

AGROECOLOGIA

Princípios e técnicas para uma
agricultura orgânica sustentável

2ª edição

Adriana Maria de Aquino
Renato Linhares de Assis

Editores Técnicos

Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Agroecologia

Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica
Sustentável

2ª edição

*Adriana Maria de Aquino
Renato Linhares de Assis*

Editores Técnicos

**Embrapa
Brasília, DF
2012**

Embrapa Agrobiologia
Rodovia BR-465 (antiga Rod. Rio–São Paulo), km 7
Caixa Postal 74.505
CEP 23890-000 Seropédica, RJ
Fone: (21) 3441-1500 | Fax: (21) 2682-1230
www.cnpab.embrapa.br | cnpab.sac@embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236 | Fax: (61) 3448-2494
livraria@embrapa.br | www.embrapa.br/livraria

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Agrobiologia

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial: Fernando do Amaral Pereira, Lucilene
Maria de Andrade, Juliana Meireles Fortaleza

Copy desk, revisão de texto e tratamento editorial: Francisco C.
Martins

Normalização bibliográfica: Rosa Maria e Barros

Revisão do e-book: Maria Cristina Ramos Jubé

Conversão e editoração do e-book: WOC Tecnologia da Informação Ltda

Tratamento editorial do e-book: Leandro Sousa Fazio

Tratamento de imagens: José Batista Dantas

Capa: Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa:

Foto 1 (visão geral de uma horta) – José Guilherme Marinho Guerra

Foto 2 (sistema agroflorestal de café com fruto e mamoeiro ao fundo) – Marta Ricci

Foto 3 (agricultor com facão) – Claudemar Mattos

Foto 4 (galinhas pastando) – José Guilherme Marinho Guerra

Foto 5 (agricultor com esposa e filho) – José Guilherme Marinho Guerra

1ª edição

1ª impressão (2005): 1.000 exemplares

2ª edição

E-book (2012)

Todos os direitos reservados.

Para uso exclusivo de #NOME#. A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Informação Tecnológica

Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável / editores técnicos, Adriana Maria de Aquino, Renato Linhares de Assis. – 2. ed. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2012.

E-book : il. color.

E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso.

ISBN 978-85-7035-012-1

1. Agricultura orgânica. 2. Agricultura sustentável. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Prática cultural. I. Aquino, Adriana Maria de. II. Assis, Renato Linhares de. III. Embrapa Agrobiologia.

CDD 577.55

© Embrapa 2012

Autores

Adriana Maria de Aquino

Bióloga, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

adriana@cnpab.embrapa.br

Alberto Feiden

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, técnico de nível superior da Área de Comunicação e Negócios da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

feiden@cnpab.embrapa.br

Avílio Antônio Franco

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

avilio@cnpab.embrapa.br

Deise Ferreira Xavier

Engenheira-agrônoma, mestre em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Juiz de Fora, MG, CEP 36038-330

dfxavier@cnpagl.embrapa.br

Dejair Lopes de Almeida

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

dejair_la@yahoo.com.br

Denis Monteiro

Engenheiro-agrônomo, mestrando em Desenvolvimento e Agricultura pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Avenida Presidente Vargas, 590, sala 501, Rio de Janeiro, RJ, CEP 21071-000

denisrural@hotmail.com

Eduardo Francia Carneiro Campello

Engenheiro-florestal, doutor em Ciência Florestal, chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Agrobiologia - Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
campello@cnpab.embrapa.br

Eduardo Sevilla Guzmán

Sociólogo, doutor em Sociologia, professor da Universidade de Córdoba, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes Avda. Menendez Pidal s/n, Apdo. 3.048, 14.080, Córdoba, España
ec1segue@uco.es

Elen de Lima Aguiar-Menezes

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
menezes@cnpab.embrapa.br

Eli Lino de Jesus

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, consultor do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional Agrícola da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR-465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
elidejesus@rionet.com.br

Enrique Ortega

Engenheiro de alimentos, doutor em Engenharia de Alimentos, professor da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Laboratório de Engenharia Ecológica – Caixa Postal 6.121, Campinas, SP, CEP 13083-970
ortega@fea.unicamp.br

Eurípedes Barsanulfo Menezes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Entomologia, Rodovia BR-465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
ebmen@uol.com.br

Fabiana Góes de Almeida Nobre

Zootecnista, mestranda em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR-465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

fabiananobre@ig.com.br

Gilberto Brasil Lignon

Médico-veterinário, doutor em Parasitologia Veterinária, pesquisador da Embrapa Agrobiologia – PSA–UFRuralRJ, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

gilberto@cnpab.embrapa.br

José Antonio Azevedo Espindola

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

jose@cnpab.embrapa.br

João Carlos Costa Gomes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, chefe-geral da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, Pelotas, RS, CEP 96100-001

costa@cpact.embrapa.br

José Guilherme Marinho Guerra

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000

gmgueira@cnpab.embrapa.br

Luís Mauro Sampaio Magalhães

Engenheiro-florestal, doutor em Ciência do Solo, professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas – Departamento de Ciências Ambientais, Rodovia BR-465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-330

лмаuro@terra.com.br

Margarida Mesquita de Carvalho

Engenheira-agrônoma, doutora em Nutrição de Plantas, bolsista do CNPq, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Juiz de Fora, MG, CEP 36038-000

mmcarvalho@cnpqgl.embrapa.br

Maria Cristina Prata Neves

Bióloga, doutora em Fisiologia da Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia. Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
mcpneves@cnpab.embrapa.br

Maria do Carmo de Araújo Fernandes

Bióloga, doutora em Genética, pesquisadora da Pesagro – Rio. Estação Experimental de Seropédica, Rodovia BR-465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
carmofernandes@uol.com.br

Maria Fernanda de Albuquerque Costa Fonseca

Zootecnista, doutoranda em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pesquisadora da Pesagro – Rio, Estação Experimental de Nova Friburgo, Caixa Postal 97.503, Nova Friburgo, RJ, CEP 28601-970
mfernanda@pesagro.rj.gov.br

Marta dos Santos Freire Ricci

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
marta@cnpab.embrapa.br

Raul de Lucena Duarte Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Rodovia BR-465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
iasecretaria@ufrj.br

Renato Linhares de Assis

Engenheiro-agrônomo, doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Agrobiologia – Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
renato@cnpab.embrapa.br

Ricardo José Bottecchia

Médico-veterinário, doutorando em Produção Animal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense, Avenida Alberto Lamego, 2.000, Campos dos Goitacazes, RJ, CEP 28013-600
natureza88@zipmail.com.br

Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000
rtrippia@cnps.embrapa.br

Sérgio Miana de Faria

Engenheiro-florestal, doutor Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, CEP 23890-000
sdefaria@cnpab.embrapa.br

Sylvio Romero de Carvalho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Física do Solo, pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000
sac@cnps.embrapa.br

Agradecimentos

Os editores técnicos agradecem ao professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ), Dr. Canrobert Costa Neto, pela tradução do capítulo *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*.

Agradecem, também, a valiosa contribuição de Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto e Bruno José Rodrigues Alves, pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, nas reflexões iniciais acerca da organização deste livro e, a Francisco C. Martins, da Embrapa Informação Tecnológica, por seu empenho na estruturação e na complementação do conteúdo informativo do capítulo *Criação de Animais sob Influência de um Sistema Integrado de Produção Agroecológica*.

Eduardo Sevilla Guzmán, autor do capítulo *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, agradece a Graciela Ottmann, pelo acompanhamento durante a redação do capítulo *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, que resultou na introdução de uma grande quantidade de ideias enriquecedoras do texto.

Apresentação

Princípios e Técnicas Ecológicas Aplicadas à Agricultura, tema do *XIV Curso Intensivo de Agrobiologia*, realizado pela Embrapa Agrobiologia, em julho de 2002, um evento que essa Unidade promove a cada 2 anos, desde 1976, inspirou uma equipe de pesquisadores comprometidos com a produção de alimentos mais saudáveis, a elaborar dois livros, um com enfoque nas bases teóricas e técnicas da agroecologia, e outro sobre a biota do sistema solo/planta na construção e na manutenção da fertilidade do solo, respectivamente: *Agroecologia – Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável* e *Processos Biológicos no Sistema Solo/Planta – Ferramentas para uma agricultura sustentável*.

Os dois livros são o resultado de intenso trabalho que envolveu a participação de pesquisadores de diversas áreas, oriundos de diferentes instituições de ensino e pesquisa. O que se pretende com esses dois trabalhos é que eles sirvam de referência para estudantes e profissionais que atuam ou que se iniciam na prática da agricultura sustentável.

Por sua vez, *Agroecologia – Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável* aborda um tema que vem despertando interesse crescente na sociedade. Ciência emergente, a agroecologia está sendo desenvolvida numa parceria de instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento, por um lado, e as comunidades agrícolas e suas representações por outro. Por isso, a perspectiva crítica adotada neste livro tem a intenção de provocar a reflexão sobre a produção do conhecimento em agroecologia e de pôr em discussão alguns elementos que constituem a própria agroecologia.

Oxalá, a discussão sobre problemas, perspectivas e desafios da pesquisa em agroecologia, cuidadosamente abordada neste livro,

possa contribuir não apenas para a reflexão das pessoas envolvidas com o tema, como também para a revisão de culturas institucionais com as consequências que isso possa representar.

José Ivo Baldani

Chefe-Geral da Embrapa Agrobiologia

Prefácio

A agroecologia nos leva a pensar não apenas nos resultados imediatos de nossas ações mas principalmente, no que elas significarão para todos os seres que compartilham de um mesmo ambiente, respiram o mesmo ar e participam de uma única biosfera. Baseada em princípios agroecológicos, a agricultura orgânica garante alimentos livres de resíduos tóxicos, em nossa mesa. Além disso, essa prática não agride a saúde dos agricultores nem dos ecossistemas, permitindo que a mãe Terra seja ainda mais pródiga com seus filhos.

Somente nas últimas décadas, é que os problemas decorrentes da agricultura convencional se tornaram visíveis, para a opinião pública. A poluição da água, a degradação dos solos, a má qualidade dos alimentos, a diminuição da biodiversidade e o êxodo rural fazem com que a agricultura orgânica se imponha cada vez mais como alternativa indispensável. Além do mais, como sua prática obedece a princípios adequados à manutenção da relação solo/planta num equilíbrio de sanidade, recusando pesticidas e adubos químicos de síntese, só contribui para a pureza do ambiente e para a saúde humana.

Quem trabalha a terra e enfrenta as adversidades e a incerteza de colher o que planta, para fazer chegar às nossas mesas o “pão de cada dia”, necessita, cada vez mais, de aprofundar seus conhecimentos sobre como lidar com a natureza, noutra perspectiva. Esse é o grande desafio que nós, técnicos e agricultores, temos que enfrentar, pois quando ficamos durante muito tempo, presos a certas verdades consideradas absolutas ou quando nos sentimos limitados por crenças que já ficaram no passado, é chegado o momento de tomar uma atitude alternativa e de buscar novas perspectivas e possibilidades que antes não enxergávamos.

Frutos de uma parceria bem-sucedida entre a Embrapa Agrobiologia, a Embrapa Solos, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRural/RJ) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro/Rio), o Sistema Integrado de Pesquisa em Produção Agroecológica (Sipa) ou Fazendinha Agroecológica do Km 47, e o presente livro, são resultados dessa tomada de atitude.

O Sipa foi o ponto de partida para as ações em agricultura orgânica das instituições parceiras nos campos do ensino, da pesquisa e da extensão, e deste livro, que é um instrumento de trabalho para técnicos, professores e estudantes que se interessam pela agroecologia e pela prática de uma agricultura sustentável. Abordando aspectos acadêmicos e aplicados da agroecologia, ele é direcionado, também, a quem encara a agricultura não apenas como atividade econômica, mas também como meio de contribuir para a sobrevivência do homem do campo e da cidade, e de quem tem alguma relação com a terra.

Dejair Lopes de Almeida

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia

Capítulo 1

Diferentes Abordagens de Agricultura Não Convencional: História e Filosofia

Eli Lino de Jesus

Introdução

O movimento em torno de formas não convencionais de agricultura é relativamente antigo e remonta ao início da agricultura convencional ou industrial. Como veremos mais adiante, os primeiros movimentos datam do início do século 20, época em que o paradigma convencional começava sua disseminação mais intensa no mundo dos países desenvolvidos, ou seja, na Europa Ocidental e na América do Norte. No Brasil, o movimento apenas tomou impulso mais decisivo – com consequências políticas e institucionais – na década de 1970.

No Brasil, esse movimento contava com diferentes manifestações de críticas e proposições e ficou conhecido como agricultura alternativa (AA). Era coordenado pela Federação das Associações de Engenheiros-Agrônomos do Brasil (Faeab) e pela Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (Feab), tendo organizado quatro grandes encontros nacionais conhecidos como Encontros Brasileiros de Agricultura Alternativa (EBAAs) respectivamente: Curitiba, 1981; Rio de Janeiro, 1984; Cuiabá, 1987 e Porto Alegre, 1989.

Segundo Paschoal (1995), a denominação AA foi inicialmente adotada na Holanda, em 1977, no chamado *Relatório Holandês*, documento produzido pelo Ministério da Agricultura e Pesca e que apresentava diversos modelos de agricultura não convencional sob a denominação genérica de AA. Em 1989, o National Research Council (NRC), dos Estados Unidos da América, publicou um documento chamado de *Alternative Agriculture*, no qual um comitê realizou estudos sobre o papel dos métodos alternativos, na moderna produção agrícola daquele país.

Além da influência desse amplo movimento brasileiro e das contribuições do parágrafo anterior, a adoção do nome agricultura alternativa (AA) teve também como referência a importante obra de Schumacher (1973), que tratava de tecnologias adaptadas às condições econômicas, sociais e culturais, chamadas de tecnologias apropriadas ou alternativas. Esse amplo marco conceitual foi inicialmente adotado, sabendo-se de suas limitações.

Jesus (1987) afirmava que o nome AA era adotado na falta de outra denominação mais específica e precisa, já que não significava um modelo ou conjunto de técnicas, mas um conjunto de movimentos alternativos. É muito impreciso, pois qualquer técnica ou processo alternativo ao modelo convencional, mesmo que demandadores de insumos, ou causadores de impactos sociais e econômicos negativos, eram considerados como parte do contexto alternativo.

Esses diferentes modelos ou linhas filosófico-práticas – genericamente chamados de AA – são descritos por diversos autores (JESUS, 1985, 1996; BONILLA, 1992; EHLERS, 1994; PASCHOAL, 1995), entre muitos outros, com muitos detalhes. No entanto, faz-se necessária uma rápida contextualização, na medida em que possa facilitar nosso esforço de caracterizar a evolução conceitual desde a AA até a agroecologia.

Características de diferentes abordagens de agricultura não convencional

Existem diversas denominações para formas de agricultura não convencional. Algumas surgiram mais recentemente, enquanto outras são mais antigas, datando da década de 1920. Entretanto, antes de qualquer comentário sobre as diferentes linhas de agricultura não convencionais, traçamos o perfil da agricultura industrial, pois como afirmou Jesus (1985), as diferentes formas de agricultura alternativa surgiram como uma resposta ao modelo de agricultura industrial.

