologias geradas no próprio sistema de pesquisa ao longo dos anos.

Os trabalhos são desenvolvidos com culturas anuais (abóbora, alho, batata, batata-baroa, batata-doce, beterraba, cenoura, couve-flor, feijão, inhame, milho, morango, mucuna-preta, pepino, pimentão, quiabo, repolho e tomate) e culturas perenes (café e citros). Os principais resultados obtidos em dez anos de pesquisa com estas culturas, com intuito de gerar informações para subsidiar o processo de conversão dos agricultores a sistemas orgânicos de produção estão resumidos a seguir.

EVOLUÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

As características químicas de 15 glebas de solo, cultivadas com 15 hortaliças submetidas ao manejo orgânico foram avaliadas

durante nove anos (1990 a 1998). As hortaliças foram cultivadas em rotação com milho e feijão, além da adubação verde com mucuna-preta realizada anual ou bianualmente, dependendo da rotação estabelecida em cada área. As adubações orgânicas foram realizadas com composto orgânico, na base de 15t/ha (peso seco). A composição química média do composto encontra-se no Quadro 1.

Este manejo básico foi complementado com a incorporação das ervas nativas preservadas nas entrelinhas dos cultivos comerciais e de restos culturais, construindo gradualmente um solo rico e fértil (Souza, 1999a).

Os teores de MO dos solos foram crescentes até o nono ano (Gráfico 1). O teor médio passou de 1,70%, em 1990, para 2,91% em 1998, representando um aumento relativo de 71%. Este teor de MO tem propiciado a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo, com reflexos benéficos nas características do solo e no desenvolvimento das culturas.

Houve progresso gradual dos valores de capacidade de troca de cátions (CTC)

QUADRO - 1 Composição média do composto orgânico, Incaper - 1990 a 1995⁽¹⁾

MO (%)	C/N	pH	Macronutrientes (%)					Micronutrientes (ppm)				
			N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
48	13/1	7,4	2,25	1,60	1,50	6,0	0,6	50	223	16.064	804	36

(1) Média de 20 medas.

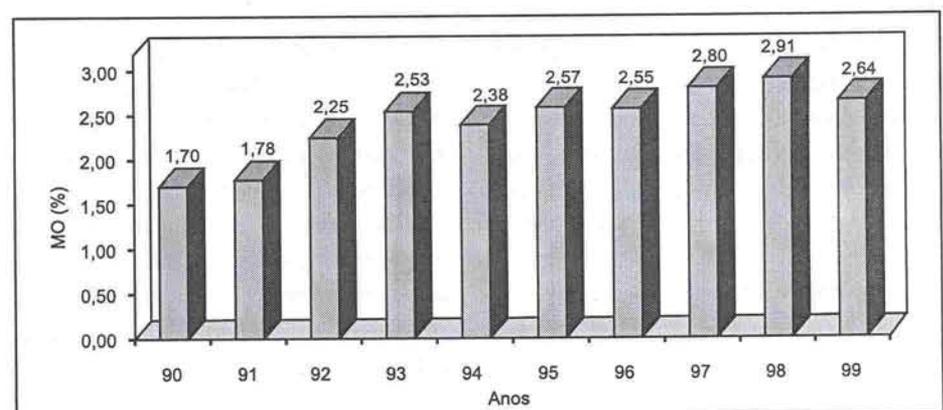


Gráfico 1 - Evolução da matéria orgânica dos solos submetidos a manejo orgânico durante 10 anos, Incaper - 2000

dos solos, ao longo dos anos (Gráfico 2) como reflexo da evolução nos teores de MO. De forma similar, a soma de bases (S) desses solos atingiu valor máximo no oitavo ano de cultivo, em razão do progresso nos teores de nutrientes proporcionados pelo manejo orgânico empregado.

Os níveis de fósforo (P) e de potássio (K) nos solos, após dez anos de manejo orgânico, foram expressivos (Gráfico 3). O aumento nos teores de P pode ser atribuído à utilização de fosfato natural na confecção de compostos orgânicos até 1993, ao P componente da MO e à solubilização de fósforo pela ação de ácidos húmicos e microrganismos. O K constituinte dos materiais orgânicos como esterco e material vegetal compostado foi o principal responsável pelo aumento de teores desse elemento no

solo (Gráfico 3). Ao longo dos anos, os níveis médios de P elevaram-se até 390% e os de K em até 92%.

Como reflexo das elevações nos teores de K, Ca e Mg, a saturação de base nos solos apresentou progressão linear até o sétimo ano, elevando-se de 61% para 82%. A partir do oitavo ano houve uma oscilação, finalizando em 80% após nove anos de manejo orgânico.

Com relação ao pH, até o quarto ano de manejo orgânico, observou-se um aumento e, a partir do quinto ano houve estabilização do pH na faixa de 6,60 a 6,96. A redução dos teores de alumínio (Al) e de hidrogênio, associada à elevação das bases do solo (K, Ca e Mg), certamente foi a responsável pelas alterações desejáveis nos índices de pH do solo.

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE COMPOSTAGEM

Durante quatro anos foram avaliadas 20 medas de composto orgânico, elaboradas através do método padrão de empilhamento em camadas alternadas de materiais vegetais (capim-meloso, capim-americo picado, palhas de café, arroz e milho) e esterco de galinha (Souza & Prezotti, 1996a)

O tempo médio de decomposição dos materiais foi de 143 dias. Observou-se que a produção de composto final foi de 620kg/m³, sendo a relação de conversão de esterco de galinha para composto de 1:5,2. Nas análises químicas dos compostos observaram-se: 48% de MO; relação carbono/nitrogênio (C/N) de 13/1; pH de 7,4; 2,25% de N; 1,6% de P; 1,5% de K; 6,0% de Ca; 0,56% de Mg; 50 ppm de cobre (Cu); 223 ppm de zinco (Zn); 16064 ppm de ferro (Fe) e 36 ppm de boro (B).

As análises econômicas indicaram que o custo médio total (insumos e serviços), para se obter 7.467kg de composto, foi de US\$ 183,56, finalizando um custo unitário de US\$ 24,6 a tonelada.

TIPOS DE COMPOSTO E O DESENVOLVIMENTO DE HORTALIÇAS

Os quatro tipos de compostos estudados foram: composto/esterco, composto/composto, composto/torta de cacau e composto/terriço de mata.

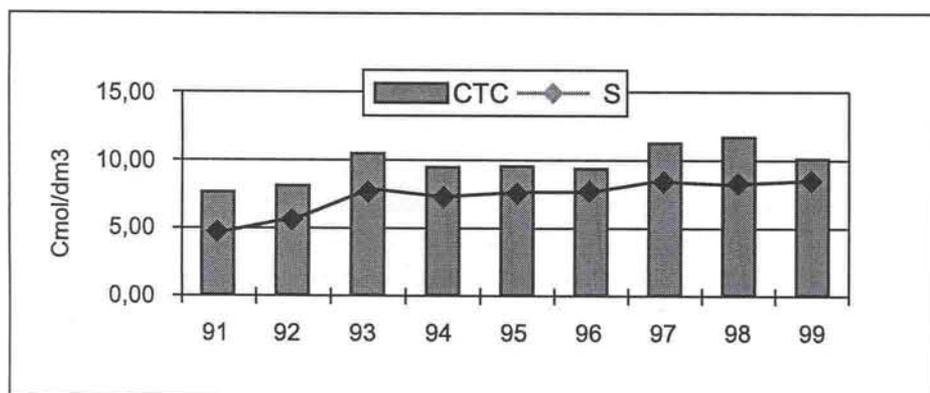


Gráfico 2 - Evolução da soma de bases (S) e CTC de solos submetidos a manejo orgânico durante 9 anos, Incaper - 2000

NOTA: CTC - Capacidade de troca de cátions.

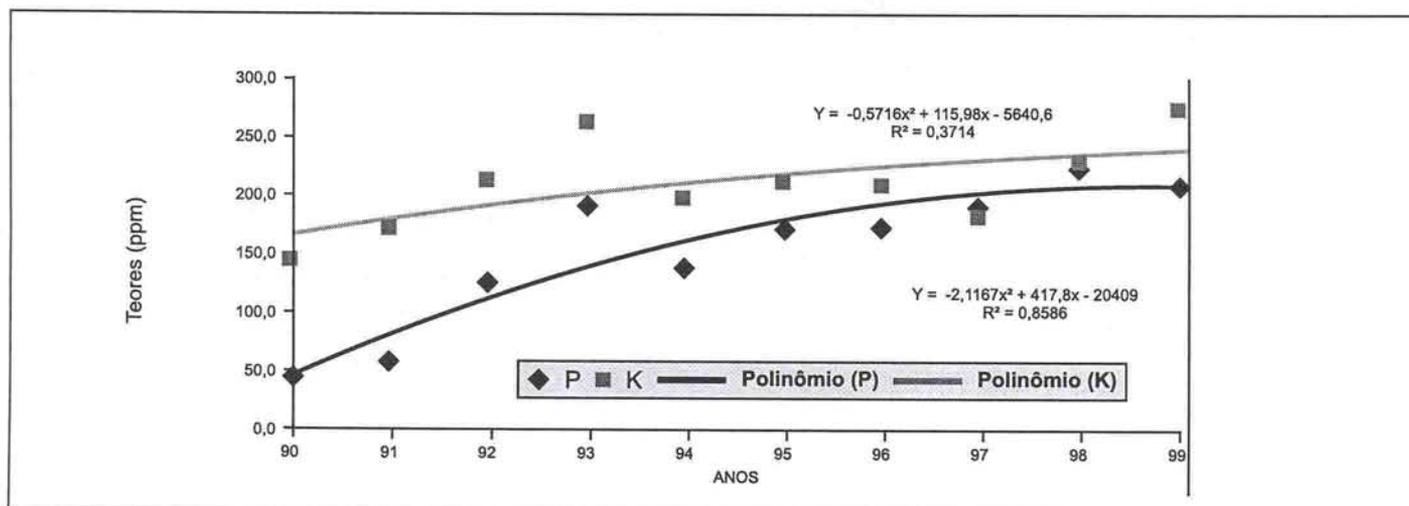


Gráfico 3 - Evolução dos teores de fósforo e potássio em solos submetidos a manejo orgânico ao longo de 10 anos, Incaper - 2000

A análise quantitativa mostrou que os compostos orgânicos com maiores rendimentos foram aqueles inoculados com terriço de mata e torta de cacau. A perda no volume final nestes compostos foi de 10% a menos, quando comparados aos compostos inoculados com esterco de galinha e composto orgânico (Souza & Prezotti, 1996b). É importante ressaltar, que não houve diferenças significantes em todos os aspectos quantitativos dos compostos elaborados com esterco de galinha e com composto orgânico, o que sugere uma excelente opção do uso de composto orgânico como matéria-prima para material orgânico.