Caracterização da agricultura industrial (AI) ou agricultura convencional

Pode-se afirmar que, do ponto de vista tecnológico, a agricultura industrial representa um modelo que se baseia em três pilares fundamentais, como mostra a Figura 1:

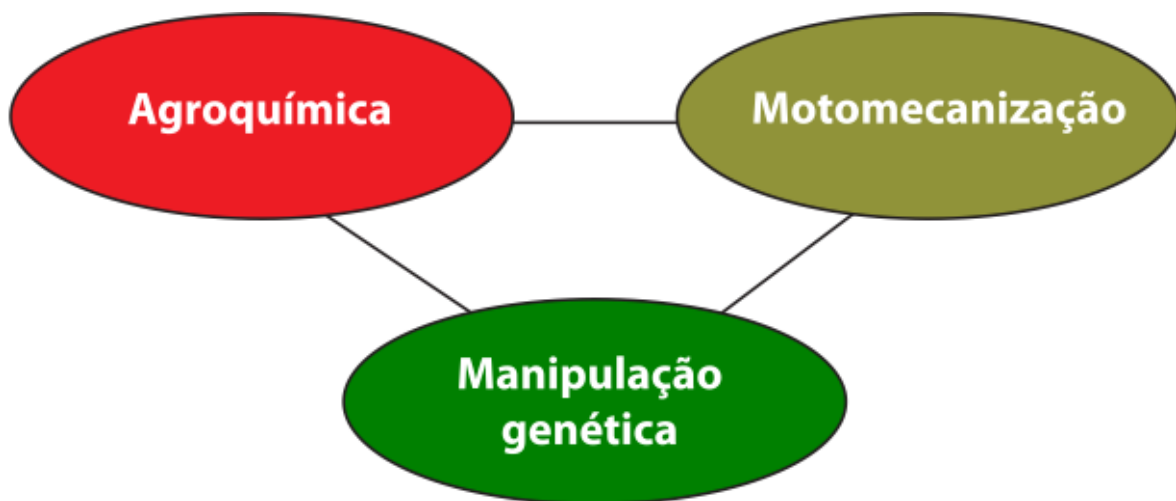


Figura 1. Os três pilares tecnológicos fundamentais, embora não os únicos da agricultura industrial (AI).

Pilar da agroquímica – Produz os insumos que permitiram o controle das restrições ambientais, tanto no tocante à fertilidade dos solos, quanto no controle das chamadas pragas, doenças e ervas invasoras. Isso permitiu ao modelo, um seguro controle e dominação da natureza, permitindo praticar a agricultura de monocultura intensiva e extensiva, que seria impossível, sem esse aparato industrial.

Pilar da motomecanização – Permitiu a liberação de mão de obra para as indústrias e as cidades, barateando os custos de produção assim como a possibilidade de cultivar áreas cada vez maiores, ampliando as monoculturas.

Pilar de manipulação genética – Propiciou os trabalhos na direção de plantas (e animais) de alta resposta aos insumos químicos, contribuindo, também, para o aumento da uniformidade genética, da diminuição da biodiversidade e da ampliação das monoculturas, o que leva a um ciclo de doenças, pragas e maior necessidade de agrotóxicos e fertilizantes.

Atualmente, esse último pilar constitui a área mais importante que recebe investimentos dos grupos transnacionais do agribusiness. Alguns consideram a engenharia genética um novo paradigma agrícola, mas essa ideia é falsa. A engenharia genética é apenas o aprofundamento do paradigma atual, já que quase 90% das pesquisas realizadas nessa área visam obter plantas resistentes ao uso de herbicidas, permitindo o uso mais intensivo desses produtos.

Por sua vez, as gestões dos países ricos (especialmente dos Estados Unidos da América), exigindo que os países do Terceiro Mundo, ricos em biodiversidade, instituam legislação específica sobre a propriedade intelectual e de patentes sobre plantas e microrganismos, abre campo para maior controle e domínio desses interesses sobre a agricultura mundial.

Pode-se observar que a caracterização do modelo de AI não pode ser realizado apenas do ponto de vista tecnológico. Existem os

determinantes econômicos, político-estratégicos, culturais, sociais, etc., que não podem ser esquecidos.

Nos últimos anos, o Brasil sofreu violento processo de modernização em sua agricultura, apenas no que toca aos aspectos tecnológicos e em algumas regiões. Por isso, esse processo ficou conhecido como modernização conservadora, pois em nosso País, relações trabalhistas e formas de organização remontam à Idade Média (parceria, meia, terça, etc.) e até semisservidão, sem falar na escravidão, vez por outra relatada pela imprensa.

No Brasil, a má distribuição da terra foi e tem sido um dos maiores entraves ao desenvolvimento rural. Do ponto de vista tecnológico, o País apresenta tanto a agricultura mais destrutiva em larga escala, com o uso indiscriminado de pesticidas e de maquinaria pesada, pulverizações aéreas, convivendo com formas de agricultura bastante primitivas¹, como a coivara, passando por todos os tipos intermediários de manejo de pequenas e grandes propriedades de forma intensiva e extensiva, com maior, menor ou nenhum uso de fertilizantes e agrotóxicos.

A agricultura industrial ou moderna não cumpriu seu objetivo de melhorar a vida da população rural, marginalizando contingentes enormes dessa população, que vivem o drama do êxodo e da vida marginal nos grandes centros urbanos, com as consequências em termos de qualidade de vida e de deterioração ambiental. Essa é a razão pela qual um novo paradigma é necessário e é por isso que ele se fortalece, como a agricultura moderna não pôde nem pode resolver os complexos problemas rurais e urbanos, necessita-se de uma agricultura pós-moderna ou pós-industrial.

Base científica da AI e paradigmas alternativos

Do ponto de vista científico, a Ciência Agrícola baseia-se nas ideias do positivismo-reducionista, um modelo muito adequado aos interesses econômicos que dominam os sistemas de produção e os mercados agrícolas mundiais. Neste capítulo, não se pretende

caracterizar esse modelo de abordagem científica. No entanto, quer-se apenas demonstrar que, embora hegemônico nas ciências agrícolas, ele não é o único. Veja, na Tabela 1, a seguir, elaborada a partir de Pretty (1995), diferentes abordagens científicas, que fogem e desafiam o paradigma positivista.

Tabela 1. Alternativas e desafios ao paradigma positivista para diversas disciplinas.

Alternativa	Autores (citados por PRETTY (1995))
Teoria do Caos e Ciência Não Linear	Gleick, 1987
Geometria Fractal e Matemática	Prigogine e Stengers, 1984 Gould, 1989
Física Quântica	Schrödinger Heisenberger
Trabalho em Rede com Neurônios	Holland et al., 1986
Sistemas de Ciência Suave	Checkland, 1981 Röling, 1994
Filosofia e Simbiose	Kurokawa, 1991
Sociologia e História	Abrams, 1992
Ressonância Mórfica	Sheldrake, 1988
Teoria da Complexidade	Waldrop, 1992
Teoria GaiaNeo-Economia e Economia Alternativa	Lovelock, 1979 Ekins, 1992 Douthwaite, 1992
Pós-Positivismo	Dally e Cobb, 1989
Teoria Crítica de Sistemas	Arthur, 1988 Philips, 1990
Ação Comunicativa	Jackson, 1991
Pós-Modernismo	Tsoukas, 1992 Habermas, 1987

	Harvey, 1989
Manejo Adaptativo e Operacionalidade em Turbulência	Holling, 1978 Nogaarrd, 1989 Roche, 1992
Aprendizado Organizacional e Instituições Problema	Peters, 1987; Handy, 1989 Thompson e Trisoglio, 1993
Ecologia Social	Bawden, 1991, 1992; Woodhill, 1993

Fonte: elaborada a partir de Pretty (1995).

O paradigma científico agrícola dominante tem suas origens ligadas à própria origem da Ciência como método (Descartes, Bacon, Newton, Galilei, etc.), e deve muito, também, ao positivismo de Comte. A superespecialização em pequenas áreas do conhecimento, que raramente se comunicam, faz parte dessa abordagem.

Alguns autores, como Prigogine e Stengers (1984), alertam para a necessidade de uma nova postura científica, que denominam de *Nova Aliança*, a qual busca integrar a cultura científica tecnológica com a cultura científica de caráter mais humanista, dando origem a um tipo de ciência mais pluralista e integrada, reconhecendo, também, o saber popular e tradicional. Ilya Prigogine, Prêmio Nobel de Química por seus estudos com estruturas dissipadoras, lançou, segundo Crema (1989),

“uma ponte sobre o vão existente entre a Biologia e a Física – o elo perdido entre os sistemas vivos e o Universo, aparentemente sem vida. Isso explica o processo irreversível de criar *ordens cada vez mais elevadas*”.

Capra (1985), partindo de estudos de física quântica, tratou de estabelecer uma ponte entre a ciência ocidental e a filosofia oriental, abrindo novas perspectivas de análise dos paradigmas científicos e do desenvolvimento. É interessante notar que um dos mais importantes pilares da agroecologia é justamente o respeito ao conhecimento tradicional e empírico dos agricultores e povos

indígenas, buscando-se o diálogo entre esse e o conhecimento científico formal, originário das academias e dos centros de pesquisa.

Diferentes abordagens de agricultura pós-moderna ou pós-industrial

Pode-se dividir as diferentes escolas ou linhas filosóficas, tomando por base sua ordem cronológica, isto é, a partir das mais antigas até as mais recentes.

Agricultura orgânica (AO) – Está ligada ao nome de Sir Albert Howard, que durante quase 40 anos, trabalhou na Índia, com pesquisa agrícola, desde o início do século 20. Escreveu um livro chamado *An Agricultural Testament*, (HOWARD, 1943), ainda não lançado em português. O autor faz críticas aos métodos da Agricultura Industrial. Suas críticas não se restringiram às práticas agrícolas, mas também aos sistemas de pesquisa agrícola. É preciso lembrar que, por essa época, a família dos organo-clorados, carbamatos, fosforados, piretroides e herbicidas em geral ainda não havia sido colocada em uso.

O trabalho de Howard teve repercussões em diversos países, sendo que na própria Inglaterra um grupo liderado por Lady Eve Balfour fundou a Soil Association, que realizou diversas atividades e publicações na área da AO. Balfour (1950) publicou o livro *The Living Soil and the Haughley Experiment*, que resume anos de experiência científica e prática com AO.

Atualmente, a Soil Association é a mais importante entidade inglesa, no que concerne à difusão, organização, padronização, certificação e campanha em prol da AO. Nos Estados Unidos da América, J. I. Rodale, ainda nos anos 1940, ao ler o livro de Howard, comprou uma propriedade rural e começou a pôr em prática as ideias ali expressas. Acabou fundando um forte movimento em prol da AO, que há anos publica a revista *Organic Gardening*, a qual possui mais de um milhão de assinantes em todo o mundo. Além

disso, centenas de livros das mais diversas áreas da AO já foram impressos pela Rodale Press. J. I. Rodale também fundou o Rodale Institute, que realiza pesquisa, extensão e formação em AO, tendo convênios com diversas universidades dos Estados Unidos da América.

Além dos autores já citados, pode-se ainda acrescentar o professor Nicolas Lampkin, do University College of Wales, no Reino Unido, que publicou o livro *Agricultura Orgânica* (LAMPKIN, 1990), com 701 páginas, abordando diversos aspectos da AO. Com outros colaboradores, Lampkin também tem se esforçado para estabelecer estudos econômicos e estatísticos, acerca da AO (LAMPKIN; PADEL, 1994).

Uma importante instituição que adotou o nome de AO é a Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (Ifoam), entidade com sede em Tholley-Thelley, na Alemanha. A Ifoam já organizou diversas conferências científicas sobre AO.

Ultimamente, há grande interesse econômico em torno da AO, que vem cada vez mais sendo encarada como um lucrativo negócio, o que tem gerado alguns conflitos entre outras abordagens mais ligadas ao ecossocialismo. A ampliação dos interesses econômicos fez com que, a partir de 1996, em Copenhague, Dinamarca, junto à reunião científica, passasse a haver uma exposição de produtos orgânicos, ou seja, uma feira orgânica.

Na Alemanha, na Rheinische Friedriche-Wilhelms-Universität Bonn (Universidade de Bonn), funciona o Institut für Organischen Landbau (Instituto de Agricultura Orgânica), dirigido pelo professor Ulrich Köpke, que tem realizado diversos trabalhos nessa área, orientando várias teses de graduação em Agronomia e de doutorado. Também a Fazenda do Instituto, próxima a Hennef, e conhecida como Wiesengut, é a área de pesquisa e de trabalhos práticos em agricultura orgânica.

Agricultura biodinâmica (ABD) – Está ligada à figura de Rudolf Steiner, filósofo e matemático austríaco, fundador da Antroposofia, definida por ele mesmo como “uma Ciência Espiritual”. Steiner

propôs diferentes abordagens para diversas áreas do conhecimento humano, como por exemplo, a Pedagogia (Waldorf), a Medicina (Antroposófica), a Sociologia-Economia (Trimembração Social), Arquitetura, a Agricultura (Biodinâmica), etc. Para maiores detalhes sobre a ABD, veja Steiner (1976), Pfeifer (1972), Koepf et al. (1983), para uma leitura mais resumida, veja Jesus (1985, 1996a, 1996b); Jesus e Jesus (1996); Bonilla (1992); e Ehlers (1993).

Do ponto de vista mais geral, os biodinâmicos possuem uma abordagem mais integrada da propriedade rural, procurando vê-la e manejá-la como um organismo vivo. Essa abordagem data da década de 1920, muito antes das ideias ecológicas serem respeitadas e adotadas e bem antes da Teoria Gaia ser estabelecida.

Do ponto de vista prático, o que mais diferencia a ABD da AO, é o uso de determinados preparados incorporados nas pilhas de compostagem, ou então pulverizados diretamente sobre as plantas. Os princípios de uso desses preparados são baseados numa perspectiva de ação mais energética e sutil, do que num efeito físico-químico, que possa ser medido pelos métodos analíticos usados na agricultura industrial.

Outro aspecto muito importante está ligado às influências cósmicas sobre as plantas. Thun (1969) obteve evidências científicas sobre a influência dos ritmos lunares em cultivos olerícolas, abrindo novos caminhos para a pesquisa nessa área. Tanto Steiner (1976) quanto aqueles que deram corpo à ABD, como Pfeifer e Koepf (1980) e Koepf et al. (1983), entre muitos outros, ressaltaram a importância do conhecimento intuitivo, empírico e tradicional dos agricultores, sem desprezar os avanços do conhecimento formal. Só mais recentemente, a partir do final dos anos 1980 e principalmente dos anos 1990, é que o conhecimento tradicional vem recebendo maior atenção.

A ABD está presente em diversos países, sendo mais presente e atuante na Europa. Possui sua própria rede de comercialização e seu próprio sistema de certificação, fiscalização e credenciamento

de produtores. No Brasil, a Estância Demétria, o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (ambos em Botucatu, SP), e o Instituto Verde Vida (em Curitiba, PR), são as instituições que atuam sistematicamente com a ABD, tanto no campo da produção, da comercialização, da consultoria, da organização, da educação e da certificação.

Agricultura biológica (AB) – O nome AB está muito ligado a uma corrente francesa de agricultura não convencional. Claude Aubert, agrônomo francês, após ter trabalhado na África, observou os problemas e a inadequação da AI. Ao retornar à França, começou a estudar métodos mais equilibrados de produção. Em 1972, Aubert traduziu para o francês o livro do médico alemão Hans Peter Rusch, (RUSCH, 1972), com o nome *La Fécondité du Sol: Pour une conception Biologique de l'Agriculture (Bodenfruchtbarkeit-Eine Studie Biologischen Denkens)*.

Posteriormente, Aubert (1977) lançaria seu mais famoso trabalho, chamado de *L'Agriculture Biologique*, um marco importantíssimo. Nesse livro, é apresentada a irracionalidade dos métodos agrícolas industriais, assim como os fundamentos e as bases práticas da AB.

Aubert é também herdeiro da tradição de Howard, mas também de André Voisin, que, trabalhando durante muitos anos com pastagens e manejo animal, criou o Pastoreio Racional Voisin ou Pastoreio Rotativo Voisin, como alguns preferem. Com seu trabalho, verificou que os excessos de adubação nitrogenada provocavam desequilíbrios nutricionais nas pastagens e nos animais e, por consequência, nos consumidores.

Em seu livro sobre adubos e sua aplicação, Voisin (1973) discute os excessos da adubação intensiva com fertilizantes solúveis, propondo novas regras para o uso desses insumos. A influência do trabalho de Voisin também chegou até Chaboussou (1980), que lançou a *Teoria da Trofobiose*, mostrando a estreita relação que há entre excessos de adubação e uso de agrotóxicos e os problemas de desequilíbrio nutricional nas plantas.

No Brasil, pode-se considerar como seguidores das ideias de Voisin e Aubert, o professor Luiz Carlos Pinheiro Machado, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o engenheiro agrônomo Nilo Ferreira Romeiro e o professor Humberto Sorio, da Universidade de Passo Fundo, RS.

É muito difícil, se não for impossível, diferenciar a AB da AO. Seria mais uma questão de adoção de nomenclatura diferenciada, do que propriamente uma distinção teórico-filosófica ou prática, como ocorre entre a ABD e essas duas outras correntes. É preciso lembrar ainda, que nos países europeus de língua latina, como França, Itália, Portugal e Espanha, predomina o uso do termo agricultura biológica, em detrimento do agricultura orgânica, que domina nos países europeus de língua anglo-saxônica.

Agricultura ecológica (AE) – Na Alemanha, onde existe longa tradição em AA, no início da década de 1980, o professor Hartmut Vogtmann estabeleceu um trabalho de ensino formal nessa área, na Universidade de Kassel-Witzenhausen (Gesamthochschule Kassel Fachgebiet Ökologischer Landbau). Inicialmente, era apenas uma disciplina e chamava-se Métodos Alternativos de Agricultura. Mais recentemente, passou a se chamar agricultura ecológica. Vogtmann organizou o livro *Ökologische Landbau: Landbau mit Zukunft*² (VOGTMANN, 1992), no qual apresenta a contribuição de diversos autores em relação aos diversos aspectos teórico-filosóficos e práticos da AE.

Além da parte teórica, a fazenda da Universidade está sob a orientação do grupo do professor Vogtmann. Diversas teses já foram defendidas em Kassel, ampliando o acervo de conhecimentos sobre a AE. Já desde longa data, o professor Vogtmann é reconhecido, internacionalmente, como autoridade na área de AE. O Estado de Hessen o contratou para estabelecer um plano geral de desenvolvimento agrícola, baseado nos princípios da AE.

Na Universidade de Wageningen, desde 1981, foi estabelecida uma disciplina de AE, que evoluiu para a criação de um Departamento de Agricultura Ecológica, assim como para a criação

de um mestrado nessa área. O curso é composto por 34 disciplinas, entre obrigatórias e optativas. Inclui ainda excursões, seminários, etc., e uma tese a ser apresentada, em três áreas: Análise de Sistemas Agrícolas e Pesquisa Agrícola; Extensão e Educação; e Planejamento, Manejo e Uso Sustentado do Solo e dos Recursos Naturais. Para mais detalhes, veja Jesus (1992).

No Brasil, a denominação de AE está muito ligada ao trabalho do agrônomo José Lutzenberger, recentemente falecido. Em 1975, Lutzenberger lançou o *Manifesto Ecológico Brasileiro*, um documento de vital importância na organização e na conscientização de toda uma geração de agrônomos e ambientalistas. Esse trabalho extrapolou o meio agrônômico, pois nas décadas de 1970 e de 1980, era muito comum que estudantes de cursos de Medicina, Arquitetura, Biologia, entre outros, o convidassem para proferir palestras sobre a questão ambiental e os problemas causados pelo modelo de desenvolvimento brasileiro. Ao criticar tanto o modelo capitalista quanto o socialista, Lutzenberger pôde iniciar sua cruzada, ainda no regime militar, quando o exercício público da crítica não era muito comum.

O casal Primavesi (Artur e Ana Maria Primavesi) também teve grande influência no uso da denominação de AE. Trabalhando durante muitos anos na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS, Artur e Ana Maria abordaram os solos tropicais de forma inovadora e diferenciada para o padrão da época. Só mais recentemente, os aspectos considerados por eles passaram a fazer parte das agendas de institutos de pesquisa e ensino de Agronomia do Brasil. Além de diversos trabalhos publicados, dois livros da dupla deram grande contribuição a todos que se ocupam do manejo e da conservação dos solos tropicais (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 1964; PRIMAVESI, 1982).

Para diferenciar a AE dos outros tipos de agricultura não convencionais já abordados, é necessário fazer uma rápida discussão sobre alguns aspectos etimológicos. Nos primeiros anos de popularização dos nomes AB e AO, houve intenso debate, principalmente na Europa, entre representantes das indústrias de

insumos agrícolas e os representantes e ativistas desses movimentos.

Os representantes da agricultura industrial argumentavam que essas denominações eram incorretas, pois mesmo com o uso dos insumos industriais, os processos biológicos e os processos orgânicos não deixavam de acontecer. Essa polêmica chegou até aos tribunais e aparentemente, os movimentos conseguiram garantir o nome AO como exclusividade de um modelo de agricultura não convencional, reconhecido e registrado com normas internacionais, estabelecidas pela Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (Ifoam). Durante essa polêmica, alguns dos defensores da agricultura não convencional defenderam a adoção do nome de AE, pois escapar-se-ia dos problemas levantados pela indústria.

Na verdade, pode-se dizer que geralmente a AE procura maior equilíbrio com o ambiente, buscando desenhos agrícolas mais integrados, um manejo dos solos mais racional, mas é menos restritiva com relação ao uso de insumos do que a AB e a AO, assim como é dirigida às propriedades médias e grandes e não apenas às pequenas propriedades. O livro de Primavesi (1982) deixa esses aspectos muito claros. Para uma visão sobre o manejo holístico dos solos, veja Jesus (1996).

Agricultura natural (AN) – Essa é uma denominação incorreta, pois a denominação AN apresenta uma contradição intrínseca, uma vez que a palavra agricultura (*agri*, do Latim dativo de *agro* i.e. do campo, logo cultivo ou cultura do campo), incorpora o conceito cultural que é essencialmente humano. Como esse cultivo é realizado pelo homem, não pode ser natural. Natural é aquilo que a natureza produz, sem a interferência humana. Pode-se falar em pastagens naturais, onde é possível se explorar a pecuária; de extrativismo, no qual p.e., os seringueiros podem extrair o látex da seringueira, numa floresta natural, mas não podemos falar de uma AN. Não existe agricultura, sem intervenção humana: será com maior ou menor artificialização, mas será sempre uma intervenção. Entretanto, como alguns líderes de agricultura não industrial

adotaram essa denominação, temos que respeitá-la. É sintomático que, recentemente, um desses grupos adotou a denominação de sustentável em vez de natural.

A denominação de AN está ligada a trabalhos desenvolvidos no Japão, podendo-se dividir essas correntes em dois grupos principais: Mokiti Okada e Fukuoka.

Mokiti Okada – Segundo Ehlers (1994), em 1935, Okada iniciou seus trabalhos nessa área, com a criação de uma religião que tinha como uma de suas bases, métodos “naturais” de agricultura. Essa religião defendia que a purificação do espírito deveria ser acompanhada pela purificação do corpo, daí a necessidade de se evitar o consumo de produtos potencialmente tóxicos. Inicialmente, esse movimento restringia-se ao Japão, mas em 1982, foi fundado o Centro Internacional para Desenvolvimento da Agricultura Natural, sendo que em 1976, já havia sido fundadas duas estações de pesquisa no Japão. A Mokiti Okada International (MOA) foi fundada em Washington, DC, nos Estados Unidos da América, e atualmente a World Sustainable Agriculture Association (WSAA), ONG com sede nos Estados Unidos da América e escritórios em Nova Iorque, na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) e na capital americana, Washington, DC, entre outras cidades, vem organizando esse movimento.

A WSAA possui 56 filiais em 36 países – incluindo o Brasil –, onde existem seguidores e praticantes tanto da religião, quanto de seu sistema agrícola, contando inclusive com estruturas de pesquisa no Estado de São Paulo. O pesquisador brasileiro, Shiro Myasaka, tem liderado os trabalhos com pesquisa em AN-MOA, no Brasil.

Do ponto de vista prático, o que diferencia a AN-MOA das outras formas de AA é a adoção de produtos especiais para a preparação de composto orgânico. São os chamados microrganismos eficientes, BYM ou Eokomit, produtos comercializados e de fórmula e paternidade detida pelo fabricante (MYASAKA; NAKAMURA, 1989). Trata-se de um conjunto de microrganismos (fungos, bactérias e actinomicetos), especializados na decomposição de matéria

orgânica, que são misturados com farelo de arroz ou de trigo e em seguida utilizados no preparo de composto orgânico ou no preparo de substrato para mudas.

O uso do Bayodo também é parte integrante do sistema AN-MOA. Trata-se de uma mistura de terra virgem (solo subsuperficial, sem pedras nem raízes, e rico em argila e nutrientes) e farelo de arroz, que é colocada para fermentar (MYASAKA; NAKAMURA, 1989). Normalmente, usa-se o BYM para acelerar o processo. Segundo esses mesmos autores, o Bayodo melhora as condições químicas do solo e proporciona nutrição mais equilibrada às plantas. Além disso, danos provocados por fungos, bactérias e nematoides têm sido controlados, sem que haja ainda uma clara explicação.

Fukuoka – Jesus (1985) havia classificado o método de Fukuoka como de permacultura, dada as semelhanças existentes entre esses sistemas. No entanto, o próprio Fukuoka (1985, 1987) em obras mais recentes, adotou o nome de Agricultura Natural. A abordagem de Fukuoka se distancia muito das outras linhas de AA, por não permitir a aração do solo. Em seu livro *The One Straw Revolution*, lançado em japonês, em 1978, e traduzido para o francês em 1983, estabeleceu os princípios de seu método (FUKUOKA, 1983 ou resumidamente em JESUS, 1985), que aconselha não usar nenhum tipo de adubo ou composto orgânico, nem mesmo arar o solo. Evidentemente, que o uso de insumos industrializados está absolutamente fora de questão. Ao contrário da AN-MOA, Fukuoka, sendo um cientista, faz uma abordagem filosófico-científico-ética, não tendo o mesmo caráter religioso, embora adote alguns princípios orientais (*yin – yang*), em suas discussões em busca da unidade na agricultura.

Permacultura (PA) – A permacultura é um sistema de AA, desenvolvido por Bill Mollison, na Austrália, Mollison e Holmgren (1978), Mollison (1979, 1988). Está ligada a um sistema de manejo permanente e é mais indicada a ecossistemas tropicais ou subtropicais, úmidos subúmidos, semiáridos ou mesmo áridos. Apresenta uma visão holística da agricultura, com forte carga ética,

buscando a integração entre a propriedade agrícola e o ecossistema, com um modelo de sucessão de cultivos na intenção de maximizar a produção, conservando os recursos naturais. Embora tenha certa divulgação, em todo o mundo, não tem a mesma repercussão de outros modelos de AA. No Brasil, há alguns anos, na Bahia, foi formado o Grupo de Estudos de Permacultura do Instituto de Permacultura da Bahia.

Agricultura regenerativa (AR) – Segundo Ehlers (1994), o termo AR foi cunhado por Robert Rodale. No entanto, o termo agricultura orgânica (AO) adotado na década de 1940, por seu pai, J. I. Rodale, continua sendo a denominação dominante de agricultura não convencional, tanto nos Estados Unidos da América como na Europa. Pretty (1995) lançou o livro *Regenerating Agriculture*, que apresenta uma longa discussão teórica, metodológica e prática, com desenvolvimento agrícola baseado em sistemas regenerativos participativos e interativos. A denominação AR está ligada à possibilidade de se produzir, recuperando os solos.

Assim, os sistemas de agrossilvicultura, como o Analog Forestry (Sesanayake do Neosynthesis Research Center), assim como o Sistema Agrossilvicultural desenvolvido na Bahia, por Götsch (1995), conhecido como Método Ernst (que é seu pré-nome), seriam sistemas regenerativos. Esse pesquisador-agricultor suíço trabalhou, inicialmente, em seu país como melhorista vegetal e, posteriormente, viveu na América Central, onde entrou em contato com povos nativos, daí nascendo sua abordagem agroflorestal regenerativa. Esse método vem sendo estudado por diversas instituições, mas infelizmente sem continuidade.

Esse sistema consegue uma rápida recuperação de áreas degradadas e produção agrícola, por meio de:

- Poda intensiva das árvores, o que acelera a incorporação de biomassa ao solo.
- Do intensivo controle da sucessão vegetal.

- Da indução ao rejuvenescimento e intenso crescimento e vigor, que a poda induz ao sistema.

Ernst Götsch tem dado consultoria em diversas instituições de agricultores, atuando em cursos de Agrofloresta e Permacultura.

Jackson (1980) também poderia ser encaixado na denominação de Agricultura Regenerativa, pois defende um sistema de agricultura voltado para o aproveitamento das pastagens e cereais nativos. É um método conservacionista e produtivo, que evita o revolvimento dos solos, não havendo praticamente erosão. Em 1976, fundou um instituto para pesquisar seus métodos, o The Land Institute, em Salinas, no Kansas, Estados Unidos da América. Tem sido uma importante fonte de inspiração para ecologistas e agroecologistas.

Agricultura sustentável (AS) – A designação AS é bastante controversa, podendo considerar-se como um termo em disputa. Segundo alguns autores, existem cerca de 60 definições para desenvolvimento sustentável (DS). Isso indica que ou nenhuma serve ou que cada uma serve a um objetivo e interesse específico.

A definição clássica de DS surgiu com o documento *Nosso Futuro Comum*, elaborado em 1987, pela World Commission on Environment and Development, comissão esta dirigida pela primeira-ministra da Noruega, Gro Brundtland. Por isso, o documento é também conhecido como *Relatório Brundtland*. Esse documento afirma que o DS é:

“a possibilidade de satisfazer as necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades de sobrevivência das futuras gerações”.

Daí, poderíamos deduzir que AS seria aquela capaz de produzir alimentos para a atual população mundial sem, no entanto, comprometer a produção e a alimentação das futuras gerações. Cabe perguntar: a agricultura industrial pode garantir esse princípio?

Segundo Campbell, citado por Pretty (1995), a AS não poderia ser claramente definida, por ser um conceito complexo e em disputa:

“as tentativas de definir sustentabilidade falham, porque assim como a beleza, a sustentabilidade está nos olhos do observador (...) é inevitável que a definição de sustentabilidade seja socialmente construída e, por esse motivo, há tantas definições”.

Com efeito, a definição de AS que as ONGs (Organizações não governamentais) produziram durante o Fórum Global (Rio 92) em 1992, afirma:

“AS é aquela ecologicamente correta, economicamente viável, socialmente justa, culturalmente adaptada, que se desenvolve como um processo, numa condição democrática e participativa” (FÓRUM GLOBAL, 1992).

Hoje, sabe-se que todos os organismos multilaterais (ONU, Banco Mundial, FAO, etc.), e mesmo o governo brasileiro, adotaram o DS e a AS como jargão. Todos falam em novos paradigmas e em holismo, mas, no entanto, há uma enorme diferença entre o discurso e a prática do mundo real.