A torta de cacau destacou-se na análise qualitativa, como fornecedora de matéria orgânica, N, K, Mg, Cu e B. Este composto orgânico empregado como inoculante apresenta maiores concentrações iniciais de P, Ca, Zn e manganês (Mn), além de expressar maior índice de pH (7,7) e menor relação C/N (14/1). A composição final dos compostos inoculados com torta de cacau aponta superioridade nos teores de MO e N. A relação C/N e o índice de pH aproximam-se da faixa ideal para o melhor desenvolvimento das plantas.

Comparando-se a inoculação das pilhas de compostagem com esterco de galinha e com o próprio composto orgânico já elaborado, verificou-se similaridade na composição do adubo orgânico resultante. Isto mostra a possibilidade de o agricultor reutilizar o próprio composto no processo de compostagem, não havendo assim a dependência exclusiva do esterco. Obtém-se, ainda, expressiva redução dos custos desse adubo orgânico.

Apesar do bom desempenho dos compostos feitos com terriço de mata, em termos de quantidade, observou-se em sua análise qualitativa deficiências marcantes nos teores de MO, N, P, K, Ca, Zn e Mn.

Quando estes quatro tipos de compostos foram avaliados no desenvolvimento de algumas culturas, obtiveram-se os seguintes resultados:

a) milho-verde: a adubação com composto inoculado com torta de cacau proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo e maior produtividade de espigas; os rendimentos

foram de 32%, 40% e 47% superiores aos obtidos com esterco de galinha, composto orgânico e terriço de mata (Souza & Prezotti, 1996c);

- b) batata-doce: o tratamento com composto/torta de cacau, proporcionou maior produção, peso e diâmetro médios de raízes; as análises foliares de batata-doce produzidas em solo adubado com estes compostos mostraram maiores teores de N, K, Mg, Fe e Mn;
- c) pimentão: observaram-se maiores produtividades comerciais de frutos de pimentão com adubação à base de composto inoculado com torta de cacau;
- d) alho: observaram-se maiores produtividades de bulbos com adubação à base de composto inoculado com torta de cacau;
- e) cenoura: o rendimento de raízes foi maior com as adubações à base de compostos inoculados com esterco de galinha e torta de cacau.

Além dessas culturas, os efeitos residuais das adubações com os quatro tipos de compostos foram avaliados sobre a produção de biomassa de mucuna-preta. O melhor rendimento de biomassa verde e seca foi obtido nas faixas adubadas anteriormente com composto/torta de cacau e, o menor, naquelas adubadas com composto/terriço de mata.

FORMAS DE ADUBAÇÃO COM COMPOSTO ORGÂNICO EM HORTALIÇAS

Foram avaliadas na rotação couve-flor/feijão/batata/quiabo/batata-doce/repolho, as seguintes formas de aplicação de composto orgânico: incorporado ao solo, superficial e localizada em covas e/ou sulcos.

Quando a adubação foi localizada, observou-se maior produção comercial de couve-flor, sendo os acréscimos de até 13% no peso médio e de até 73% na compacidade das cabeças. Em feijão e batata, não houve resposta das formas de adubação do composto. No quiabeiro, as respostas foram

irregulares. Em batata-doce, quando a aplicação do composto orgânico foi localizada nas leiras de plantio houve acréscimos de 22% e 32% no rendimento de tubérculos em relação à adubação incorporada e superficial, respectivamente. Em repolho, a adubação localizada nas covas de plantio proporcionou acréscimos na produção comercial de cabeças de 25% e 36% em relação à adubação incorporada e superficial, respectivamente.

MÉTODOS DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA CULTURA DO QUIABO

Plantas de quiabo foram pulverizadas com extrato concentrado de proteína vegetal; biofertilizante (40% semanalmente; 40% quinzenalmente); chorume de composto (1:2 semanalmente; chorume de composto 1:2 quinzenalmente).

A aplicação semanal de biofertilizante elevou em 13,4% a produção total e em 11,5% a produção comercial, enquanto que a aplicação quinzenal elevou em 12,9% e 14,2% as respectivas produções. O uso de chorume de composto semanalmente também promoveu acréscimos de 12,9% na produção total e 14,8% na produção comercial, enquanto que quando aplicado quinzenalmente elevou em 10,5% e 9,8% as respectivas produções de frutos. Apenas o uso de biofertilizante proporcionou elevações significativas nos teores de Cu e Mn nas folhas do quiabeiro. Em pulverizações semanais, o acréscimo foi de 161% no teor de Cu e de 32% no teor de Mn, enquanto que pulverizado quinzenalmente os acréscimos foram de 70% e 18%, respectivamente. Vale ressaltar que em situações de equilíbrio de nutrientes no sistema solo-planta a aplicação de biofertilizantes pode não ter efeito sobre o rendimento da cultura.

COBERTURA MORTA E FORMAS DE APLICAÇÃO DE COMPOSTO EM CULTIVO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS

Em cenoura a aplicação do composto no sulco, por ocasião do plantio, elevou a produção comercial em até 39%. Este fato confirma a importância da disponibilidade

do composto orgânico próximo ao sistema radicular das plantas. A aplicação superficial de composto no canteiro, com o intuito de suprir as plantas com nutrientes e ao mesmo tempo promover a cobertura deste, proporcionou a menor produção total de raízes de cenoura. A cobertura morta com casca de arroz, em períodos chuvosos, não alterou a produção total e comercial de cenoura, entretanto favoreceu a expansão das raízes, as quais se apresentaram com maior diâmetro médio. Por outro lado, houve tendência de elevação da incidência de raízes podres, devido à maior retenção de umidade no solo.

Em alho, de maneira geral, a cobertura de canteiros com palha de *pinus* e a adubação localizada com composto nos sulcos proporcionaram melhor desenvolvimento da cultura em cultivo orgânico. Com relação à adubação de cobertura, a aplicação de torta de cacau aos 45 dias e aos 45 e 90 dias, elevaram em 12,2% e 14,8% a produção comercial de bulbos, respectivamente (Souza, 1999b).

CONTROLE DE DOENÇAS DE HORTALIÇAS EM SISTEMA ORGÂNICO

A proteção de plantas com produtos alternativos na agricultura orgânica é de fundamental importância para algumas doenças. Os seguintes resultados foram obtidos com o uso de caldas e extratos:

- alho: a aplicação da calda bordalesa a 1%, possibilitou controle da mancha-púrpura (*Alternaria porri*), proporcionando acréscimo médio de 37% na produtividade em relação a não-aplicação (Souza et al., 1996a);
- batata: a calda bordalesa a 1% apresentou eficiência no controle da requeima da batata (*Phytophthora infestans*), o que permitiu a obtenção de maiores rendimentos e produtos de melhor qualidade comercial (Souza, et al., 1996b);
- quiabeiro: a calda bordalesa a 1% e a calda sulfocálcica a 2%, pulverizadas quinzenalmente, proporcionaram maior eficiência no controle

do oídio em relação à testemunha sem pulverização (Souza & Costa, 1999);

- tomate: observou-se eficiência da calda bordalesa a 2% no controle da requeima, independente do intervalo de pulverização, ou quando aplicada a 1,0% num intervalo de duas vezes/semana. Nestas concentrações, o nível de infecção foi de 23% a 53%, em comparação aos níveis de 99%, quando não se aplicou a calda. Houve elevação da produtividade comercial em até 169%, quando a calda bordalesa a 1,0% foi aplicada duas vezes/semana. Os frutos apresentaram maior peso e comprimento médio (Souza & Ventura, 1997);
- morango: as menores taxas de infecção foram verificadas nas parcelas tratadas com calda bordalesa a 1,0% aplicada duas vezes/semana. Observou-se, ainda, que o intervalo de aplicação é um fator tão importante quanto a concentração usada, visto que a eficiência da aplicação a 0,5% duas vezes/semana foi similar às obtidas com 1,0% e 2,0% aplicadas semanalmente. O número total e comercial de frutos de morango foi maior em parcelas tratadas com calda bordalesa, quando comparado a parcelas sem tratamento (Souza, 1997).

AValiação DE GENÓTIPOS DE HORTALIÇAS EM CULTIVO ORGÂNICO

As cultivares de batata Itararé, Matilda e Monte Bonito apresentaram excelente desenvolvimento em sistema orgânico de produção, pelo expressivo grau de resistência à requeima, permitindo a obtenção de rendimentos comerciais competitivos (Souza et al., 1996c).

Em batata-baroa, os clones mais promissores foram os BGH - 5746 com produtividade média de 16.605kg/ha e Regional -1987 com produtividade média 17.575 kg/ha, ambos do grupo amarelo. O padrão comercial de raízes foi satisfatório, com pe-

sos médios de 140g e 145g, comprimentos médios de 12,7 e 13,5cm e diâmetros médios de 4,7cm e 4,5cm para os clones 5746 e 1987, respectivamente (Souza, 1996).