Sabe-se que o modelo de agricultura industrial está firmemente baseado na indústria petroquímica, tanto para produção dos insumos quanto para sua aplicação e transporte. Sabe-se que o petróleo é um recurso não renovável e que, nos próximos anos, seus custos atingirão valores muito elevados, mesmo que novas jazidas sejam descobertas. Sabe-se que boa parte desses insumos – incluindo-se, também, boa parte do manejo da AI – vem causando forte degradação ambiental, ameaças à saúde humana, erosão, comprometimento das reservas de água, salinização de solos, etc. É tempo de levar as experiências bem-sucedidas em agroecologia na escala micro, para uma escala macro, se o objetivo for atingir uma real sustentabilidade na agricultura.

Geralmente, os países ricos, que praticam a AI de forma mais sistemática, consomem a maior parte dos recursos naturais não renováveis do planeta. Estima-se que os Estados Unidos da América consomem cerca de 33% de toda a energia do mundo, com uma população que representa apenas 4% da população mundial.

Desde Pimentel (1973), sabe-se que o balanço energético da AI é negativo, ou seja, há um gasto de calorías maior do que sua produção. Ainda de acordo com Pimentel e Pimentel (1996), 17% de toda a energia consumida nos Estados Unidos da América é dirigida

ao setor de produção de alimentos, sendo 6% na produção, 6% no processamento e empacotamento e 5% na distribuição e na preparação.

É esse o modelo de DS para todo o planeta? A AI dos ditos países desenvolvidos é a receita para todo o planeta? Certamente que não, pois os resultados da *Revolução Verde* deixaram isso muito claro.

Segundo a ex-ministra do ambiente da Suécia, Gro Harlem Brundtland, em entrevista pouco antes do Fórum Global (1992), os recursos do planeta dariam para ampliar o padrão de desenvolvimento e consumo do Primeiro Mundo, para apenas 500 milhões de seres humanos, estando a maioria da população condenada a níveis de consumo e desenvolvimento inferiores, ou, no mínimo, diferenciados. É preciso desenvolver padrões de produção agrícola e de desenvolvimento realmente sustentáveis, caso realmente pretenda-se algum futuro promissor para a humanidade.

A Figura 2 apresenta um fluxograma, onde se procura sintetizar as diferentes linhas, abordagens, escolas ou filosofias de agricultura, divididas em dois grandes grupos:

- Modernas, convencionais ou industriais.
- Pós-modernas ou não convencionais.

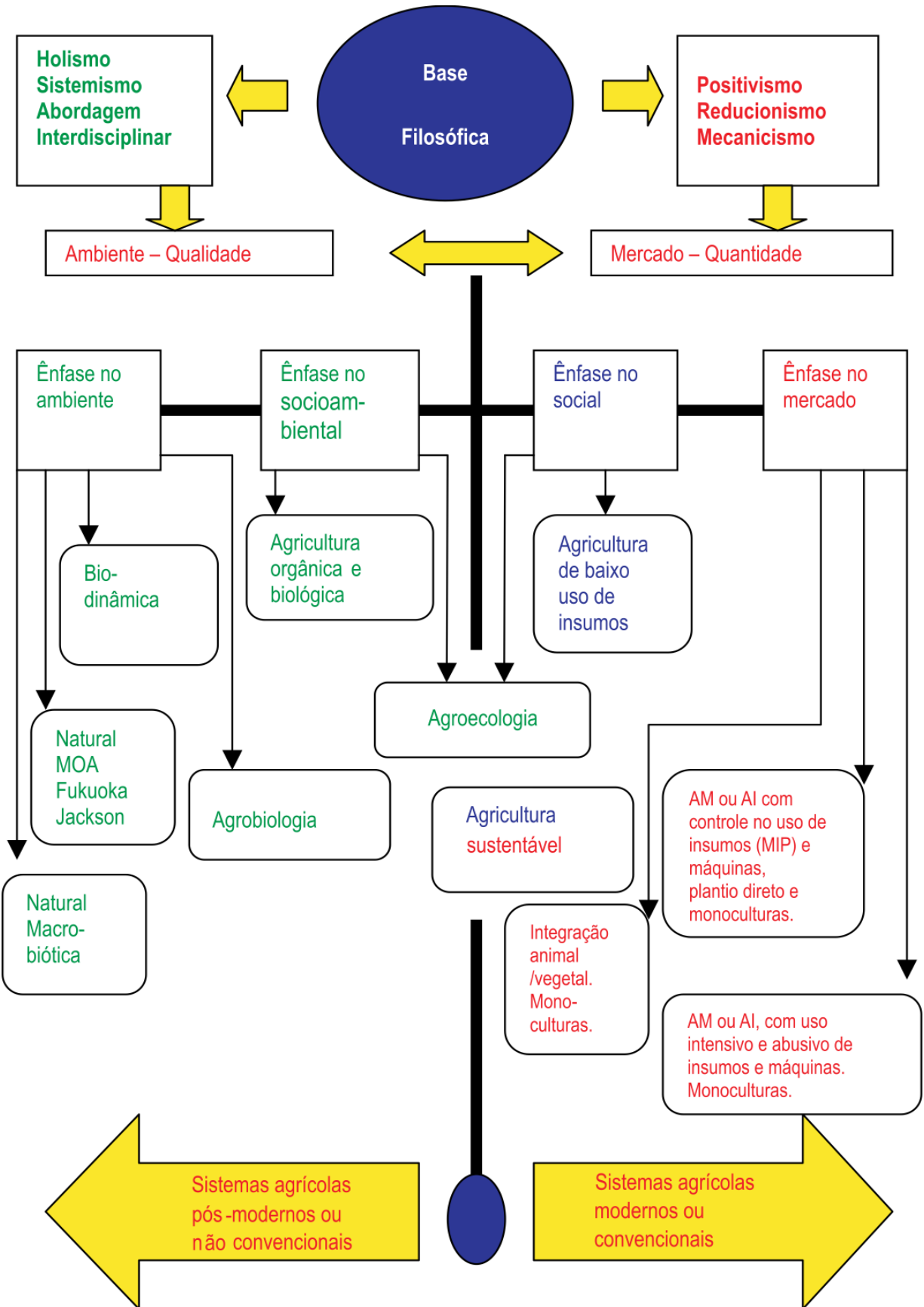


Figura 2. Diferentes abordagens agrícolas didaticamente tomadas em seus extremos.

A postura de cada linha/abordagem, em relação à questão social, ambiental ou econômica, define sua posição no quadro. Evidentemente, trata-se de um exercício esquemático, com informações resumidas. Está sujeito aos preconceitos e conceitos do autor, não representando nenhuma verdade científica, absoluta, mas apenas um artifício didático, sujeito a críticas e revisões. Quanto mais afastada do centro, cada escola estará numa posição extremada, em relação às preocupações com o mercado ou com o ambiente.

Marco conceitual da agroecologia

Como vimos no item anterior, a AS é um conceito em disputa, com múltiplos significados. Quando adotou-se a designação de agricultura alternativa (AA), era devido à falta de uma melhor definição para o tipo de enfoque, abordagem e atuação que se praticava. Atualmente, agricultura sustentável (AS) pode ser considerada como um sinônimo de AA, que quer dizer muitas coisas e ao pretender servir a diferentes interesses, acaba por não dizer nada. Essa designação não serve àqueles que constroem novos e verdadeiros caminhos de desenvolvimento. Por isso, adota-se a agroecologia como o marco conceitual do novo, como veremos adiante.

A partir das diversas abordagens e de diferentes autores, a agroecologia que apresentamos a seguir pode ser entendida como um novo paradigma, um paradigma emergente. De acordo com Kuhn (1987), a evolução científica se dá por meio de revoluções, nas quais um novo paradigma se instala, assumindo, gradualmente, o lugar antes ocupado por outro, menos avançado ou menos complexo.

Assim, considera-se a agroecologia como o paradigma emergente, substituto da agricultura industrial ou convencional, exatamente por incorporar elementos de síntese, unificadores, integradores. Esse novo paradigma se diferencia por ter uma abordagem holística, não apenas no que concerne às questões ambientais, mas sobretudo às questões humanas.

Existem, evidentemente, outras possibilidades de entendimento do conceito de agroecologia, algumas mais reducionistas do que outras. Somente encontrou-se num dicionário (WEBSTER...,1986) a palavra agroecologia (*Agroecology* ou *Agrioecology* como palavra principal), definida como: “A ecologia das plantas cultivadas especialmente com respeito à relação de características varietais em relação aos ajustes ou adaptações ao ambiente”.

Como se trata de um paradigma emergente, o dicionário trata a agroecologia como sinônimo de ecologia agrícola. A partir de sua etimologia, pode ser entendida como a justaposição de duas palavras, uma latina, *agro*, relativa à agricultura, outra grega, *ecologia*, que por sua vez é formada por duas outras palavras gregas: *eco* (*oikos*, que significa casa) e *logia* (*logus*, que significa estudo) então, ecologia quer dizer “o estudo da casa ou por extensão, do ambiente onde vivem os seres vivos, assim como de suas relações”.

A partir de sua etimologia, a agroecologia está relacionada com uma abordagem ecológica em relação à agricultura, incluindo as biointerações que ocorrem nos sistemas agrícolas e os impactos da agricultura nos ecossistemas.

É preciso não confundir a agroecologia com a ecologia agrícola, que é um ramo da ecologia, que se dedica ao estudo das relações ecológicas/fisiológicas na agricultura. Bayliss-Smith (1982) define sua área de estudo como “a ecologia dos sistemas agrícolas, ou em outras palavras, a relação entre as práticas agrícolas e o ambiente que as sustenta”.

O autor afirma ainda que as “relações ambientais agrícolas são aquelas a receber ênfase e não as relações político-sociais, etc”.

Essa é uma das grandes diferenças entre agroecologia e ecologia agrícola: a primeira tem uma abordagem holística, buscando não se fixar apenas nas relações biofísicas ambiente/agricultura. Enquanto uma busca firmar-se como um novo paradigma, em substituição ao atual da agricultura industrial, a outra se contenta em especializar-se numa pequena área, limite entre a ciência agrônômica e a ciência da ecologia.

Considera-se que ao se aplicar à agroecologia a mesma definição da ecologia agrícola, está-se praticando um reducionismo, com relação às perspectivas que o novo paradigma agrícola vem assumindo e tem ainda chances de assumir.

Segundo Hecht (1987), Tischler foi um dos responsáveis pela integração da ecologia agrícola aos *curricula* de agronomia. Esse enfoque era orientado à adaptabilidade das plantas aos ecossistemas. Lowrance et al. (1984) editaram o livro, *Agricultural Ecosystems: Unifying Concepts*, no qual buscavam sintetizar os conceitos ecológicos com os agrícolas, resultado de *Simpósio sobre Agricultura e Ecossistemas*, realizado em 1982, na Pennsylvania, Estados Unidos da América, num encontro da Sociedade Ecológica da América.

Klages (1928), citado por Hecht (1987), foi o primeiro a adotar o nome agroecologia, chamando a atenção para a influência dos fatores fisiológicos e agrônômicos sobre a distribuição e a adaptação de espécies para compreender as relações complexas entre a planta e seu ambiente. Essa definição não é muito diferente daquela da ecologia agrícola, mas o próprio Klages, ainda segundo Hecht (1987), ampliaria a referida definição, incluindo fatores históricos, técnicos e socioeconômicos, que determinam que culturas agrícolas deveriam ser produzidas em determinada região e em que quantidades.

Carrol et al. (1990) consideram a agroecologia uma ciência emergente, formada a partir de quatro áreas do conhecimento, quais sejam: agricultura, ecologia, antropologia e sociologia rural. Consideram ainda esses autores que:

“essa ciência tem se desenvolvido num mundo de elevados aumentos na produção agrícola, justaposto a uma crescente preocupação com o ambiente. Os cientistas têm reconhecido que os avanços tecnológicos têm ocorrido com custos ambientais. Os estudos de agroecologia vão auxiliar (e estão auxiliando), não somente os ecologistas e agrônomos, mas também botânicos e economistas agrícolas, na busca de um equilíbrio entre o necessário aumento de produção e a preservação dos já explorados recursos de água e do solo”.

Gliessman (1990) afirma que, em anos recentes, tem havido maior e mais fecundo diálogo entre agrônomos e ecólogos, de maneira a fortalecer agendas comuns na busca de formas sustentáveis de produção de alimentos. O relançamento de seu livro em 1998 (GLIESSMAN, 1998) ampliado e atualizado, constitui enorme contribuição aos estudantes da agroecologia.

Altieri (1987) e outros cientistas que colaboraram em seu livro, talvez sejam os mais importantes autores em relação à popularização do uso da palavra agroecologia, como um novo marco conceitual científico e de desenvolvimento, incorporando a noção de conhecimento indígena, aspectos culturais, manejo ecológico de pragas, manejo da biodiversidade, aspectos sócioeconômicos, educação em agroecologia, etc., apresentando uma decisiva contribuição na evolução conceitual, com relação às formas de agriculturas não convencionais.

A partir da obra de Altieri e de seus colaboradores, diversas instituições, em todo o mundo, passaram a incorporar em suas agendas essa nova abordagem. O Consórcio Latino-Americano sobre Agroecologia e Desenvolvimento (Clades), assim como o Curso de Mestrado em Agroecologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ), o mestrado em Agroecologia do Fiad/Clades/Universidade de Andaluzia, na Espanha, entre muitas outras iniciativas, dão uma demonstração da força e do potencial transformador que esses diversos autores nos permitem explorar.

Parte fundamental do trabalho com agroecologia e desenvolvimento rural é a participação e a organização dos agricultores. Os métodos participativos de diagnóstico rural, de pesquisa, planejamento, monitoramento e avaliação, desenvolvidos por diversos autores, mas especialmente Chambers e Guildyal

(1985); Chambers et al. (1989); Chambers (1992); Conway (1987); Bunch (1995) e Buckles (1995) entre outros, são especialmente importantes pela incorporação dos agricultores como sujeitos de seu próprio processo de desenvolvimento, assim como o diálogo entre os assessores e a comunidade.

Segundo Norgaard (1987),

“a Agroecologia apresenta uma base epistemológica diferente da ciência ocidental. O paradigma agrônomo tradicional considera o desenvolvimento da agricultura e dos agricultores a partir da difusão de tecnologias cientificamente produzidas. O paradigma agroecológico busca entender como os sistemas agrícolas tradicionais desenvolveram-se, em que bases ecológicas, para, a partir daí, buscar uma agricultura moderna mais sustentável”.

Segundo esse mesmo autor,

“os agroecologistas estão mudando a direção de mão única que havia nos caminhos entre a ciência e o desenvolvimento, introduzindo a mão dupla”.

Para complementar a importante contribuição desse autor:

“se a comunidade científica puder lidar com duas bases epistemológicas de pensamento, as próximas décadas poderão tornar-se inovadoras tanto para as ciências agrícolas, quanto para as políticas de desenvolvimento”.

A agroecologia é um paradigma emergente que está sendo construído numa parceria de instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento rural de um lado, e as comunidades agrícolas e suas representações de outro. Entre essas instituições estão: Embrapa Agrobiologia, que está implementando o Sistema Integrado de Produção Agroecológica (Sipa), também chamado de Fazendinha Agroecológica Km 47, em conjunto com a Embrapa Solos, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (Pesagro – Rio), que integra, também, o curso de mestrado e de doutorado em Agroecologia da UFRuralRJ.

O Curso de Pós-Graduação em Ecologia, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), onde é possível cursar disciplinas de agroecologia, o Curso de Graduação em Agronomia, com ênfase em agroecologia em implantação na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), o Curso de Mestrado em Agroecossistemas da

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que vem oferecendo no Instituto de Biologia, disciplinas de agroecologia.