DESENVOLVIMENTO DE MILHO, FEIJÃO E DE HORTALIÇAS EM CULTIVO ORGÂNICO AO LONGO DE DEZ ANOS

O manejo orgânico tem proporcionado excelente desenvolvimento agrônomico de diversas hortaliças, alcançando-se níveis competitivos de produtividade e produtos de elevado padrão comercial. Após dez anos de monitoramento no sistema orgânico, as culturas de pimentão e tomate têm sido as hortaliças com mais dificuldades de cultivo neste sistema de produção. Isto mostra a necessidade de refinamento nas técnicas de manejo, com o objetivo de melhorar o desempenho técnico e econômico no sistema orgânico. O comportamento médio de algumas culturas, ao longo de dez anos, no sistema orgânico pode ser verificado no Quadro 2.

AValiação DE CUSTOS DE PRODUÇÃO NOS SISTEMAS ORGÂNICO E CONVENCIONAL

No Quadro 3, são apresentados os custos de produção de cada cultura nos sistemas orgânico e convencional. A média de custos do sistema orgânico foi de 3.268 dólares/ha, enquanto no sistema convencional ficou em torno de 3.730 dólares/ha. Estes dados mostram que a produção orgânica destas culturas pode ser realizada a um custo médio 14% inferior ao sistema de produção atualmente empregado em nível regional, o qual se baseia no modelo agroquímico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- o composto orgânico, como base para o desenvolvimento de plantas, é um produto eficiente, de elevada qualidade nutricional e biológica e apresenta-se como alternativa viável, economicamente, para sistemas de produção orgânica;

QUADRO 2 - Média de rendimentos comerciais de diferentes culturas em sistemas orgânico e convencional ao longo de dez anos, Incaper - 2000

Culturas	Rendimentos comerciais (kg/ha)		Diferencial (%)
	Sistema orgânico ⁽¹⁾	Sistema convencional ⁽²⁾	
Abóbora Tetsukabuto	7.325	6.000	+ 26
Alho	6.102	5.000	+ 22
Batata	19.451	15.000	+ 30
Batata-baroa	15.355	13.000	+ 18
Batata-doce	21.629	18.000	+ 20
Cenoura	23.535	22.000	+ 7
Couve-flor	13.686	15.000	- 9
Feijão	2.057	900	+ 129
Inhame	23.805	12.000	+ 98
Milho	8.066	3.000	+ 169
Repolho	55.325	45.000	+ 23

(1) Área Experimental de Agricultura Orgânica, Incaper - 1990 a 2000. (2) Média do sistema convencional da região produtora do Espírito Santo.

QUADRO 3 - Custos de produção de 1,0 ha de diversas culturas em sistemas orgânico e convencional, Incaper - 1995

Culturas	Custo de produção ⁽¹⁾ (US\$)		Diferencial (%)
	Sistema orgânico	Sistema convencional	
Abóbora	1.307	1.497	-15
Alho	4.690	5.482	-17
Batata inglesa	4.569	5.041	-10
Batata-baroa	3.000	3.837	-28
Batata-doce	2.399	2.605	-09
Cenoura	3.667	4.156	-13
Couve-flor	3.688	4.014	-09
Feijão	737	793	-08
Inhame	4.185	4.572	-09
Milho	840	839	-00
Repolho	3.566	4.115	-15
Tomate	6.567	7.812	-19
Média Geral	3.268	3.730	-14

(1) Valores em dólar paralelo (preços médios de dez. 1995).

b) o uso de fosfato de rocha, utilizado para enriquecimento do composto, conduz à obtenção de MO com maiores teores de P, Ca e Zn;

c) a utilização do próprio composto orgânico como inoculante de novas medas

é uma alternativa eficaz, comparada à formação de composto inoculado com esterco de galinha, apresentando qualidade nutricional semelhante a um custo 39,4% menor;

d) compostos orgânicos obtidos através

da inoculação do material vegetal com torta de cacau, permite obter um produto com maiores teores de MO, N e B;

e) o terriço de mata deve ser utilizado apenas como alternativa secundária na formação de composto orgânico em função do baixo valor nutricional;

f) a evolução dos teores de MO, CTC, P, K, Ca, Mg, pH e saturação de bases permitem obter um elevado grau de fertilidade dos solos, viabilizando tecnicamente modelos de produção com base apenas em práticas de manejo orgânico;

g) as cultivares de batata Matilda, Itararé e Monte Bonito são genótipos que apresentam excelente desenvolvimento em sistema orgânico de produção pelo expressivo grau de tolerância à requeima, permitindo a obtenção de rendimentos comerciais competitivos;

h) os clones de batata-baroa 5746 (BGH-UFV) e 1987 (material regional) apresentam-se como excelentes opções para cultivos orgânicos, o que possibilita obter produtos com destacado rendimento e qualidade comercial;

i) a adubação com composto orgânico localizada no sulco de plantio da cenoura aumenta em até 39% a produtividade comercial, elevando o peso médio e o comprimento médio de raízes;

j) o emprego de cobertura morta com casca de arroz em canteiros de cenoura, na época de verão, não trouxe benefícios para o desenvolvimento e a produtividade dessa cultura em sistema orgânico;

k) a adubação orgânica do milho com composto orgânico, obtido a partir da inoculação com torta de cacau, proporciona rendimentos de 32%, 40% e 47%, superiores aos obtidos com os inoculantes esterco de galinha, composto orgânico e terriço de mata, respectivamente, apresentando-se como excelente alternativa tecnológica para sistemas orgânicos de produção;

l) em função da elevada exigência nutricional, a cultura da couve-flor respon-

de técnica e economicamente a formas de adubação com composto orgânico, visto que a adubação localizada em covas revelou uma elevação média da produtividade em torno de 168% em relação às adubações a lanço;

- m) a cultura do feijão, por apresentar considerável grau de rusticidade, não responde a formas de adubação com composto orgânico, indicando ser vantajoso optar por formas menos onerosas de adubação;
- n) o uso de calda bordalesa a 1% apresenta eficiência expressiva no controle da requeima da batata em cultivo orgânico, permitindo obter maiores rendimentos e produtos de melhor qualidade comercial;
- o) a calda bordalesa a 1% permite considerável grau de controle de *Alternaria porri* em alho em sistema orgânico, elevando a média da produtividade comercial de bulbos a 37% em relação à testemunha;
- p) o cultivo orgânico de abóbora, alho, batata, batata-baroa, batata-doce, cenoura, feijão, inhame e repolho permite obter produtividades superiores à média regional do sistema convencional em uso pelos agricultores (+3% a +164%), com obtenção de produtos de excelente padrão e qualidade comercial;
- q) os desempenhos técnicos das espécies estudadas nos conduzem a uma reflexão profunda do modelo de produção, de base agroquímica, em uso no Espírito Santo, quando verificamos plena viabilidade técnica da produção de alimentos orgânicos de destacada qualidade e valor biológico;
- r) a média geral do custo de produção de 1 ha em sistema orgânico foi de US\$ 3.268,00 e do sistema convencional foi de US\$ 3.730,00, indicando que a produção orgânica das espécies trabalhadas pode ser realizada a um custo médio 14% inferior ao sistema agroquímico, atualmente em uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. L. de. Sistema integrado de produção agroecológica - "Fazendinha Agroecológica Km 47". In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1., 1998, Vitória. **Palestras e trabalhos técnicos...** Vitória: EMCAPA, 1998. p. 77-94.
- ENCONTRO NACIONAL SOBRE PESQUISA EM AGROECOLOGIA, 1., 1999, Seropédica. **Relatório...** Seropédica: Embrapa Agribiologia, 1999. 35p.
- REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu. **Resumos...** FertBio. Lavras: UFLA, 1998.
- SORAGY, R.; SANTINATO, R.; CORREIA, J. P. Estudo da viabilidade técnica na produção de café orgânico e organo-mineral nas condições de cultivo nos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA - PROCAFÉ, 1998. p. 91-93.
- SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis.** Vitória: EMCAPA, 1998. v. 1.
- _____. Avaliação de clones de batata-baroa (*Arracacia xanthorhiza*) em cultivo orgânico. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS 1., 1996, São Pedro, SP. **Resumos...** São Pedro: UNESP - CERAT, 1996.
- _____. Eficiência de doses e intervalos de aplicação de calda bordalesa em cultivo orgânico de morango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, 1997. Suplemento. Resumo das Palestras do 37º Congresso Brasileiro de Olericultura.
- _____. Estudo da fertilidade de solos submetidos a manejo orgânico ao longo de nove anos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 331, nov. 1999a. Resumo do 39º Congresso Brasileiro de Olericultura.
- _____. Tipos e formas de aplicação de adubos orgânicos em cobertura na cultura do alho (*Allium*

sativum L.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 331, nov. 1996b. Resumo do 39º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; COSTA, H. Avaliação de métodos alternativos no controle de oídio em quiabo (*Abelmoschus esculentus*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 330, nov. 1999. Resumo do 39º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; PREZOTTI, L.C. Avaliação técnica e econômica de compostagem orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n.1, p.122, maio 1996a. Resumo do 36º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; _____. Avaliação técnica e econômica de quatro tipos de compostos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 122, maio 1996b. Resumo do 36º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; _____. Tipos de composto orgânico e seus efeitos sobre o desenvolvimento do milho verde. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n.1, p. 122, maio 1996c. Resumo do 36º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; VENTURA J.A. Doses e intervalos de aplicação de calda bordalesa na cultura do tomate em sistema orgânico de produção. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 313, ago. 1997. Resumo do 30º Congresso Brasileiro de Fito-patologia.

_____; _____; COSTA, H. Avaliação de caldas e extratos na cultura do alho em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 123, maio 1996a. Resumo do 36º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; _____. Avaliação de caldas sobre o controle de requeima e o desenvolvimento da batata, cv. Baraka, em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 123, maio 1996b. Resumo do 36º Congresso Brasileiro de Olericultura.