Em outras Unidades da Embrapa, também tem havido parcerias em projetos com a Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS/PTA) e Rede/PTA (articulação entre ONGs envolvidas com o tema da agroecologia no Brasil), mas especialmente com aqueles ligados ao trabalho da Rede Milho. No Estado do Rio de Janeiro, deve ser ressaltada a recente experiência da Rede Agroecologia Rio, que uniu órgãos de ensino, como a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ), de pesquisa a Embrapa Agrobiologia, a Pesagro – Rio, e de extensão, a Emater/Rio, além de ONGs como a AS/PTA e a Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (Abio), a Agrinatura (uma empresa privada), num trabalho de difusão e de pesquisa agroecológica.

Desde a década de 1980, as ONGs destacaram-se sempre, na difusão da agroecologia, por meio da Rede/PTA. Em 2002, um conjunto de ONGs organizou, no Rio de Janeiro, o 1º Encontro Nacional de Agroecologia (ENA), com a presença de extensionistas, pesquisadores, estudantes, agricultores, ambientalistas e agentes de desenvolvimento rural.

Uma experiência de alta relevância ocorreu no Rio Grande do Sul, de 1999 a 2002, por meio da Emater/RS e da Secretaria de Agricultura e do Abastecimento (Saab), que assumiram a agroecologia como sua diretriz de política pública, incluindo tanto as técnicas de manejo dos agroecossistemas, quanto as metodologias participativas, como os diagnósticos e os planejamentos participativos. Foi a primeira vez que um estado brasileiro empreendeu uma mudança tão radical, embora possamos registrar que na década de 1980, houve uma primeira tentativa no Paraná, que infelizmente não prosperou.

No Rio Grande do Sul, diversos encontros foram organizados, com a participação de intelectuais, agricultores, estudantes,

militantes políticos, etc., todos interessados na construção de um novo paradigma de desenvolvimento rural. Hoje, a grande questão colocada nesse estado é com relação às alterações ou aos aperfeiçoamentos que o governo atual está promovendo, no que se refere à agroecologia.

A experiência gaúcha começa a ser seguida, pois em Mato Grosso do Sul, estado governado pelo mesmo partido que governou o Rio Grande do Sul, também está lançando seu programa agroecológico, por meio do Instituto de Desenvolvimento Agrário, Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul (Idaterra) e da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário. Aguarda-se, com muito interesse, o desenrolar desses processos, que poderão servir de modelo para outras experiências brasileiras com agroecologia e desenvolvimento rural sustentável.

Assim, está sendo construído, um novo paradigma, o agroecológico, de forma participativa, com contribuições da comunidade acadêmica, de cientistas das instituições de pesquisas públicas e privadas, das ações das ONGs, dos conhecimentos dos agricultores locais, das experiências das associações e representações dos produtores e dos movimentos de mobilização popular.

Acredita-se que o processo de construção desse paradigma, agora no presente, possa representar a agricultura dominante no futuro, verdadeiramente sustentável, democrática, participativa e com a perspectiva de inclusão social e econômica, além da busca da máxima preservação possível dos recursos naturais, única garantia da sobrevivência das gerações futuras.

Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the scientific basis of alternative agriculture. Boulder: Westview Press, 1987. 227 p.

AUBERT, C. **L'Agriculture biologique**: pourquoi et comment la pratiquer. Paris: Le Courrier du Livre, 1977. 363 p.

BALFOUR, E. **The living soil**: evidence of the importance to human health of soil vitality with special reference to national planning. London: Faber and Faber, 1950. 270 p.

BAYLISS-SMITH, T. P. **The ecology of agricultural systems**. Cambridge: University Press, 1982. 112 p.

BONILLA, J. A. **Fundamentos de agricultura ecológica**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.

BUCKLES, D. (Org.). **Caminhos para a colaboração entre técnicos e camponeses**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 125 p. (Série Agricultores na Pesquisa).

BUNCH, R. **Duas espigas de milho**: uma proposta de desenvolvimento agrícola participativo. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 220 p.

CAPRA, F. **O tao da física**: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental. São Paulo: Cultrix, 1985. 274 p.

CARROL, C. R.; VANDERMEER, J. H.; ROSSET, P. M. **Agroecology**. New York: McGraw-Hill, 1990. 641 p.

CHABOUSSOU, F. **Les Plantes malades des pesticides**: bases nouvelles d'une prévention contre maladies et parasites. Paris: Debard, 1980. 265 p.

CHAMBERS, R. **Rural appraisal**: rapid, relaxed and participatory. Brighton: IDS, 1992. 90 p. (Discussion paper, n. 31).

CHAMBERS, R.; GUILDYAL, B. P. Agricultural research for the resource poor farmers: the farmers first – and – last model. **Agricultural Administration**, Essex, v. 20, p. 1-30, 1985.

CHAMBERS, R.; PACEY, A.; THRUPP, L. A. **Farmer first**: farmer innovation and agricultural research. London: Intermediate Technology Publications, 1989. 29 p.

CONWAY, G. R. Agroecosystems analysis. **Agricultural Administration**, Essex, v. 20, p. 95-118, 1987.

CREMA, R. **Introdução à visão holística**: breve relato do velho ao novo paradigma. São Paulo: Summus Editorial, 1989. 132 p.

EHLERS, E. A Agricultura alternativa: uma visão histórica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 24, n. Especial, p. 231-262, 1994.

EHLERS, E. **O que se entende por agricultura sustentável?** 1993. 51 p. Dissertação (Mestrado)–Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, USP, São Paulo, 1993.

FÓRUM GLOBAL. **Tratado das ONGs relativo a agricultura sustentável**. Rio de Janeiro, 1992. Mimeografado.

FUKUOKA, M. **La revolution d'ún seul brin de paille**: une introduction à l'agriculture sauvage. Paris: Ed. de la Maisnie, 1983. 202 p.

FUKUOKA, M. **The natural way of farming**: theory and practice of green philosophy. Tokyo: Japan Publications, 1985. 280 p.

FUKUOKA, M. **The road back to nature**: regaining the paradise lost. Tokyo: Japan Publications, 1987. 377 p.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecology**: ecological processes in sustainable agriculture. Chelsea: Ann Arbor, 1998. 357 p.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecology**: researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York: Springer Verlag, 1990. 380 p.

GÖTSCH, E. **O renascer da agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 24 p.

HECHT, S. B. The evolution of agroecological thought. In: ALTIEIRI, M. A. (Ed.). **Agroecology**: the scientific basis of alternative agriculture. Boulder, CO, USA: Westview, 1987. p. 1-20.

HOWARD, A. **An agricultural testament**. Londres: Rodales, 1943. 253 p.

JESUS, E. L. de. **O estado d'arte dos cursos de agroecologia e considerações sobre criação de um curso de mestrado (MSc) em agroecologia na Universidade Federal na UFRRJ, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1992. 35 p. Mimeografado.

JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Revista Proposta**, Rio de Janeiro, p. 34-40, 1985.

JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da ciência do solo: longa caminhada do reducionismo à abordagem holística. **Cadernos de Agroecologia**, Rio de Janeiro, n. 4, p. 64-75, 1996.

JESUS, E. L. de. **A tecnologia na agricultura alternativa**: um Desafio. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1987. 11 p. Mimeografado.

JESUS, E.; JESUS, E. L. de. Da agricultura alternativa à agroecologia: para além das disputas conceituais. **Agricultura**

Sustentável: Jaguariúna, v. 3, n. 1-2, p. 13-27, jan./dez. 1996.

KOEPF, H.; PETTERSSON, B. D.; SCHAUMANN, W. **Agricultura biodinâmica**. São Paulo: Nobel, 1983. 316 p.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1987. 257 p.

LAMPKIN, N. **Organic farming**. Ipswich, UK: Farming Press, 1990. 701 p.

LAMPKIN, N. H.; PADEL, S. **The economics of organic farming: an international perspective**. Wallingford: CAB International, 1994. 468 p.

LOWRANCE, R.; STINNER, B. R.; HOUSE, G. J. **Agricultural ecosystems: unifying concepts**. New York: Wiley Interscience, 1984. 233 p.

MOLLISON, B. **Permaculture: a designer's manual**. Tyalgum, Australia: Tagari Publications, 1988. 576 p.

MOLLISON, B. **Permacultura II**. Stanley, Australia: Tagari Com. Books, 1979. 150 p.

MOLLISON, B.; HOLMGREN, D. **Permaculture I**. Melbourne: Transworld, 1978. 149 p.

MYASAKA, S.; NAKAMURA, Y. **Agricultura natural da MOA**. São Paulo: Associação Mokiti Okada do Brasil, Centro de Pesquisa de AN-MOA, 1989. 64 p.

NORGAARD, R. B. The epistemological basis of agroecology. In: ALTIERI, M. A. (Ed.). **Agroecology**: the scientific basis of alternative agriculture. Boulder, CO, USA: West Press, 1987. p. 21-27.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Alternative agriculture**. Washington, D.C., USA, 1989. 448 p.

PASCHOAL, A. D. Modelos sustentáveis de agricultura. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v. 2, n. 1, p. 11-16, 1995.

PFEIFFER, E. **La fecundité de la terre, la rétablir, la maintenir**. Paris: Nouvelles Editions, 1972. 348 p.

PFEIFFER, E.; KOEPF, H. **Biodynamie et compostage**. Paris: Le Courrier du Livre, 1980. 124 p.

PIMENTEL, D. Food production and the energy crisis. **Science**, Washington, v. 182, p. 443-449, 1973.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. **Food, energy and society**. Niwot: University Press of Colorado, 1996. 363 p.

PRETTY, J. N. **Regenerative agriculture**: policies and practice for sustainability and self-reliance. London: Earthscan, 1995. 320 p.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **Nova ordem da ciência**: diálogo do homem com a natureza. São Paulo: Edusp, 1984. 197 p.

PRIMAVESI, A.; PRIMAVESI, A. M. **A moderna agricultura intensiva**: a biocenose do solo na produção vegetal. Santa Maria, RS: Ed. Pallotti, 1964. 218 p.

PRIMAVESI, A. M. **O manejo ecológico do solo tropical: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 1982. 542 p.

RUSCH, H. P. **La fécondité du sol: pour une conception biologique de l' agriculture.** Paris: Le Courrier du Livre, 1972. 312 p.

SCHUMACHER, E. F. **O negócio é ser pequeno (Small is beautiful).** Rio de Janeiro: Zahar, 1973.

STEINER, R. **Agriculture: a course of eight lectures.** London: Rudolf Steiner Press, 1976.

THUN, M. Mehjähriger weiteranbau von kartoffeln im siderischen mondrhythmus sowie nachbau unter gleichen bedingungen und verschiedenen kieselbehandlungen. **Leb. Erde**, Darmstadt, n. 1, p. 19-34, 1969.

VOISIN, A. **Adubos: nova leis científicas de sua utilização.** São Paulo: Mestre Jou, 1973. 130 p.

VOGTMANN, H. (Hrsg.). **Ökologische landwirtschaft: landbau mit zukunft.** Karlsruhe:Verlag, 1992. 338 p.

WEBSTER'S third new dictionary. Springfield, MA, USA: Merriam-Webster Inc. Publishers, 1986. 2662 p.

Capítulo 2

Agroecologia: Introdução e Conceitos

Alberto Feiden

Introdução

A aplicação das descobertas científicas à agricultura, principalmente da química desenvolvida por Lavoisier (1743 – 1797) e a aplicação de seus princípios à agricultura por Saussure (1767 – 1845), Bossignault (1802 – 1887) e principalmente por Liebig (1803 – 1873), seguida da implantação de estações experimentais de pesquisa agrícola, como a de Rothamstead na Inglaterra, provocaram uma verdadeira revolução nos conceitos de agricultura até então vigentes, a ponto de se chamar o processo de *Revolução Agrícola Moderna* (JESUS, 1985).

Uma visão mecânica do mundo e dos processos naturais resultou na concepção de que se for conhecido o funcionamento de todas as partes de determinado objeto de estudo, se terá um entendimento do funcionamento global desse objeto, e que os conhecimentos assim obtidos podem ser generalizados, permitindo fazer previsões de eventos resultantes de manipulação das partes constituintes do objeto. Dentro dessa concepção, o todo nada mais é que a simples soma das partes (NORGAARD, 1989).

Essa abordagem possibilitou grandes avanços científicos a partir de meados do século 19 e durante o século 20, servindo de base

para o acúmulo de conhecimentos até hoje obtidos pela humanidade. Com essa mesma visão, os conhecimentos científicos foram aplicados a formas de manipulação dos processos naturais, para produzir bens tecnológicos úteis à sociedade humana, o que resultou no progresso técnico-científico que caracteriza a civilização atual.

A aplicação dessa visão mecanicista e reducionista aos sistemas naturais e especialmente à agricultura, apesar de proporcionarem extraordinários ganhos de produtividade, redução de preços e superávites na produção de alimentos, produziram efeitos negativos, tais como degradação do solo, desperdício e uso exagerado de água, poluição do ambiente, dependência de insumos externos e perda da diversidade genética.

A partir de 1960, iniciaram-se os questionamentos do modelo de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, principalmente com base nos seus efeitos colaterais não previstos inicialmente, com fortes críticas à unilateralidade e à fragmentação do conhecimento em compartimentos estanques. Como forma de superação dessa situação, surgiram diversas abordagens de trabalho conjunto entre pesquisadores de diferentes disciplinas, e segundo Almeida (1994), de acordo com o grau de interação podem ser classificados como:

- **Multidisciplinaridade** – Quando um grupo de pesquisadores de diferentes disciplinas se ocupam de um mesmo objeto de estudo, de forma individual ou por equipes de cada disciplina, usando metodologias específicas, e obtidos os resultados, se reúnem para formar um quadro geral do objeto de estudo.
- **Interdisciplinaridade** – Quando pesquisadores de diversas disciplinas se ocupam de um mesmo objeto de estudo, mas definem, conjuntamente, os parâmetros a serem pesquisados e desenvolvem metodologias comuns, avaliando os resultados em conjunto.
- **Transdisciplinaridade** – É o conhecimento novo, que está além das disciplinas atuais, incorporando seus conteúdos, mas procurando integrá-los com os das demais disciplinas. A

transdisciplinaridade exige o desenvolvimento de novos pressupostos e de novas metodologias de pesquisa.

A teoria de sistemas, desenvolvida por Bertalanfy (1968), forneceu uma abordagem instrumental prática e eficiente para permitir o estudo e a integração do conjunto de fenômenos e suas inter-relações em diversos níveis hierárquicos.

O conceito filosófico do holismo (WERFF, 1992; JESUS, 1996; CAPRA, 1998; NORGAARD; SIKOR, 2002) é de fundamental importância para se entender os fenômenos isolados dentro de um ponto de vista das interações que ocorrem de forma global.

Uma abordagem que merece mais atenção por parte dos teóricos da agroecologia é o método do materialismo dialético de Marx e Engels, que por meio dos conceitos de particularidade, singularidade e universalidade, podem integrar o estudo das partes com o todo. A dificuldade está no fato de que os autores não descreveram explicitamente o método, e as tentativas de reconstrução do mesmo têm dado resultados diversos e antagônicos, dependendo de quem faz a leitura.

Contudo, o instrumento fundamental para o estudo dos fenômenos agrícolas de uma forma mais integrada é o desenvolvido pela ecologia (ODUM, 1988), ciência integradora que permite uma compreensão global dos fenômenos isolados, por meio dos conceitos de comunidades, ecossistemas e propriedades emergentes, entre outros. Esses conceitos foram adaptados por Altieri (1989, 2000, 2002), e Gliessmann (2001), aos sistemas agrícolas, criando o conceito de agroecossistema.

Definição de termos

Na discussão de modelos de agricultura sustentável, muitas vezes o mesmo conceito tem significados ou interpretações diferentes, quando não antagônicas. Sem pretender esgotar ou

definir o tema, é fundamental nivelar alguns conceitos para uniformizar o entendimento, mesmo que esse conceito ainda não tenha aceitação universal. Entre os conceitos mais disputados, temos:

Sustentabilidade – Possui diferentes significados para distintos grupos e pessoas, mas há uma concordância geral de que ela tem uma base ecológica (GLIESMANN, 2001). Segundo esse autor, uma agricultura sustentável deve ter as seguintes características:

- Ter efeitos mínimos no ambiente e não liberar substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, em águas superficiais ou subterrâneas.
- Preservar e recompor a fertilidade, prevenir a erosão e manter a saúde do solo.
- Usar a água de maneira a permitir a recarga dos depósitos aquíferos e manter as necessidades hídricas do ambiente e das pessoas.
- Dependem dos recursos internos do agroecossistema, incluindo comunidades próximas.
- Valorizar e conservar a diversidade biológica e garantir igualdade de acesso a práticas, conhecimentos e tecnologias agrícolas, possibilitando o controle local dos recursos agrícolas.

Agroecologia – O emprego mais antigo da palavra agroecologia diz respeito ao zoneamento agroecológico, que é a demarcação territorial da área de exploração possível de uma determinada cultura, em função das características edafoclimáticas necessárias ao seu desenvolvimento. A partir de 1980, esse conceito passou a ter outra conotação: para Gliessmann (2001), é a aplicação dos princípios e conceitos da ecologia ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis.

Para Altieri (1989), a agroecologia é uma ciência emergente que estuda os agroecossistemas integrando conhecimentos de

agronomia, ecologia, economia e sociologia. Para outros, trata-se apenas de uma nova disciplina científica. Para Guzmán (2002), a agroecologia não pode ser uma ciência, pois incorpora o conhecimento tradicional que por definição não é científico. No entanto, consideramos que a agroecologia é uma ciência em construção, com características transdisciplinares integrando conhecimentos de diversas outras ciências e incorporando inclusive, o conhecimento tradicional, porém este é validado por meio de metodologias científicas (mesmo que, às vezes, sejam métodos não convencionais).

Agricultura orgânica – Originariamente, o conceito de agricultura orgânica define o solo como um sistema vivo, que deve ser nutrido, de modo que não restrinja as atividades de organismos benéficos necessários à reciclagem de nutrientes e à produção de húmus (USDA, 1984). Partindo-se do enfoque holístico, o manejo da unidade de produção agrícola visa promover a agrobiodiversidade e os ciclos biológicos, procurando a sustentabilidade social, ambiental e econômica da unidade, no tempo e no espaço (NEVES et al., 2000).

Originalmente, os produtores que adotavam os sistemas alternativos de produção o faziam por convicção pessoal, e movidos pela preocupação com o meio ambiente e com a saúde. Por isso, os sistemas de produção eram estabelecidos com base num conjunto de procedimentos que envolvem a planta, o solo e as condições climáticas, tendo como objetivo a produção de um alimento sadio, com características e sabor originais.

Esses agricultores consideravam a unidade produtiva como uma unidade indivisível, significando que todas as atividades da fazenda (olericultura, fruticultura, fruticultura, florestas produtivas, áreas de preservação, etc.) seriam partes de um corpo dinâmico interagindo entre si. Para esses agricultores, o termo “orgânica”, da expressão “agricultura orgânica”, tem origem na expressão “organismo agrícola” (ASSIS et al., 1998).

O desenvolvimento de um mercado de produtos orgânicos, comercializados a preços superiores aos convencionais, levou à necessidade de certificação e definição legal de normas mínimas para que um produto possa ser comercializado como orgânico. A existência desse sobrepreço ou prêmio na comercialização dos produtos certificados vem atraindo muitos empreendedores que visam apenas ao lucro imediato, sem muitas preocupações ambientais.

Assim, surge uma nova interpretação do conceito de agricultura orgânica, para o qual basta atender às normas mínimas de legislação para ter direito ao selo de qualidade, o que equivale a uma simples substituição dos insumos convencionais por insumos orgânicos ou biológicos, mantendo a mesma lógica produtiva dos sistemas convencionais. Para esses produtos, o termo “orgânico” tem origem na expressão “insumos orgânicos”.

Conceitos básicos de ecologia

Para entendermos os princípios da agroecologia, precisamos, inicialmente, rever alguns conceitos básicos de ecologia. A síntese a seguir é baseada em Odum (1988), Altieri (1989, 2000, 2002), Dover e Talbot (1992) e Gliessmann (2001).

Ecossistema

O ecossistema é um sistema funcional, delimitado arbitrariamente, onde se dão relações complementares entre os organismos vivos e seu ambiente. É constituído de organismos vivos, que interagem no ambiente, de fatores bióticos, e de componentes físicos e químicos não vivos do ambiente, como solo, luz, umidade, temperatura, etc., que constituem os fatores abióticos. As relações entre ambos formam a estrutura do sistema, e os

processos dinâmicos de que participam constituem a função do sistema.

O estudo dos ecossistemas pode ser feito em diversos níveis de organização. Assim, pode ser feito um estudo de um organismo individual, como de uma planta ou de um animal, o que constitui o nível inferior da hierarquia e é objeto da ecologia fisiológica ou autoecologia. Ela estuda o comportamento de um único indivíduo de uma espécie em resposta aos fatores do ambiente, e seu grau de tolerância a estresses no ambiente em que vive.

O estudo do conjunto de indivíduos da mesma espécie constitui o próximo nível de organização, chamado de população e é objeto da ecologia de populações. Procura determinar e entender os fatores que controlam o crescimento e o tamanho das populações e a capacidade do ambiente de sustentar uma determinada população ao longo do tempo.

O conjunto de diferentes populações, convivendo e interagindo num mesmo ambiente, constitui o nível hierárquico superior, a comunidade. O estudo desse nível de organização é objeto da ecologia de comunidades, que procura entender como as interações de organismos afetam a distribuição e a abundância das diferentes espécies dentro da comunidade.

O conjunto de todas as comunidades de organismos e de todos os fatores abióticos, que ocorrem numa determinada área, constitui o nível de organização mais abrangente que é o ecossistema propriamente dito, e dentro de sua estrutura acontece uma intrincada teia de interações.

Quando se passa de um nível de organização inferior para um nível superior, este não é constituído apenas por uma coleção de grupos da categoria inferior, pois devido às interações dos componentes, surgem (emergem) novas propriedades, que são chamadas de propriedades emergentes. Isso significa que o todo é maior que a simples soma das partes, pois por exemplo, uma comunidade não é apenas um conjunto de populações diferentes, e não pode ser compreendida apenas pelo simples comportamento de

cada população, individualmente. Da mesma forma, uma população é mais que a soma dos indivíduos que a compõe e o ecossistema é maior e mais complexo que o conjunto das comunidades que o constitui.

Propriedades estruturais das comunidades

A estrutura da comunidade desempenha um papel tão importante na dinâmica e na estabilidade do ecossistema que é importante examinar as diversas propriedades que aparecem como resultado das interações que ocorrem nesse nível. A comunidade é o resultado das interações entre as diferentes populações que a constituem, que por sua vez são o resultado da adaptação das diferentes espécies aos fatores abióticos e suas variações, que condicionam o ambiente local.

Diversidade de espécies – É o número de espécies que existem numa comunidade. Dependendo das condições ambientais, algumas comunidades podem possuir grande diversidade, enquanto outras podem possuir pouca diversidade.

Abundância – É a quantidade de indivíduos de uma espécie dentro da comunidade. Existem espécies muito abundantes e outras pouco abundantes em cada comunidade.

Espécie dominante – É aquela espécie que causa maior impacto tanto nos componentes bióticos, como nos componentes abióticos da comunidade. A dominância pode ser resultado da relativa abundância do organismo, de seu tamanho, de seu papel ecológico ou de quaisquer desses fatores combinados. Os ecossistemas naturais podem ser denominados de acordo com a espécie dominante, como por exemplo, a Mata de Araucária, no Sul do Brasil.

Estrutura da vegetação – Pode ser vertical e horizontal. A estrutura vertical diz respeito à existência de um conjunto de espécies vegetais que formam um perfil com diferentes camadas, enquanto a estrutura horizontal diz respeito ao padrão e à

distribuição de agrupamentos ou associações de populações vegetais pela superfície do solo. Quando as espécies que compõem a estrutura vegetativa assumem formas semelhantes de crescimento, nomes mais gerais são dados a esses conjuntos (pradaria, floresta, ou capoeira).

Estrutura trófica – É a forma como se organiza o atendimento das necessidades nutritivas das diferentes espécies, dentro da comunidade. Nos ecossistemas terrestres, as plantas são a base da estrutura trófica da comunidade, pela capacidade de captar e de converter a energia solar em energia química armazenada na biomassa, por meio da fotossíntese. Por causa dessa função, são classificadas fisiologicamente como autotróficas, por não dependerem de outros organismos para atender suas necessidades de energia. Por produzirem biomassa, são conhecidas como produtoras e representam o primeiro nível trófico da comunidade.

Os demais organismos da comunidade dependem da biomassa produzida pelas plantas, para atender suas necessidades de energia e nutrientes, sendo portanto, classificados como organismos heterotróficos e constituem os consumidores da comunidade.

Os consumidores incluem os herbívoros – que convertem a biomassa vegetal em biomassa animal –, os predadores e os parasitas – que sobrevivem a partir de herbívoros e predadores –, e os parasitoides, que se alimentam de predadores e de parasitas. Reconvertendo biomassa morta em componentes mais simples, existem os organismos decompositores, fechando-se o ciclo de transformações da cadeia trófica.

Função dos ecossistemas

A função dos ecossistemas naturais refere-se aos processos dinâmicos que ocorrem dentro deste: o movimento, o desenvolvimento, a conversão e o fluxo de matéria e de energia, e as interações e relações dos organismos e componentes bióticos do ambiente. Esses processos são fundamentais para entender os conceitos de dinâmica, eficiência e produtividade dos ecossistemas.

O fluxo de energia entre suas partes e os ciclos dos nutrientes são componentes fundamentais.

Fluxo de energia em ecossistemas – Os organismos necessitam de energia para desenvolver-se e executar seus processos fisiológicos. A reserva de energia dos organismos deve ser renovada constantemente, pois nos ecossistemas a energia flui do meio externo para dentro do sistema, principalmente pela captação da energia solar pelas plantas, sendo armazenada nas ligações químicas da biomassa que as plantas produzem. Por meio da cadeia trófica, a energia muda continuamente de forma, e passa de um componente para outro.

Os diferentes ecossistemas variam em sua capacidade de transformar energia solar em biomassa. Essa capacidade de conversão de energia em biomassa é chamada de produtividade primária bruta (PPB), expressa em quilocalorias por metro quadrado por ano ($\text{Kcal m}^{-2} \text{ano}^{-1}$). Grande parte dessa energia fixada é usada pelas plantas em seus processos metabólicos e é dissipada no ambiente em forma de calor. A energia fixada restante é a produtividade primária líquida.

Ao longo de cada degrau da cadeia trófica, cerca de 90% da energia obtida a partir do nível anterior são consumidos, e apenas 10% são transferidos para o nível seguinte. Além disso, uma parte da biomassa é acumulada no sistema como biomassa morta, que é consumida, lentamente, pelos organismos decompositores.

Ciclagem de nutrientes nos ecossistemas – Além de energia, os organismos vivos necessitam de matéria para formar seus corpos e manter suas funções vitais. Essa matéria é constituída por uma série de elementos indispensáveis à vida, conhecidos como nutrientes e com os quais são construídas macromoléculas orgânicas complexas, células e tecidos que constituem os organismos.

Embora o movimento dos nutrientes no ecossistema esteja associado ao fluxo de energia, enquanto este flui apenas numa direção, os nutrientes se movem em ciclos, mudando continuamente

de forma, passando dos componentes bióticos aos abióticos e novamente aos bióticos e, nesse processo, necessitam dos organismos para desenvolver seus ciclos.

Como tanto os fatores bióticos como os abióticos estão envolvidos, recebem o nome de ciclos biogeoquímicos, que são complexos e interconectados, em geral ocorrendo num nível global, que transcende os ecossistemas individuais. Entre os ciclos, os da água, do carbono (C), do nitrogênio (N) e do oxigênio (O) possuem seu reservatório principal na atmosfera, assumindo um caráter mais global, enquanto outros, menos móveis, como o do fósforo (P), do enxofre (S), do potássio (K), do cálcio (Ca) e da maioria dos micronutrientes são ciclados mais localmente, sendo o solo seu reservatório abiótico principal.

Mecanismos de regulação de populações nos ecossistemas

– As populações das diferentes espécies variam no ecossistema ao longo do tempo, em função de suas características próprias como taxa de nascimento e de mortalidade, em função das interações com outras espécies e em respostas (sensibilidade ou tolerância) às variações nas condições abióticas do ecossistema.

De acordo com as características adaptativas de cada espécie, o resultado de sua interação variará com as outras espécies, sendo que as formas de interação podem ser classificadas como (GLIESMANN, 2001):

Mutualismo – Quando duas espécies desenvolveram formas de interação em que ambas se beneficiam. Esse mutualismo ocorre em diferentes graus de associação, desde associações puramente casuais, como no caso de árvores e plantas epífitas, até associações obrigatórias, como no caso das simbioses obrigatórias.

Predação – Quando um organismo (o predador) alimenta-se de outro (a presa), e depende deste para sua sobrevivência. Nesse caso, o predador consome um grande número de presas em seu ciclo vital.

Parasitismo – Quando um organismo (o parasita) passa parte de seu ciclo vital se alimentando de outro (o hospedeiro). Em geral,

o parasita se alimenta de apenas um hospedeiro, em seu ciclo vital.

Interferência – Quando um organismo interfere sobre o ciclo de vida de outros da comunidade. Essa interferência pode-se dar por meio da adição de substâncias inibitórias ou favoráveis, ou pela remoção de substâncias necessárias ou deletérias a outro organismo. A interferência pode ser tanto positiva como negativa.

Competição – É um tipo de interferência por remoção, onde dois ou mais organismos disputam um determinado recurso do ambiente. Pode ocorrer competição entre duas espécies, chamada de competição interespecífica, na qual a espécie que superar a outra na competição tenderá a se tornar dominante. Também pode ocorrer competição entre indivíduos da mesma espécie, chamada de competição intraespecífica, o que pode ser prejudicial ao conjunto da população dessa espécie.

Coexistência – Quando duas populações conseguem conviver juntas, sem interferência mútua. Nesse caso, apesar de partilharem o mesmo espaço físico, dependem de recursos diferentes existentes nesse espaço. Por isso, dizemos que ocupam nichos ecológicos diferenciados.

Processos dinâmicos nos ecossistemas – Estabilidade e mudança (GLIESMANN, 2001). No ecossistema, organismos surgem, se desenvolvem, morrem e são substituídos por outros. Populações variam com o passar do tempo, tanto em número como em composição e arranjo, mas, no conjunto, os ecossistemas são extremamente estáveis em sua estrutura e funcionamento. Essa estabilidade se deve à diversidade de espécies, à complexidade dos ecossistemas e à redundância em suas funções. Ao longo do tempo, os ecossistemas estão sujeitos a condições adversas que podem ser de dois tipos:

Situações de estresse – Condições adversas em que alguma modificação nas condições abióticas normais interfere, negativamente, no potencial de produção de biomassa do ecossistema.

Distúrbios ou perturbações – Eventos que modificam a estrutura e o funcionamento de um ecossistema, e produzem destruição ou perda da biomassa acumulada no ecossistema.

Após sofrer perturbações, os ecossistemas têm uma capacidade relativamente ampla de retornar às condições de estrutura e de funcionamento assemelhadas às condições anteriores à perturbação. Essa capacidade de recuperação do ecossistema recebe o nome de resiliência.