_____; _____. Avaliação de genótipos de batata em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 123, maio 1996 c. Resumo do 36º Congresso Brasileiro de Olericultura.

Agricultura Alternativa no contexto mundial

Cleide Maria Ferreira Pinto¹
 José Maurício Pereira²
 Trazilbo José de Paula Júnior³

Resumo - A Agricultura Alternativa visualizada nos principais países da Oceania, da América do Norte, da Ásia e da América Latina, em especial no Brasil, com dados referentes a área de manejo orgânico, número de produtores, principais culturas e mercado potencial.

Palavras-chave: Agricultura Orgânica; Produtos orgânicos; Oceania; América do Norte; Ásia; América Latina.

INTRODUÇÃO

A Agricultura Alternativa é praticada em muitos países do mundo e a área sob manejo orgânico tem crescido continuamente. Na maioria dos países que pratica hoje a agricultura orgânica, esta estabeleceu-se em função da demanda crescente de produtos orgânicos em países da Europa, da América do Norte e do Japão. A agricultura orgânica movimentou recursos da ordem de 20 bilhões de dólares, no ano 2000 (Ifoam, 2001).

No contexto mundial são 15,8 milhões de hectares manejados organicamente, segundo dados de uma pesquisa recente realizada pela International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam) (Willer & Yussefi, 2001). O Gráfico 1 mostra que, em termos mundiais, a Oceania detém quase 50% do solo cultivado organicamente, seguida pela Europa e pela América Latina. A maior área manejada organicamente no mundo encontra-se na Austrália, como pode ser constatado no Quadro 1. Porém, a relação entre a área do país e a percentagem desta área ocupada pela agricultura orgânica é maior nos países europeus.

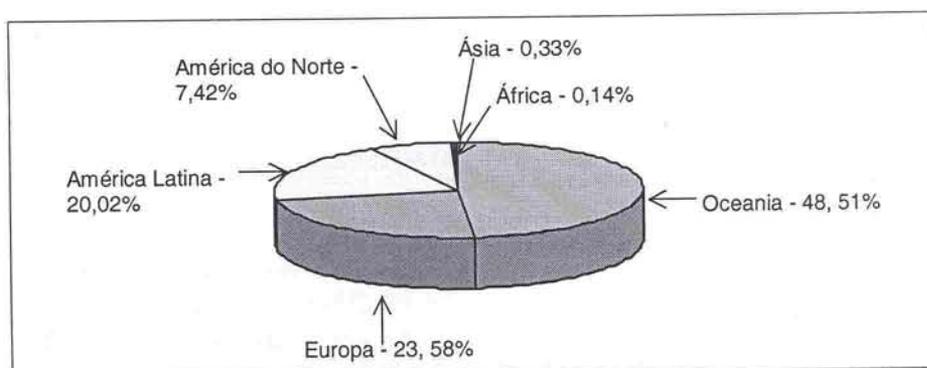


Gráfico 1 - Percentual de distribuição das áreas em agricultura orgânica no mundo
 FONTE: Dados básicos: Willer & Yussefi (2001).

QUADRO 1 - Países que possuem as maiores áreas de manejo orgânico no mundo

País	Continente	Área (ha)
Austrália	Oceania	7.654.924
Argentina	América Latina	3.000.000
Itália	Europa	958.687
Estados Unidos	América do Norte	900.000
Alemanha	Europa	452.279
Reino Unido	Europa	380.000
Espanha	Europa	352.164
França	Europa	316.000
Áustria	Europa	287.900
Canadá	América do Norte	188.195

FONTE: Dados básicos: Willer & Yussefi (2001).

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: cleide@homenet.com.br

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Bolsista CNPq/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti, 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: jmp@alunos.ufv.br

³Eng^a Agr^a, Doutorando, Bolsista CNPq/University of Hannover, Alemanha, Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti, 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: trrazilbo@mail.ufv.br

OCEANIA

Dentre os países que exploram a agricultura orgânica na Oceania inclui-se a Austrália, a Nova Zelândia e pequenos países como Fiji, Papua Nova Guiné, Tonga e Vanuatu, porém, quase a totalidade da área cultivada organicamente deste continente pertence à Austrália (Ifoam, 2001). A produção orgânica na região cresce influenciada pelo aumento da demanda por produtos orgânicos na Europa, na Ásia (especialmente no Japão) e na América do Norte. Apesar de a Austrália ser o país com maior área sob manejo orgânico no mundo, a maioria desta área é pastoril com baixa intensidade de cultivo. Assim, lá, um hectare orgânico na Austrália não pode ser comparado com um hectare orgânico na Dinamarca, devido ao nível de produtividade.

O mercado orgânico australiano foi o que mais dobrou nos últimos cinco anos. Em 1999, este mercado faturou 137 milhões de dólares (Willer & Yussefi, 2001).

Os principais produtos orgânicos produzidos pela Austrália são hortaliças e frutas frescas (laranjas e maçãs), grãos, derivados de leite e carne. A maior parte da área orgânica de manejo é usada como pastagem extensiva para rebanhos bovino e ovino, cuja carne é exportada particularmente para a Europa (Organic Pathways, 2001). Os principais mercados consumidores dos produtos orgânicos australianos são a Grã-Bretanha, a Alemanha e o Japão. Os produtores australianos são bastante beneficiados por venderem hortaliças e frutas frescas fora da estação na Europa.

Apesar de ter a maior área em agricultura orgânica mundial, a demanda interna por determinados produtos orgânicos é maior que a disponível. Assim, a Austrália tem importado, principalmente, suco de frutas, azeite de oliva e alimento infantil.

AMÉRICA DO NORTE

O Canadá, os Estados Unidos (EUA) e o México são países produtores e exportadores de uma grande variedade de alimentos orgânicos. O México será discutido juntamente com a América Latina. Os EUA e o Canadá possuem mercados internos bastante desenvolvidos. Em 1989, o National

Research Council (NRC) dedicou-se a um estudo detalhado sobre Agricultura Alternativa. Mais tarde, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Usda) estabeleceu um programa de pesquisa e educação sobre Sistemas Agrícolas de Baixa Utilização de Insumos e, finalmente, no final do ano 2000, foi aprovado o projeto que regulamenta a produção orgânica. A taxa de crescimento de produtos orgânicos tem crescido substancialmente. Nos EUA, a área de agricultura orgânica passou de 370 mil hectares, em 1995, a 900 mil hectares, em 2000.

O início do mercado para produtos orgânicos, nos EUA, deu-se a partir de 1960, atingindo a marca de 1 bilhão de dólares em 1990 e 7,8 bilhões de dólares em 2000, segundo dados do Usda (2001a). Nos produtos orgânicos comercializados são incluídos hortaliças, frutas, produtos derivados do leite, grãos, alimentos congelados, entre outros. Desses produtos, 62% são comercializados em lojas de alimentos naturais, 31% em supermercados e apenas 7% através de venda direta. A maior rede americana de supermercados de produtos naturais, Whole Foods Market, sediada no Texas, possui 85 lojas em 19 Estados. Essa rede teve um lucro de 1,4 bilhão de dólares em 1998 (Fiery Foods, 2001).

Os EUA exportam entre 200 a 300 milhões de dólares em produtos orgânicos, como soja, frutas secas e frescas e arroz. Os principais mercados consumidores são a Europa (Grã-Bretanha, Alemanha, França e Holanda) e Ásia (Japão e Taiwan). Os EUA importam quantidades consideráveis de produtos orgânicos tropicais e processados. Atualmente, um terço da população americana compra alimentos orgânicos ocasionalmente, e 3% os compram regularmente. De modo geral, nos EUA, os produtos orgânicos custam 20% a mais que os convencionais.

ÁSIA

Os países asiáticos possuem grande importância no consumo de produtos orgânicos. Na maioria desses países, a área sob manejo orgânico é ainda muito baixa. No Japão, por exemplo, a área ocupada é de

cerca de 5 mil hectares.

O Japão é um dos maiores mercados mundiais para produtos orgânicos. Em 1999 o consumo foi de, aproximadamente, 500 milhões de dólares (Usda, 2001b). O mercado para orgânicos é de 10%, porém o crescimento anual no consumo tem sido estimado em 20%. O país importa grande variedade de produtos orgânicos (com destaque para frutas e hortaliças) de países como a Austrália, a Nova Zelândia, os Estados Unidos e o Canadá.

De acordo com dados do Planeta Orgânico (2001), nos anos 60, o produto orgânico já era comercializado no Japão, principalmente em feiras, onde o contato direto entre o produtor e o consumidor dispensava a necessidade de certificação. A partir dos anos 90, em decorrência do *boom* do alimento orgânico, foi criada uma organização especializada em alimentos orgânicos e o governo passou a definir uma legislação específica com uma lei nacional para sua produção e comercialização.

AMÉRICA LATINA

Atualmente, cerca de 40 mil produtores cultivam aproximadamente 3,2 milhões de hectares sob manejo orgânico na América Latina, conforme mostra o Quadro 2. Os países com as maiores percentagens de sua área total explorando a agricultura orgânica são: Argentina, Costa Rica, Paraguai, El Salvador e Suriname. Em termos de número de produtores orgânicos, o México aparece em primeiro lugar, seguido do Brasil, Costa Rica, Peru e Argentina.