Um dos mecanismos de recuperação dos ecossistemas é o processo chamado de sucessão. É o processo de desenvolvimento de um ecossistema, por meio do qual se dão mudanças específicas na sua estrutura e função. De maneira geral, no processo de sucessão, ao longo do tempo, ocorre acúmulo de biomassa, aumento da complexidade da estrutura vegetal das comunidades e aumento da complexidade nas interações entre os organismos.

De acordo com os recursos abióticos locais de cada ecossistema, a sucessão evolui para uma situação de equilíbrio entre a produção e o consumo da biomassa. Quando um ecossistema atinge esse nível de equilíbrio dinâmico, é chamado de ecossistema maduro ou clímax, cuja produtividade líquida é nula, e tende a permanecer em equilíbrio dinâmico por longos anos, desde que não ocorram perturbações. Caso estas ocorram, o processo de sucessão reiniciará novamente (sucessão secundária), tendendo a retornar a situação clímax, mesmo que com alguma variação no conjunto de organismos responsáveis pelas diferentes funções. Como os ecossistemas estão permanentemente sujeitos a perturbações, dificilmente entram num estado totalmente estável.

Agroecossistema

Conceito de agroecossistema

“(…) os homens têm que estar em condições de viver para poderem ‘fazer história’. Mas da vida fazem parte sobretudo comer e beber, habitação, vestuário e ainda algumas outras coisas. O primeiro ato histórico é, portanto, a produção dos meios para a satisfação dessas necessidades, a produção da própria vida material, e a verdade é que este é um ato histórico, uma condição fundamental de toda a História, que ainda hoje, como há milhares de anos, tem que ser realizado dia a dia, hora a hora, para ao menos manter os homens vivos (MARX; ENGELS, 1984).

A modificação de um ecossistema natural pelo homem, para produção de bens necessários à sua sobrevivência, forma o agroecossistema. Com a interferência humana, os mecanismos e controles naturais são substituídos por controles artificiais, cuja lógica é condicionada pelo tipo de sociedade na qual se insere o agricultor.

Existem diversas definições de agroecossistemas. Entre elas, salientamos as seguintes:

Agroecossistemas – São sistemas ecológicos alterados, manejados de forma a aumentar a produtividade de um grupo seletivo de produtores e de consumidores. Plantas e animais nativos são retirados e substituídos por poucas espécies (PIMENTEL, 1973; PIMENTEL; PIMENTEL, 1996).

Agroecossistemas – São compostos pelas interações físicas e biológicas de seus componentes. O ambiente vai determinar a presença de cada componente, no tempo e no espaço. Esse arranjo de componentes será capaz de processar *inputs* (insumos) ambientais e produzir *outputs* (produtos) (HART, 1978, 1980).

Para fins práticos, o agroecossistema pode ser considerado equivalente a sistema de produção, sistema agrícola ou unidade de produção. Nesse caso, é o conjunto de explorações e de atividades realizadas por um agricultor, com um sistema de gestão próprio.

Diferenças entre ecossistema e agroecossistema

A ação humana modifica o ecossistema natural, procurando direcionar a produção primária do ecossistema para obtenção de produtos que atendam as necessidades básicas e culturais das diferentes sociedades humanas. Estas possuem diferentes

concepções de vida, o que implica em diferentes padrões de consumo e, como consequência, criam relações diversas com a natureza, e diferentes graus de pressão sobre os recursos naturais.

No entanto, independentemente do grau de artificialização aplicado ao ecossistema natural, sua conversão em agroecossistema implica em diferenças em relação aos ecossistemas naturais. Os agroecossistemas ocidentais “modernos” representam o maior grau de artificialização em relação aos ecossistemas naturais e, com base nestes, Odum (1984), citado por Hecht (2002), e Glissmann e Méndez (2001), apresentam as seguintes diferenças em relação aos ecossistemas naturais:

Fluxo de energia mais aberto – Enquanto nos ecossistemas naturais a principal fonte é a energia direta do sol, os agroecossistemas possuem fontes auxiliares de energia, como a força humana, a tração animal e os combustíveis fósseis cuja energia é aplicada diretamente ao agroecossistema ou indiretamente, por meio da produção de insumos industriais. Além disso, as perdas de energia são maiores, tanto de energia potencial biológica armazenada nos tecidos colhidos ou na matéria orgânica, como pelas perdas diretas de calor, por meio da aceleração dos processos biológicos e na decomposição acelerada das reservas de matéria orgânica.

Ciclagem de nutrientes mais aberta – Nos agroecossistemas, ocorre a entrada de nutrientes pela adição de fertilizantes orgânicos ou industriais, e maiores saídas devido à intensificação dos processos de perda (erosão, lixiviação, volatilização, fixação aos minerais do solo) e pela exportação de nutrientes por meio dos produtos colhidos.

Menor diversidade – A grande diversidade encontrada nos ecossistemas é suprimida, dando lugar a poucas espécies cultivadas, a poucas plantas consideradas “invasoras”, e aos organismos associados a essas espécies.

Pressão de seleção artificial – Os organismos remanescentes no agroecossistema deixam de estar submetidos à seleção natural

para serem submetidos a pressões artificiais de seleção, tanto a seleção conscientemente dirigida sobre os organismos cultivados, como pela pressão de seleção inconsciente aplicada sobre os organismos espontâneos dos agroecossistemas, causada pelas práticas culturais e pela aplicação de produtos para controle das populações indesejadas. Muitas vezes, essa pressão de seleção inconsciente pode ser muito mais intensa que a aplicada aos organismos cultivados.

Diminuição dos níveis tróficos – Devido à redução da biodiversidade, ocorre uma redução dos níveis tróficos, que em geral se reduzem aos produtores e seus consumidores diretos (no caso de culturas vegetais) ou de produtores (que não necessariamente estão dentro dos agroecossistemas), consumidores primários e seus predadores ou parasitas (no caso de produção animal). Como em geral há abundância do organismo cultivado, isso significa fartura de alimento para o nível trófico seguinte, permitindo rápido aumento da população dos organismos que participam desse nível trófico.

Diminuição na capacidade de autorregulação – Os mecanismos de autorregulação são substituídos por controles artificiais de população e deixam de ser levados em conta, perdendo sua capacidade de resposta aos estímulos ambientais.

Tipos de agroecossistemas

Agroecossistemas modernos ou tecnificados

Os agroecossistemas modernos ou tecnificados caracterizam-se por um alto grau de artificialização das condições ambientais, sendo altamente dependentes de insumos produzidos industrialmente e adquiridos no mercado. Esses insumos são baseados em recursos não renováveis e importados de outras regiões, implicando em gasto de energia com transporte.

Há pouca preocupação com a conservação e a reciclagem de nutrientes dentro do agroecossistema. Procuram adaptar as condições locais às necessidades das explorações, por meio de práticas como correção da acidez do solo, fertilização, irrigação, drenagem, etc. Assim, homogeneizam a diversidade de microambientes, aplicando um tratamento médio ao conjunto de situações diversificadas. Por isso, impactam fortemente o ambiente dentro e fora da propriedade. Além disso, reduzem a diversidade, e eliminam a continuidade espacial e temporal. Reduzem a diversidade genética local, pela introdução de espécies e de cultivares “melhoradas” e desestruturam os conhecimentos e a cultura local.

Geralmente, os rendimentos são proporcionais à aplicação de insumos e pouco dependem do ecossistema original, sendo que o objetivo principal da produção é a obtenção de lucro, e o tipo de produção é determinado pelas demandas do mercado global, independentemente das necessidades das comunidades locais.

Problemas dos agroecossistemas modernos ou tecnificados

Em geral, os agroecossistemas ditos modernos ou tecnificados usam aração intensiva como forma de preparo do solo, o que leva a problemas como degradação da estrutura do solo, redução da matéria orgânica, compactação do solo, redução da infiltração de água no solo, formação de impedimentos à penetração radicular, e em consequência, menor capacidade de armazenamento de água no perfil do solo, maior suscetibilidade a déficit hídrico, maior intensidade do escoamento superficial e intensificação da erosão hídrica e eólica.

Esses agroecossistemas são baseados em monocultivos que permitem ganhos de escala de produção e maior eficiência na utilização dos equipamentos, mas isso resulta em suscetibilidade a pragas e doenças, erosão genética e perda do conhecimento

agrícola tradicional, este muitas vezes fundamental para o entendimento das condições ambientais locais.

Uso de fertilizantes sintéticos, provenientes de fontes não renováveis elevam os custos de produção e ameaçam a continuidade do modelo em longo prazo. Além disso, se perdem facilmente por lixiviação, volatilização e fixação permanente nas argilas do solo, podendo contaminar os alimentos e os aquíferos.

O uso da irrigação em larga escala promove um consumo excessivo de água, além de provocar a salinização dos solos, a erosão hídrica e a contaminação dos aquíferos.

A utilização do controle químico para o combate a pragas, doenças e plantas espontâneas promove a resistência destes aos produtos aplicados, por meio da pressão de seleção exercida por esses produtos; a eliminação de inimigos naturais; a contaminação dos alimentos e do ambiente. Além disso, para sua produção, são utilizadas fontes não renováveis de energia, colocando em xeque a possibilidade de sua utilização em longo prazo.

Agroecossistemas tradicionais

Em diversas regiões do mundo, principalmente na América Latina, na África e na Ásia, ainda subsiste grande número de sistemas de cultivo tradicionais, que representam um ponto intermediário entre os ecossistemas naturais e a agricultura convencional. Esses agroecossistemas têm vantagens e desvantagens como sistemas de produção na atualidade. Devido às desvantagens, muitos estão em franco estado de degradação. Mesmo assim, vale a pena conhecer suas características, que poderão ser muito úteis no desenho e no manejo de agroecossistemas sustentáveis.

Geralmente, os agroecossistemas tradicionais não dependem de insumos comerciais. Usam recursos renováveis e disponíveis no local e dão grande importância à reciclagem de nutrientes. Mantêm um alto grau de diversidade e sua continuidade espacial e temporal.

Como estão adaptados às condições locais, conseguem aproveitar, ao máximo, os microambientes e beneficiam o ambiente dentro e fora da propriedade, ao invés de impactá-lo.

Os rendimentos são proporcionais à capacidade produtiva do ecossistema original, pois este não sofre alterações drásticas. Priorizam a produção para satisfazer as necessidades locais. Dependem da diversidade genética, dos conhecimentos e da cultura local e por isso a preservam.

Problemas dos agroecossistemas tradicionais

O fato de muitos dos sistemas tradicionais estarem em processo de degradação evidencia que, apesar de suas vantagens ecológicas, esses agroecossistemas apresentam uma série de problemas, como não responder a muitas das realidades socioeconômicas atuais. A escassez da força de trabalho é um dos problemas sérios para esses sistemas, que são altamente demandadores de força de trabalho. Esse problema é derivado das migrações de populações pobres, que não conseguem sobreviver à escassez de terras, consequência da concentração fundiária. Assim, esses agricultores não conseguem competir com os agricultores capitalizados, que utilizam tecnologias da *Revolução Verde*.

A escassez de terras e o aumento da população pobre causam uma pressão muito forte sobre os recursos naturais, ultrapassando os limites de sustentabilidade, reduzindo a produtividade e levando as populações à extrema pobreza.

Como construir um novo sistema

Ao construir um novo sistema de produção, devemos nos basear num princípio geral: quanto mais um agroecossistema se parecer com o ecossistema da região biogeográfica em que se encontra, em

relação à sua estrutura e função, maior será a probabilidade desse agroecossistema ser sustentável.

Por isso, devemos construir sistemas de produção que se aproximem ao máximo dos ecossistemas naturais. Isso não é fácil e exige um alto grau de conhecimento ecológico, agrônômico e socioeconômico, ainda não disponível. Como ciência em construção, a agroecologia visa atender a essas demandas de conhecimento.

A construção de modelo de agricultura que respeite os princípios ecológicos não é uma volta ao passado, como afirmam seus detratores. Embora a agroecologia estude e valorize os agroecossistemas tradicionais, ela o faz de um ponto de vista crítico, para conhecer a lógica e as interações que os mantêm. A partir daí, aplica-se essa lógica para se desenhar novos sistemas que otimizem os processos e as interações ecológicas, com a finalidade de melhorar a produção de bens úteis à sociedade.

Ao incorporar as questões sociais e respeitar a cultura e o conhecimento local, busca preservar a identidade, os costumes e as tradições de cada povo, propiciando a conquista de direitos sociais e a melhoria da qualidade de vida dessas populações, ao invés de focar apenas a produção pela produção, esquecendo as aspirações dos homens responsáveis por esta.

Passos para a construção de sistemas de produção agroecológicos

Não há receitas prontas, nem é possível desenvolver pacotes tecnológicos agroecológicos, para desenvolver o sistema. No seu princípio de imitar o ecossistema original, será a busca de uma agricultura movida, basicamente, pelo sol, que passará a ser a principal fonte de energia. Também se deve trabalhar pelo fechamento dos ciclos de nutrientes e pela reativação dos mecanismos de autocontrole das populações. Dentro desses

princípios, os passos possíveis e não exclusivos para a construção do novo sistema de produção agroecológico poderiam ser:

Reduzir a dependência de insumos comerciais – Substituir o uso de insumos por práticas que permitam melhorar a qualidade do solo com o uso da fixação biológica de nitrogênio, e de espécies que estimulem microrganismos, tais como micorrizas, solubilizadores de fosfatos e promotores de crescimento.

Utilizar recursos renováveis e disponíveis no local – Aproveitar, ao máximo, os recursos locais, que frequentemente são perdidos e se tornam poluentes, como restos culturais, esterco, cinzas, resíduos caseiros e agroindustriais “limpos”.

Enfatizar a reciclagem de nutrientes – Evitar, ao máximo, as perdas de nutrientes, com práticas eficientes de controle da erosão, e a utilização de espécies de plantas capazes de recuperar os nutrientes lavados para as camadas mais profundas do perfil do solo.

Introduzir espécies que criem diversidade funcional no sistema – Cada espécie introduzida no sistema atrai diversas outras à qual está associada. No entanto, não nos interessa qualquer tipo de diversidade, mas uma diversidade que proporcione uma série de serviços ecológicos, capazes de dispensar o uso de insumos. Essa diversidade deve incluir espécies fixadoras de nitrogênio, recicladoras de nutrientes, estimuladoras de predadores e parasitas de pragas, de polinizadores, estimuladoras de micorrizas, sideróforos, solubilizadores de fosfato, etc.

Desenhar sistemas que sejam adaptados às condições locais e aproveitem, ao máximo, os microambientes – Devemos adaptar nossas explorações aos diversos microambientes da unidade de produção, o contrário dos sistemas convencionais, que buscam homogeneizar os ambientes.

Manter a diversidade, a continuidade espacial e temporal da produção – Em condições tropicais, os solos devem permanecer cobertos por todo o ano, para evitar erosão e lixiviação e, conseqüentemente, a perda de parte do próprio solo e de nutrientes.

Assim, nos sistemas agroecológicos, o uso do solo acaba sendo mais intenso que nos sistemas convencionais. Nos períodos em que não é possível cultivar espécies de utilidade econômica direta, são cultivadas espécies melhoradoras do solo ou do ambiente.

Otimizar e elevar os rendimentos, sem ultrapassar a capacidade produtiva do ecossistema original – O objetivo não é atingir produtividade máxima de uma única cultura, mas conseguir produtividade ótima do sistema como um todo, garantindo a sustentabilidade dessa produtividade ao longo do tempo.

Resgatar e conservar a diversidade genética local – As espécies e cultivares desenvolvidas em cada local estão adaptadas às condições ambientais locais. Na maioria das vezes, as cultivares locais, quando colocadas em competição com cultivares melhoradas, em centros de pesquisa, apresentam produtividades inferiores às melhoradas, mas essa situação pode se inverter, quando colocadas em competição no meio real dos agricultores. De qualquer modo, mesmo as cultivares de baixo desempenho devem ser preservadas, pois podem possuir características de extrema importância, que podem ser úteis futuramente.