A Argentina é, atualmente, o país com a maior área certificada na América Latina, e ocupando o segundo lugar mundial, atrás apenas da Austrália. Os dados mais recentes mostram que existem cerca de 1.400 produtores orgânicos certificados. Nos últimos quatro anos, houve um aumento gigantesco da área certificada, passando de 287 mil hectares em 1997, para cerca de 3 milhões de hectares em 2001, o que corresponde a cerca de 1,7% da área total cultivada (Planeta Orgânico, 2001). Vale lembrar que cerca de 95% desta superfície corresponde a áreas de pastagens. Em relação aos produtos vegetais, o volume expor-

QUADRO 2 - Área, número de produtores e percentual da área agrícola sob manejo orgânico em alguns países da América Latina

País	Área (ha)	Número de produtores	Área total (%)
Argentina	3.000.000	1.400	1,77
Bolívia	8.000	3	0,02
Brasil	100.000	4.500	0,04
Chile	2.700	200	0,02
Colômbia	202	185	0,0004
Costa Rica	9.607	3.676	0,4
República Dominicana	-	1.000	-
El Salvador	4.900	-	0,31
Guatemala	7.000	-	0,16
Nicarágua	1.400	-	0,02
México	85.676	27.282	0,08
Paraguai	19.218	-	0,08
Peru	12 000	2.072	0,04
Trinidad e Tobago	-	80	-
Suriname	250	-	0,28
Uruguai	1.300	150	0,01
Total	3.252.253	40.548	

FONTE: Dados básicos: Willer & Yussefi (2001).

tado, segundo dados da Câmara Argentina de Produtores Orgânicos Certificados (Capoc), foi de, aproximadamente, 25 mil toneladas, em 1999, sendo a maior parte (52%) de cereais e oleaginosas (girassol, soja, milho, trigo, linho); 31% de frutas frescas (maçã, pêra, citros, melão), 10% de hortaliças e legumes e 5% de outros produtos (basicamente industrializados). Na exportação de produtos animais (2%), destacam-se a carne bovina e o mel.

É interessante observar que a maior parte (85%) dos produtos orgânicos argentinos é exportada, sendo 15% deles vendidos no mercado local. Dos produtos destinados ao mercado externo, cerca de 85% da produção vai para a União Européia e 15% para os EUA e o Japão. O volume do mercado orgânico argentino está estimado, anualmente, em 20 milhões de dólares.

No México, a agricultura orgânica começou a crescer a partir do início dos anos 80. Entretanto, foi nos últimos cinco anos que o crescimento foi maior, já que as áreas orgânicas certificadas passaram de 23 mil hectares em 1996 para cerca de 85 mil no

ano 2000. Existem cerca de 137 regiões incorporadas ao movimento orgânico no México que cultivam, aproximadamente, 30 produtos diferentes, com destaque para o café (cultivado em 75% da área); hortaliças como tomate, pimenta, pepino, alho etc., são cultivadas em 10% da área; maçãs (5% da área); sementes de gergelim (4%); feijões e grão-de-bico (3%); e outros produtos como amendoim, cana-de-açúcar, banana, abacate, cacau, manga, morango e plantas medicinais em menor escala (3%).

O México apresenta o maior número de produtores orgânicos da América Latina, cerca de 28 mil, divididos em dois grupos: pequenos produtores ligados a grupos de movimentos sociais, que representam 95% do total e grandes produtores ligados a grupos privados. Os pequenos produtores são responsáveis por 89% da produção orgânica mexicana e respondem por 78% da renda gerada com estes produtos. Cerca de 85% da produção orgânica mexicana é exportada, sobretudo para os EUA. Os 15% são distribuídos no mercado interno.

O maior volume dos produtos orgâni-

cos destinados à exportação faz com que as principais certificadoras sejam estrangeiras. Aproximadamente 79% da certificação é realizada por agências estrangeiras, sobretudo por certificadoras americanas, como a *Organic Crop Improvement Association* (OCIA), responsável por 43% da área certificada. O setor orgânico mexicano gera, aproximadamente, 8,7 milhões de empregos por ano e movimenta cerca de 70 milhões de dólares anuais em exportações.

A Costa Rica é o terceiro país com o maior número de produtores orgânicos da América Latina. O número de agricultores passou de 1.300, em 1996, para cerca de 3.676, em 2000. A maioria das propriedades é pequena, sendo a produção orgânica desenvolvida numa área de 2,6 hectares em média. Atualmente, cerca de 0,4% da área total agricultável encontra-se no sistema orgânico. Os maiores volumes de produção são provenientes dos cultivos de banana, café, cana-de-açúcar e palmito. Entretanto, está bem desenvolvido o cultivo de hortaliças, citros, mamão, manga, abacaxi, feijão e arroz.

A República Dominicana é uma pequena ilha no Caribe que se destaca pelo grande número de produtores orgânicos, cerca de 1.000, que produzem principalmente banana, cacau, café, abacaxi, manga e outras frutas tropicais. Em menor escala pode-se encontrar a produção de hortaliças.

O Paraguai conta, atualmente, com uma área em torno de 19 mil hectares sob manejo orgânico. Sua principal atividade no setor orgânico é a produção de soja, milho e açúcar orgânico para exportação. Também o Equador e o Brasil destacam-se na produção do açúcar orgânico na América Latina.

O Chile ainda apresenta um pequeno número de produtores orgânicos (200) numa área de, aproximadamente, 2.700 hectares. A produção, como em outros países da América Latina, é voltada basicamente para exportação, destacando-se a produção de kiwi e de outras frutas consideradas nobres como a framboesa e o morango. Além disso, o Chile também exporta legumes orgânicos frescos e desidratados.

O Brasil ocupa, atualmente, o segundo

lugar em número de produtores orgânicos, a segunda posição na América Latina em termos de área manejada organicamente e o trigésimo quarto lugar no *ranking* dos países exportadores de produtos orgânicos. O avanço do sistema orgânico propriamente dito ocorreu no Brasil de forma mais significativa a partir de 1992, quando se realizou, em São Paulo, a IX Conferência Científica Internacional da Ifoam.

A partir de 1994, começaram a surgir as primeiras pressões internacionais, principalmente da Comunidade Econômica Européia, pelo estabelecimento de normas nacionais para a produção e comercialização de produtos orgânicos no Brasil. Após alguns anos de impasse, em maio de 1999, foi publicada a Instrução Normativa nº 07, que dispõe sobre normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais (Ministério..., 2001).

De acordo com dados do Planeta Orgânico (2001), as estimativas indicam que o crescimento do mercado orgânico no país chegou próximo a 50% ao ano, nos últimos três anos, superior a países europeus e norte-americanos que têm crescido no máximo 30% ao ano. Estima-se que já estão sendo cultivados perto de 100 mil hectares em cerca de 4.500 unidades de produção orgânica (Quadro 3). Aproximadamente, 70% da produção orgânica brasileira encontra-se nos estados do Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Espírito Santo. Nos últimos anos, o crescimento das vendas chegou a 50% ao ano. Os principais

QUADRO 3 - Número de produtores orgânicos certificados no Brasil na safra 1999/2000

Estado da Federação	Número de produtores certificados
Paraná	2.400
Rio Grande do Sul	800
São Paulo	800
Rio de Janeiro	120
Espírito Santo	100
Santa Catarina	100
Distrito Federal	50
Outros	130
Total	4.500

Fonte: Planeta Orgânico (2001).

produtos orgânicos brasileiros exportados são: café (Minas Gerais); cacau (Bahia); soja, açúcar mascavo e erva-mate (Paraná); suco de laranja, óleo de dendê e frutas secas (São Paulo); castanha de caju (Nordeste) e guaraná (Amazônia).

A maioria dos países da América Latina não possui uma legislação eficiente que regule a produção e a comercialização de produtos orgânicos. Alguns países como o Brasil, o Chile e o Paraguai já iniciaram o processo de regulamentação. A Argentina, que hoje é o país mais desenvolvido no setor orgânico da América Latina, já estabeleceu seu regulamento em 1994. Também a Costa Rica já possui uma regulamentação nacional para a produção orgânica.

O fato de não haver um processo legal na maioria dos países latino-americanos faz com que a produção para exportação seja certificada por empresas estrangeiras, sobretudo companhias americanas e européias. Este procedimento torna o custo de certificação muito alto e, em muitos casos, acaba sendo um entrave para a expansão do mercado.

Apesar de a maior parte da produção orgânica da América Latina ser destinada à exportação, alguns países apresentam um grande potencial para expansão do mercado interno, sobretudo por meio de feiras livres, lojas especializadas e supermercados, como é o caso do Brasil, Argentina, Chile, Equador, México e Uruguai. A venda em supermercados tem crescido substancialmente. Atualmente, podem ser encontrados produtos orgânicos em supermercados no Uruguai, Costa Rica, Honduras, Peru, Brasil e Argentina.

Os produtos processados ainda são encontrados em menor escala, sendo um mercado promissor para a América Latina. Atualmente, a Argentina é o país com a maior produção de alimentos orgânicos industrializados (sucos concentrados, óleos, vinhos, chás, frutas secas, condimentos etc.).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da agricultura orgânica tem sido fortemente influenciado pela crescente e rápida demanda mundial por produtos orgânicos. Porém, a rapidez de

expansão dessa forma de agricultura no contexto mundial dependerá, entre outros fatores, de uma legislação eficiente adaptada às condições regionais de cada país, que garanta que o produto é orgânico; de processos de certificação mais eficientes e participativos, que considerem não só aspectos tecnológicos, mas também sociais; da organização dos circuitos de comercialização (agricultores, transformadores, distribuidores, fornecedores e consumidores); do apoio governamental por meio de políticas que apoiem e incentivem a conversão dos agricultores convencionais em orgânicos; além da valorização e do investimento em centros de pesquisa, ensino e extensão, que permitam o resgate de conhecimentos dos agricultores tradicionais para impulsionar o sistema orgânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIERY FOODS. **Market place with organics**. Albuquerque, USA, 2000. Disponível em: <<http://www.fiery-foods.com/zine-industry/organic.html>>. Acesso em: 2001.
- IFOAM. Tholey, Alemanha, 2001. Disponível em: <<http://www.ifoam.org>>. Acesso em: 2001.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brasil: Agricultura**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.Agricultura.gov.br/html/legislacao1.htm>>. Acesso em: 2001.
- ORGANIC PATHWAYS. **Guide to organics in Aotearoa New Zealand**. Nova Zelândia, 2000. Disponível em: <<http://www.organicpathways.co.nz>>. Acesso em: 2001.
- PLANETA ORGÂNICO. **Programação visual 2A2**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br>>. Acesso em: 2001.
- USDA. Foreign Agriculture Service. **Organic food in western Japan**. Washington, 2000. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/gainfiles/091306784.pdf>>. Acesso em: 2001b.
- _____. Washington, 2001. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 2001.
- WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic agriculture worldwide: statistics and future prospects**. Bad Dürkheim: Stiftung Ökologie & Landbau, 2001, 134p. Disponível em: <<http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s-74.pdf>>. Acesso em 2001.

Tendências da Agricultura Alternativa na Europa

Trazilbo José de Paula Júnior¹

Cleide Maria Ferreira Pinto²

José Maurício Pereira³

Resumo - Visão geral da situação atual e das tendências da Agricultura Alternativa na Europa, onde esta atividade teve um crescimento vertiginoso, nos últimos anos.

Palavras-chave: Agricultura Orgânica; Produto orgânico.

INTRODUÇÃO

Não há dúvidas: a Agricultura Alternativa (aqui incluindo todas as correntes de agricultura ecológica, biológica, orgânica, ou natural) não é mais um modismo ou uma atividade que atende a uma pequena parcela da população da Europa. Pelo contrário, trata-se de uma atividade altamente organizada e regulamentada, que vem crescendo ano após ano em todos os países da União Européia (UE).

Paralelamente à reforma agrária efetuada na UE, a partir de 1992, foi também decidido o fomento de métodos de produção agrícola compatíveis com o meio ambiente, com a aprovação de medidas que compensariam os agricultores que estivessem dispostos a aplicar tais métodos de cultivo (Alemanha, 1997).

O alto grau de desenvolvimento da agricultura na Europa experimentado desde a década de 60, com a utilização maciça de produtos químicos e de máquinas, trouxe como consequência graves problemas ambientais e riscos para a saúde humana, além de afetar drasticamente a utilização de mão-de-obra no campo.

Na Alemanha, em 1950 por exemplo, apro-

ximadamente 3,9 milhões de pessoas trabalhavam em tempo integral em 1,6 milhão de estabelecimentos rurais. Com o aumento da mecanização, em 1996 existiam 509 mil estabelecimentos com apenas 266 mil pessoas em tempo integral (Alemanha, 1997).

Entre 1986 e 1996, o manejo orgânico dos solos europeus cresceu anualmente 30% e estima-se que, em 2001, mais de 3,7 milhões de hectares sejam cultivados organicamente, em mais de 130 mil fazendas (Willer & Yussefi, 2001).

SITUAÇÃO ATUAL E TENDÊNCIAS

A Agricultura Alternativa na Europa tem ganhado espaço, passando da fase do exotismo para abastecer respeitáveis fatias do mercado. Produtos orgânicos têm movimentado, atualmente, mais de 5 bilhões de dólares anuais (Willer & Yussefi, 2001) e são vendidos hoje na Europa não apenas pelo *marketing* direto (feiras livres, por exemplo) ou em lojas especializadas de produtos naturais, mas também nos balcões dos supermercados.

O principal mercado europeu para produtos orgânicos é a Alemanha, porém este

mercado cresce rapidamente na Dinamarca e na Suécia. A forma como o produto é vendido pode variar de um país para outro. Enquanto na Alemanha predomina a venda direta ou em lojas especializadas, na Grã-Bretanha, na Dinamarca e na Suécia, as vendas concentram-se em redes de supermercados.

Na Alemanha, segundo a Associação de Agricultura Ecológica, Arbeits Gemenschat Ökologischer Landbau (AGÖL), que reúne desde 1988 empresas e organizações agrícolas alemãs que trabalham com agricultura não-convencional, a Agricultura Alternativa deve ser entendida dentro de um conceito moderno e holístico de agricultura, que se caracteriza por produzir alimentos saudáveis; não utilizar pesticidas sintéticos, fertilizantes nitrogenados e outros de rápida solubilidade; buscar a preservação da variabilidade natural das espécies; proteger os lençóis freáticos de resíduos contaminantes de produtos agrícolas e assegurar disponibilidade de empregos e aproveitamento de mão-de-obra no campo (AGÖL, 2001).

O mercado ligado à Agricultura Alternativa na Europa não se limita aos produ-

¹Eng^a Agr^a, Doutorando, Bolsista CNPq/University of Hannover, Alemanha/Pesq. EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti, 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: trazilbo@mail.ufv.br.

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq. EMBRAPA/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: cleide@homenet.com.br

³Eng^a Agr^a, D.Sc., Bolsista CNPq/EPAMIG-CTZM, Vila Gianetti, 46, CEP 36571-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: jmp@alunos.ufv.br

tos produzidos na própria Europa, mas também a produtos produzidos dentro do mesmo padrão em outros continentes, que são importados e vendidos no mercado europeu, obedecendo-se, naturalmente, exigências e regulamentações severas (Ifoam, 2001). No Reino Unido, por exemplo, 70% dos alimentos orgânicos consumidos são importados (Planeta Orgânico, 2001).

Produtos ecológicos são, por via de regra, no mínimo, duas vezes mais caros que produtos da agricultura convencional, embora, dependendo do produto, não seja difícil encontrar diferenças de mais de cinco vezes.

O Gráfico 1 mostra a situação atual da Agricultura Alternativa na Europa. Embora na maioria dos países a área proporcional seja inferior a 5%, países como Áustria, Suíça e Finlândia destinam boa proporção de sua área agricultável à Agricultura Alternativa.

A UE tem regulamentações básicas pa-

ra a Agricultura Alternativa na Europa, as quais sofrem as devidas adaptações em cada país. Todos os países europeus têm apoiado fazendeiros que praticam a agricultura orgânica. Esse apoio está regulamentado através do “Programa Agriambiente União Européia 2078”, de 1992 (Willer & Yussefi, 2001). A regulamentação para produção de produtos orgânicos na Europa foi criada em 1991 e, a partir de 1999, foi decidido que os produtores orgânicos poderiam utilizar logomarcas específicas reguladas pela lei UE 2.092/01. Com a crise desencadeada pela Encefalopatia Espongiforme Bovina (doença conhecida como BSE ou vaca-louca), no final de 2000, seguida do investimento ainda mais intenso dos governos dos países europeus em favor da Agricultura Alternativa, estima-se que este setor experimentará nos próximos anos um crescimento tão vertiginoso quanto o ocorrido nos anos 90.

O apoio governamental tem sido fun-

damental para o crescimento da Agricultura Alternativa na Áustria, país que possui o maior percentual de agricultores orgânicos (8%) e a maior área orgânica proporcionalmente cultivada (cerca de 10% em 1999) na Europa (Planeta Orgânico, 2001). O objetivo do país é atingir, nos próximos anos, 20% das terras cultivadas organicamente.

A Suíça é um dos países pioneiros em agricultura orgânica, tendo iniciado os cultivos biodinâmicos e orgânicos, em 1927 (Organic Europe, 2001). O mercado suíço só teve crescimento significativo após 1993, quando iniciou-se a venda de produtos orgânicos em duas grandes cadeias de supermercados (Planeta Orgânico, 2001). De 1991 a 1998, o número de fazendas orgânicas aumentou de 1.000 para 5.000, correspondendo a um aumento médio de 28%. Os principais produtos cultivados são cereais e hortaliças, que abastecem dois terços do mercado. A percentagem de produ-

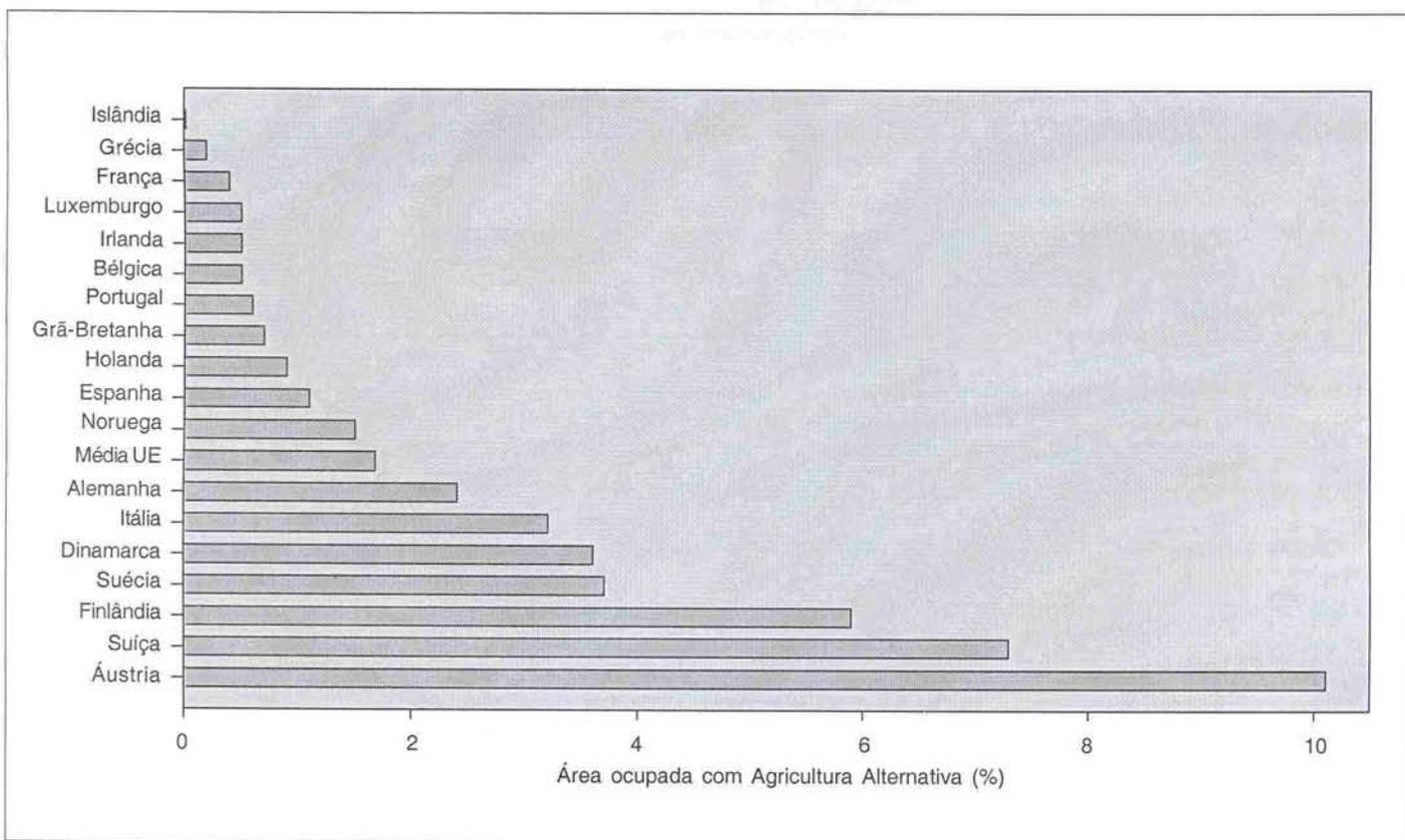


Gráfico 1 - Área ocupada com Agricultura Alternativa na Europa em porcentagem da área total agricultável - 1998/1999
 FONTE: AGÖL (2001).

tos importados é baixa, devido às severas exigências e regulamentação do governo suíço.

Na Finlândia, foi realizado o primeiro experimento com uma fazenda biodinâmica, na década de 20, cujo bioquímico responsável, professor Virtanen, ganhou o Prêmio Nobel de Química, em 1945 (Organic Europe, 2001). Após um crescimento relativamente lento, o número de fazendas orgânicas finlandesas aumentou de 671, em 1990, para 5.200, em 1999, totalizando uma área organicamente manejada de 137 mil hectares. A produção de hortaliças e cereais orgânicos é exportada principalmente para países europeus, como França, Itália, Grã-Bretanha e Dinamarca. A Finlândia tem-se tornado um dos países com maior número de fazendas orgânicas e de área orgânica certificada na Europa. Espera-se para os próximos anos a conversão de mais 100 mil hectares do cultivo tradicional para o orgânico, o que irá representar 10% da área cultivada do país.

A Suécia teve maior aumento no número de propriedades com manejo orgânico

após ter entrado para a UE. Em cinco anos, saltou de 50 para 300 mil hectares orgânicos (Organic Europe, 2001). Além dos programas governamentais de apoio a esse cultivo, este setor tem sido beneficiado pela formação de cooperativas orgânicas. A Suécia importa mais produtos orgânicos do que exporta, países como Holanda, Dinamarca, Itália, Estados Unidos, Israel e Argentina.

A Dinamarca possui o maior consumo *per capita* de alimentos orgânicos na Europa. Esses alimentos são comprados, regularmente, por 75% da população (Organic Europe, 2001). Fatores como a inovação das fazendas orgânicas, definição de objetivos e metas, orientação da distribuição dos produtos orgânicos e mudança no comportamento do consumidor têm feito da Dinamarca um dos principais produtores de alimentos orgânicos europeus, particularmente de leite e farinha de trigo integral.

A Itália é o país europeu com maior área total empregada com Agricultura Alternativa, com quase um milhão de hectares

(Planeta Orgânico, 2001). Nesse país, num período de três anos, o número de agricultores orgânicos passou de quatro para 15 mil e o número de companhias processadoras passou de 47 para 506. Uma das características marcantes deste setor, na Itália, é o direcionamento da produção de frutas, forragem, grãos, cereais e produtos industrializados (azeite de oliva, sorvete, vinhos e molhos), visando à exportação para outros países da UE, Japão e Estados Unidos. A Itália exporta um terço de toda sua produção e possui um consumo interno concentrado na região Norte do país.

A Alemanha é, atualmente, o principal mercado europeu para produtos orgânicos e o segundo país em termos de área total com agricultura orgânica (Planeta Orgânico, 2001). O crescimento em importância da Agricultura Alternativa nos últimos anos nesse país pode ser visualizado no Gráfico 2. A área e o número de propriedades da Agricultura Alternativa mostram uma taxa de crescimento impressionante nos anos 90. Estima-se que, atualmente, a Agricultura Alternativa, apenas na Alema-

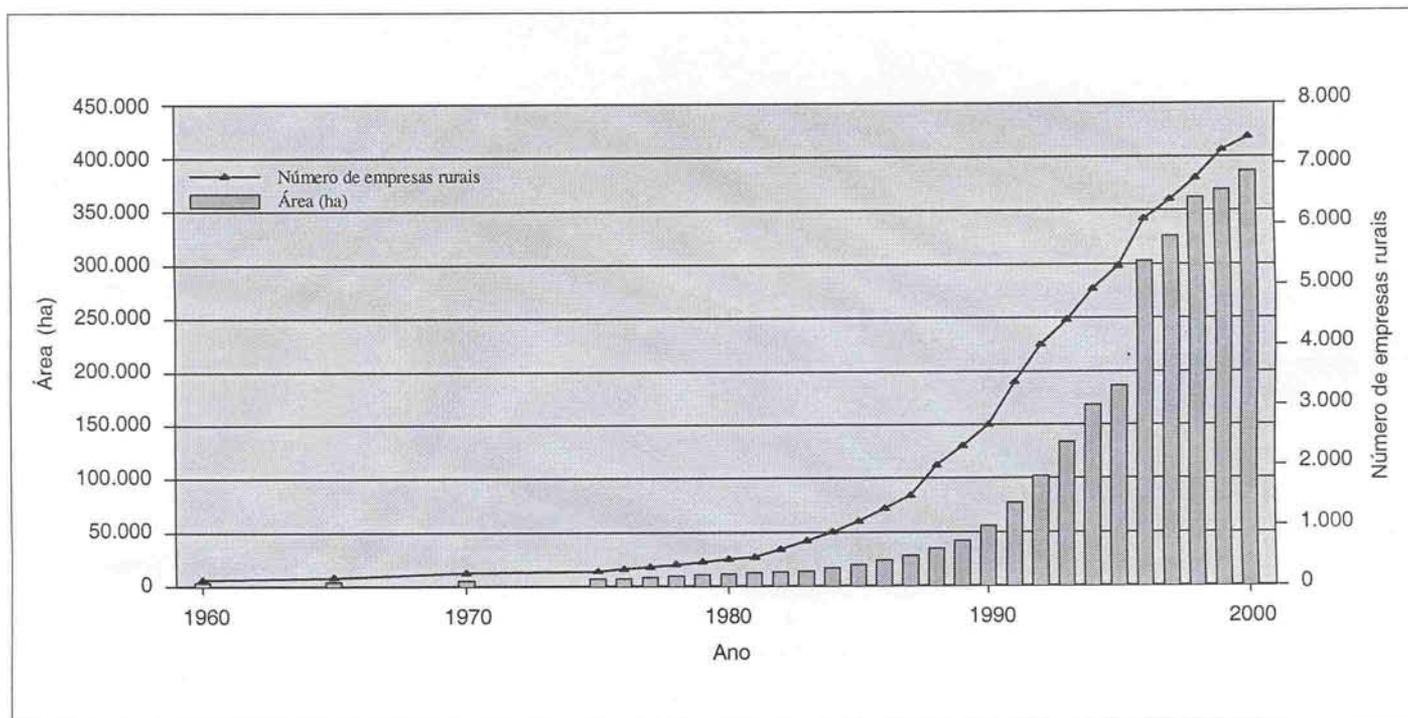


Gráfico 2 - Área em hectares e número de empresas rurais associado à AGÖL na Alemanha
 FONTE: AGÖL (2001).

na, ocupe uma área próxima de 400 mil hectares e que aproximadamente 8 mil propriedades estejam envolvidas nesse processo. Isso representaria cerca de 2,3% da área em uso agrícola no país. Entretanto, em alguns Estados, como em Mecklemburgo-Pomerânia Ocidental, de tradição agrícola mais forte da Alemanha, mais de 6% da área e cerca de 9% do número de propriedades agrícolas praticam a Agricultura Alternativa (AGÖL, 2001). Na Alemanha, as atividades da Agricultura Alternativa são regulamentadas pelo governo e pela AGÖL (AGÖL, 2001 e BBA, 2001). Dentre as diretrizes traçadas para as diversas atividades do empreendimento agrícola, um dos aspectos que mais chama a atenção é a restrição ao uso de produtos químicos. Fertilizantes, por exemplo, “devem ativar a vida no solo, adubar o solo e não as plantas” (AGÖL, 2001). Isso significa que fertilizantes de rápida solubilidade são preteridos aos de baixa solubilidade, cujos nutrientes são disponíveis para as plantas indiretamente por meio dos microrganismos do solo. O uso de adubos verdes, esterco de curral e material de compostagem é incentivado, enquanto fertilizantes minerais são, em grande parte, não autorizados. O controle de doenças, pragas e plantas daninhas deve ser implementado por meio de práticas como rotação de culturas, proteção e estímulo de microrganismos benéficos e uso de variedades resistentes. Defensivos agrícolas de origem químico-sintética para o controle de pragas, prevenção e controle de doenças fúngicas, viróticas e causadas por outros microrganismos, bem como reguladores de crescimento não são autorizados. Conforme o Regulamento da AGÖL III. 1.2, sementes não podem ser tratadas com produtos químico-sintéticos (AGÖL, 2001). Em casos extremos, alguns produtos são permitidos, se comprovado que todas as medidas cabíveis sem o uso de tais produtos foram efetuadas. Entre os produtos autorizados incluem-se enxofre, piretrinas, *Bacillus thuringiensis*, feromônios e óleos vegetais (BBA, 2001). A regulamentação de produtos químicos, especificamente pa-

ra a Agricultura Alternativa na Alemanha, é rigorosa e segue um calendário pré-determinado. Isso obriga pesquisadores a buscarem novas estratégias de controle de doenças, pragas e plantas daninhas, o que inclui o desenvolvimento de defensivos naturais.

Na Noruega, a agricultura orgânica iniciou-se com as fazendas biodinâmicas na década de 30. Até os anos 70, havia poucas fazendas orgânicas no país, porém, em 1999, foram contabilizadas 1.745 fazendas sob manejo orgânico (Organic Europe, 2001). No mercado norueguês são disponíveis alimentos orgânicos processados, porém a oferta de hortaliças e de frutas é escassa e, por esta razão, 50% dos produtos orgânicos importados em 1999, constituíram-se destes vegetais. A exportação de produtos orgânicos pela Noruega é bastante baixa. Há duas metas principais para a agricultura orgânica norueguesa para os próximos anos. A primeira meta será a introdução de um novo sistema de certificação para a aquicultura orgânica e a segunda será o comércio de peixe orgânico fresco e processado.

Em termos de agricultura orgânica, a Espanha é muito mais produtora que consumidora. Aproximadamente, três quartos da produção, em especial, de frutas e de hortaliças, são exportados para países da Europa Central e Setentrional. Atualmente, parte dos 13.424 produtores orgânicos espanhóis tem buscado na agricultura orgânica uma alternativa para a agricultura convencional, em função das maiores oportunidades de venda de produtos de qualidade a melhores preços (Organic Europe, 2001).

Na Holanda, dois tipos de Agricultura Alternativa distinguem-se: a biodinâmica e as fazendas ecológicas. O setor orgânico teve um crescimento lento até o início da década de 90, porém, de lá para cá, tem tido um crescimento de 25% ao ano, tornando-se mais reconhecido e profissional (Organic Europe, 2001). O principal setor orgânico holandês é o da pecuária, e o mercado de orgânicos tem movimentado acima de 500

milhões de dólares anuais.

Os agricultores do Reino Unido também têm recebido grande incentivo do governo para converter suas propriedades em orgânicas, tendo em vista que a produção tem sido insuficiente para atender à demanda interna. Os agricultores que almejam converter sua produção para o sistema orgânico podem receber assistência do Plano de Cultivo Orgânico, a partir de 2001 (Planeta Orgânico, 2001). Para a primeira fase do Plano, estão disponíveis 30 milhões de libras esterlinas, para que 1.270 agricultores convertam suas propriedades para produção orgânica. Tal importância é três vezes maior do que a que foi gasta nos últimos cinco anos. Espera-se um investimento de 1,6 bilhão de libras esterlinas ao longo dos próximos sete anos, para proteção ambiental e para o desenvolvimento da economia rural.

Comparado a outros países europeus, o interesse pela agricultura orgânica em Portugal tem sido recente e crescente nos últimos anos. O número de produtores orgânicos que em 1993 era de 73, passou a 750 produtores em 1999 (Organic Europe, 2001). A conversão do sistema convencional para o orgânico tem sido bem-sucedida nas fazendas de oliva, porém nas fazendas que praticam horticultura e fruticultura, esta conversão tem sido bastante difícil, com a adesão de poucos fazendeiros. Os principais produtos orgânicos portugueses são o azeite de oliva e o vinho. A maioria dos produtos orgânicos consumidos em Portugal é importado.

Na Bélgica, a primeira conversão de fazenda convencional para orgânica ocorreu na década de 60. A partir de 1994, com a implementação de subsídios da União Europeia, aliada à falta de confiança dos consumidores com relação à qualidade dos produtos agrícolas oriundos da agricultura convencional, houve aumento na conversão para agricultura orgânica (Organic Europe, 2001). A área usada para agricultura orgânica, em torno de 1,3%, é ainda pequena e a demanda por produtos orgânicos é ainda maior que a produção nacional.

No Principado de Liechtenstein havia, em 1999, 35 fazendas orgânicas certificadas que ocupavam 660 hectares, o equivalente a 17% de toda a terra agricultável do país (Organic Europe, 2001). Um total de 460 hectares desta área destina-se ao pastejo orgânico. Apesar de a exportação ser muito pequena, o Principado exporta leite, carne bovina e milho para a Suíça, que é único país do qual adquirem produtos orgânicos.

Em Luxemburgo, as organizações de produtos orgânicos iniciaram-se em 1988 (Organic Europe, 2001) e, atualmente, há 30 fazendas orgânicas certificadas no país. As pesquisas indicam que cerca de 20% dos jovens fazendeiros pretendem converter suas fazendas de cultivo convencional para o orgânico.

Na França, o mercado orgânico é ainda muito pequeno em comparação com outros países europeus, representando 0,5% da venda total de alimentos. Por esta razão, por meio da implementação do Plano Pluri-anual de Desenvolvimento da Agricultura Biológica pretende-se converter para agricultura orgânica, 25 mil propriedades, num total de 1 milhão de hectares até o ano 2005 (Organic Europe, 2001). Os principais produtos orgânicos produzidos são grãos, cereais preparados, frutas e hortaliças frescas e processadas, alimentos infantis, carne bovina e de aves. A França exporta apenas cereais orgânicos para Alemanha e para a Escandinávia. Dentre os principais produtos orgânicos importados de países da África, da América do Sul, da Ásia e da América do Norte incluem frutas exóticas (abacate, manga e banana), café, chá, citros e cereais. Já os produtos importados de países da UE, incluem sucos de frutas, frutas secas, barras de cereais, alimentos congelados e vegetarianos.

Na Grécia, a agricultura orgânica iniciou-se a partir dos anos 80 e o comércio de produtos orgânicos iniciou-se com a demanda por uvas passas orgânicas, por uma firma alemã. A agricultura orgânica expandiu-se rapidamente, atingindo taxas de crescimento anuais acima de 50% (Organic Europe,

2001). A maioria dos produtos orgânicos produzidos, como frutas frescas, azeitona, azeite de oliva e vinho é exportada. No mercado grego, não há diferença de preço entre produtos orgânicos e convencionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A liderança dos países da Europa no desenvolvimento da Agricultura Alternativa tende a se expandir nos próximos anos. As crises no setor agropecuário acabaram por criar uma forte demanda na população por produtos saudáveis, o que tem gerado uma grande pressão em busca de maior apoio governamental, para que os agricultores sejam capazes de colocar no mercado produtos "ecológicos", em quantidade suficiente, para atender à demanda a preços compatíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÖL. Berlin, 2001. Disponível em: <<http://www.agoel.de>>. Acesso em: 2001.

ALEMANHA. Departamento de Imprensa e Informação. **Perfil da Alemanha**. Frankfurt: Societäts-Verlag, 1997. 568p.

BBA. **Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft**. Pflanzenchutz in Ökologischen Landbau. Berlin, 2001. Disponível em: <<http://www.bba.de>>. Acesso em: 2001.

IFOAM. Bad Dürkheim, 2001. Disponível em: <<http://www.ifoam.de>>. Acesso em: 2001.

ORGANIC EUROPE. **Organic europe home page**. Bad Dürkheim: Stiftung Ökologie & Landbau, 2001. Disponível em: <<http://www.organic-europe.net>>. Acesso em: 2001.

PLANETA ORGÂNICO. **Programação visual 2A2**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br>>. Acesso em: 2001.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic agriculture worldwide: statistics and future prospects**. Bad Dürkheim: Stiftung Ökologie & Landbau, 2001. 134p. Disponível em: <<http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s-74.pdf>>. Acesso em: 2001.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Itamar Franco
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

Hélio Machado
Secretário-adjunto



EPAMIG

Empresa de Pesquisa Agropecuária de
Minas Gerais - EPAMIG

Presidência
Márcio Amaral

Diretoria de Operações Técnicas
Marcos Reis Araújo

Diretoria de Administração e Finanças
Marcelo Franco

Gabinete da Presidência
Wagner Sant'Anna

Assessoria de Marketing
Luthero Rios Alvarenga

**Assessoria de Planejamento e
Coordenação**
Sebastião Gonçalves de Oliveira

Assessoria Jurídica
Marcelo José Alves

Assessoria de Informática
Mauro Lima Bains

Auditoria Interna
Ronald Botelho de Oliveira

Departamento de Pesquisa
Antônio Monteiro de Salles Andrade

Departamento de Produção
José Braz Façanha

Departamento de Ações e Desenvolvimento
Francisco Lopes Cançado Júnior

Departamento de Recursos Humanos
Dalci de Castro

**Departamento de Patrimônio e
Administração Geral**
Argemiro Pantuso

Departamento de Contabilidade e Finanças
Geraldo Dirceu de Resende

Centro Tecnológico-Instituto de Laticínios
Cândido Tostes
Geraldo Alvim Dusi

**Centro Tecnológico-Instituto Técnico de
Agropecuária e Cooperativismo**
Marco Antonio Lima Saldanha

Centro Tecnológico do Sul de Minas
Adauto Ferreira Barcelos

Centro Tecnológico do Norte de Minas
Cláudio Egon Facion

Centro Tecnológico da Zona da Mata
Domingos Sávio Queiróz

Centro Tecnológico do Centro-Oeste
Waldir Botelho (Interino)

**Centro Tecnológico do Triângulo e
Alto Paranaíba**
João Osvaldo Veiga Rafael

**A EPAMIG integra o Sistema Nacional
de Pesquisa Agropecuária, coordenado
pela EMBRAPA**



Figura 7 - Área Experimental de Agricultura Orgânica do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper)