Resgatar e conservar os conhecimentos e a cultura locais – No seu contato dia a dia, com o ambiente, os agricultores realizam observações de muitos fenômenos que ocorrem em seus sistemas de produção, e apesar de não as descreverem em termos científicos, possuem uma gama de informações codificadas que somente eles têm acesso. Assim, a sua participação é fundamental no desenvolvimento de um novo modelo de agricultura, pois enquanto os técnicos possuem uma visão extremamente analítica, com poucas informações extremamente detalhadas, os agricultores possuem uma visão mais global e integrada do conjunto de fenômenos, e de suas consequências, mesmo que não tenham um conhecimento detalhado de cada fenômeno em si. Assim, o conhecimento do agricultor pode fornecer, rapidamente, uma série de informações que técnicos e pesquisadores gastariam anos de pesquisa para obter. Nem por isso deve-se cair no erro de

superestimar o conhecimento local, pois este também tem seus limites.

Perspectivas futuras

Como ciência em construção, com características transdisciplinares, a agroecologia necessita da participação efetiva de diversas ciências e disciplinas, como a Agronomia, a Biologia, a Economia, a Sociologia, a Antropologia, a Ciência do Solo, entre outras. Além disso, incorpora e reelabora o conhecimento tradicional das populações. Ciência integradora, a ecologia fornece a base metodológica para a integração desses conhecimentos.

Apesar dos evidentes problemas causados pela agricultura tradicional, esta ainda é dominante, devido a sua facilidade e respostas imediatas, além do intenso bombardeio ideológico que sofrem os agricultores por parte dos agentes de mercado, que lucram com esse modelo de agricultura.

Paulatinamente, a agroecologia vai ganhando respeitabilidade, tendo passado de elemento da contracultura, na década de 1970, a disciplina acadêmica. Os inegáveis resultados obtidos pelas diferentes linhas de pesquisa da área dão suporte a esse ganho de respeitabilidade.

Inúmeras lacunas ainda estão em aberto e exigem um extraordinário esforço de pesquisa, experimentação, teste em meio real para expandir o conhecimento na área e a adoção de tecnologias agroecológicas por parte dos agricultores.

Referências

ALMEIDA, J. R. de. **Ecologia aplicada ao planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994. Não publicado.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA- FASE, 1989. 240 p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 114 p. (Síntese universitária, 54).

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, 2002. 592 p.

ASSIS, R. L. de; AREZZO, D. C. de; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H. Aspectos técnicos da agricultura orgânica fluminense. **Revista Universidade Rural - Série Ciências da Vida**, Seropédica, v. 20, n. 1-2, p. 1-16, 1998.

BERTALANFY, L. von. **General systems theory**. New York, George Brazziller, 1968. 295 p.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Cultrix, 1998. 447 p.

DOVER, M. J.; TALBOT, L. M. **Paradigmas e princípios ecológicos para a agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 42 p. (Textos para debate, 44).

GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 658 p.

GLIESSMAN, S. R.; MÉNDEZ, V. E. **Taller intensivo sobre investigación en agroecología** - Notas de curso. Pelotas: Embrapa, 2001. 39 p. Mimeografado.

GUZMÁN, E. S. Agroecologia e desarrollo rural sustentable. In: CURSO INTENSIVO EM AGROECOLOGIA: PRINCÍPIOS E TÉCNICAS ECOLÓGICAS APLICADAS À AGRICULTURA, 11., 2002, Seropédica. **Palestra...** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. Não publicado.

HART, R. D. **Agroecosistemas**: conceptos básicos. Turrialba: CATIE, 1980. 211 p.

HART, R. D. Methodologies to produce agroecosystem management plants for small farmers in tropical environment. In: WORLD AGRICULTURAL WORKSHOP CONFERENCE ON BASIC TECHNIQS IN ECOLOGICAL AGRICULTURE, 1978, Montreal. **Proceedings...** Montreal: Ifoam, 1978.

HECHT, S. B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, M. A. (Ed.). **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária; AS-PTA, 2002. p. 21-51.

JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Proposta**, Rio de Janeiro, FASE, n. 23, p. 34-50, 1985.

JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da ciência do solo: longa caminhada do reducionismo à abordagem holística alternativa. **Cadernos de Agroecologia**, Rio de Janeiro, p. 64-75, 1996.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**: teses sobre Feuerbach. São Paulo: Moraes, 1984. p. 31.

NEVES, M. C. P.; MEDEIROS, C. A. B.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; RODRIGUES, H. R.; GUERRA, J. G. M.; NUNES, M. U. C.; CARDOSO, M. O.; RICCI, M. S. dos F.; SAMINÊZ, T. C. O. **Agricultura orgânica**: instrumento para sustentabilidade dos

sistemas de produção e valorização de produtos agropecuários. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 22 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 122).

NORGAARD, R. B. Base epistemológica da agroecologia, In. ALTIERI, M. A. (Ed.). **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. p. 42-48.

NORGAARD, R. B.; SIKOR, T. O. Metodologia e prática da agroecologia. In: ALTIERI, M. A. (Ed.). **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p. 53-84.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 438 p.

PIMENTEL, D. Food production and the energy crisis. **Science**, Washington, v. 182, p. 443-449, 1973.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. **Food, energy and society**. Niwot: University Press of Colorado, 1996. 363 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica**. Brasília: CNPq, 1984. 128 p.

WERFF, P. A. van der . **Applied soil ecology in ecological agriculture**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1992. p. 205-300.

Capítulo 3

Bases Epistemológicas da Agroecologia

João Carlos Costa Gomes

Introdução

Dependendo da corrente de pensamento, o conceito de epistemologia pode ter diferentes significados. Neste capítulo, o conceito apresentado é no sentido de teoria do conhecimento, englobando tanto o conhecimento científico como os saberes populares (aqui expressados na sabedoria dos agricultores), também chamado de conhecimento tradicional, local ou autóctone. Esse esclarecimento indica que a análise exclusiva dos conhecimentos científicos deve ficar no campo da filosofia da ciência.

A necessidade de se estudar as bases epistemológicas da agroecologia é decorrência do que normalmente se denomina de crise do paradigma ocidental, na agricultura expressada como “a crise do modelo produtivista”, baseado nos preceitos da *Revolução Verde*.

Muitos estudiosos consideram a agroecologia como o novo paradigma. Para evitar que se busque a saída para a crise usando-se as mesmas ferramentas responsáveis por ela, ou seja, para que a base epistemológica na busca de soluções para os problemas contemporâneos, da agricultura em particular e da ciência em geral,

não seja a mesma epistemologia que sustenta o paradigma responsável pelo surgimento de seus problemas, é importante fazer-se um mapa, ainda que breve, das características do paradigma em crise, feito por meio de breve reconstrução crítica das concepções teóricas do conhecimento científico técnico, permitindo uma reflexão sobre o progresso da moderna ciência ocidental, evitando que a busca das bases epistemológicas da agroecologia sigam um caminho equivocado¹.

Da filosofia da ciência tradicional, à nova filosofia da ciência

A filosofia da ciência tradicional

Como filosofia da ciência tradicional, caracteriza-se o surgimento do discurso epistemológico moderno, identificando os traços que definiram a fase pioneira do modelo empirista de ciência: empirismo britânico, racionalismo e positivismo moderno, a partir dos autores mais importantes desses movimentos, respectivamente Francis Bacon, René Descartes e Auguste Comte. De forma sintética, durante os séculos 16, 17 e 18, sucederam-se tanto o desenvolvimento da ciência como os intentos de teorizá-la. Aos esforços pioneiros de Copérnico, Kepler e Galileu, para instaurar um método experimental, e de Bacon, para teorizá-lo, foi acrescentada a filosofia mecanicista de Descartes, considerada a primeira das correntes filosóficas da modernidade.

A afirmação da autonomia da razão não é exclusiva do racionalismo, mas a partir deste, de todo o pensamento moderno. Mais tarde, David Hume matura o empirismo e Isaac Newton conjuga os descobrimentos dos pioneiros para dar um decisivo giro na filosofia natural, onde a matemática deixa de ser o fundamento para converter-se em meio auxiliar. No século 19, Auguste Comte renova o empirismo com o nome de positivismo e, ao mesmo

tempo, estabelece os fundamentos da sociologia positivista. Uma análise histórica sobre essa evolução é importante, por dois motivos:

Nem tudo significa o mesmo – As críticas ao processo de consolidação da ciência moderna e ao modo de apropriação de seus resultados são dirigidas ao modelo científico empírico, baconiano, ao paradigma cartesiano, ao positivismo ou ao reducionismo, desconhecendo que existem diferenças conceituais e várias reformulações nessas propostas, ainda que no seu conjunto representem decisivo papel na consolidação do que se reconhece como ciência, metodologia científica e paradigma ocidental.

Caráter progressista das propostas para o que era dominante nas épocas em que surgiram – As críticas contemporâneas associam autores e conceitos com a manutenção do *status quo* e com práticas científicas conservadoras, não obstante a contextualização histórica. À época, a consolidação da ciência (e do conhecimento científico) era percebida como a melhor estratégia e talvez a única, para no campo das ideias enfrentar o dogmatismo e a dominação da Igreja, os governos autocráticos e a ordem estabelecida. Não se trata de uma defesa a críticas verdadeiras, mas de resgatar o quadro geral de então e o papel crítico desses autores, para o rompimento do que era dominante na época.

Empirismo britânico: Francis Bacon (1561 – 1626)

Em Bacon, é central a ideia de domínio sobre a natureza, a partir da experiência e dos sentidos. Seu modelo de ciência tinha como objetivo o conhecimento para o controle sobre a realidade e apropriação da natureza. Bacon era consciente do papel fundamental reservado à ciência, no progresso futuro da humanidade.

Bacon parte dos fatos empíricos do mundo natural para promover a dúvida crítica com respeito ao saber tradicional; da investigação metódica e da classificação sistemática da informação,

baseada em dados objetivos; da rigorosa experimentação e da aplicação essencialmente prática de todo o conhecimento. O método científico representa um conjunto de regras para observar fenômenos e inferir conclusões a partir da observação. O método de Bacon era o indutivo, baseado em regras tão simples, que “qualquer um que não fosse um deficiente mental poderia aprendê-las e aplicá-las”, e também infalíveis “bastava aplicá-las para fazer avançar a ciência”. A crença acrítica da existência de tal método e de que sua aplicação não requer talento nem preparação, representa uma espécie de metodolatria, hoje objeto de pesadas críticas (BUNGE, 1985; OLIVA, 1990).

Os princípios definidores da concepção empirista clássica de ciência, presentes a partir de Bacon são sete:

1. A racionalidade científica é vista como autossubsistente e lacrada em si mesma (autossuficiente e fechada a trocas simbólicas com outras áreas de investigação).
2. Na ótica empirista, não existe teoria propriamente dita, passa-se do plano da observação à generalização, a partir de um número significativo de casos.
3. A desconsideração por hipóteses, não levando em conta o papel das antecipações no processo de definição do que observar, ignorando que são elas que transformam um campo observacional em campo problemático.
4. O modelo indutivista de explicação, considerado como o único capaz de abordar questões empíricas.
5. As unidades de conhecimento (os dados dos sentidos) têm valor epistêmico próprio (teses do atomismo metodológico).
6. O modelo cumulativo de progresso, onde a evolução da ciência consiste no crescente desvelar ou gradual retificação de erros.
7. A tese do poder baseado no saber (que torna o exercício da autoridade intelectual sempre legítimo).

Além desses, ao negar a existência de sujeito epistêmico (o investigador é considerado um mero catalogador de fenômenos), o empirismo colocou exagerada importância nas regras metodológicas, ao ponto de chegar a uma espécie de absolutização normativa.

A concepção baconiana de ciência desconheceu importantes conquistas científicas e metodológicas de sua época, assim como a importância da matemática para a formulação de leis e teorias científicas. Supondo que a produção científica necessite da participação de elementos como ciência anterior, observação, hipóteses, matemática e experimento planejado, pode-se concluir que Bacon desconsiderou três princípios decisivos:

1. Formação de hipóteses orientadoras num contexto problemático.
2. Expressão matemática dos conteúdos interpretativos.
3. Proposição de teorias unificadoras no campo experimental.

Não se pode negar que Bacon, como um profeta, vislumbrou que o domínio do homem sobre a natureza dependia da ciência, e que esta deveria se desenvolver por meio do trabalho em equipe e da pesquisa planejada. O empirismo inaugurado por Bacon acabou transformando-se numa espécie de epistemologia natural, sendo seus principais defeitos a tentativa de absolutizar o conjuntural e adaptar a racionalidade científica a rígidos esquemas filosóficos. Tais defeitos se devem ao pioneirismo no enfrentamento aos cânones da época e à dogmatização de certos princípios filosóficos.

Racionalismo: René Descartes (1596 – 1650)

O racionalismo, corrente filosófica à qual pertence Descartes, surgiu em oposição à filosofia empirista britânica, representada por Bacon. Sua contribuição é associada às bases filosóficas do paradigma que dominou amplamente a produção científica

contemporânea, o paradigma newtoniano-cartesiano (a Newton é atribuída a base mecanicista do paradigma).

No racionalismo, os conhecimentos válidos e verdadeiros sobre a realidade são procedentes da razão e não dos sentidos e da experiência. A oposição se refere à fonte do conhecimento e não aos objetos. Como Bacon, Descartes tem, claro, o objetivo de domínio sobre a natureza, pelo qual

“era possível chegar a conhecimentos muito úteis para a vida, encontrando uma filosofia prática pela qual o conhecimento da força e ações do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e dos demais corpos que nos rodeiam, permitiriam aproveitá-las para todos os usos para os quais são próprias, nos tornando donos e possuidores da natureza, disfrutando sem nenhuma pena dos frutos da terra”.

Descartes parte de princípios gerais para, posteriormente, utilizar a dedução. Em seu *Discurso do Método*, de 1637, faz uma análise do método, para o qual define quatro regras universais:

1. Não admitir como verdade nada que não seja evidente.
2. Cada dificuldade deve ser dividida em tantas partes quanto seja possível e necessário para poder resolvê-las.
3. Ir sempre do simples ao complexo.
4. Fazer descrições tão completas e contagens tão gerais, para que se tenha a segurança de não esquecer nada.

Como ponto de partida, a opção pela dúvida metódica foi levada à radicalidade, chegando próximo ao ceticismo. Descartes também confiava no saber como verdade absoluta, expressado com o célebre *cogito ergo sum* (penso, logo existo), admitido como o primeiro princípio da filosofia que buscava. A dúvida cartesiana é a pura expressão de uma atitude de desconfiança e de cautela, exigindo evidência indestrutível, mas principalmente é um método de pesquisa positiva, pois a afirmação que sobrevive aos ataques da dúvida metódica, levada aos extremos do rigor, é a verdade buscada e servirá de sólido fundamento para o descobrimento de outras verdades.

Positivismo: Auguste Comte (1798 – 1857)

Do ponto de vista epistemológico, o conceito de positivismo está muito relacionado com o modo de entender a natureza do saber e do conhecimento. O conhecimento positivo é proveniente dos sentidos e define que os fatos são os únicos objetos possíveis de conhecimento. O positivismo de Comte, nascido na atmosfera cultural da burguesia industrial, estabelece uma série de afirmações com pretensão de verdade e uma teoria da realidade que trata da ruptura da antiga unidade social e do desajuste e crise da sociedade, como consequências da Revolução Francesa e da situação criada pela industrialização.

Frente à sociedade do antigo regime, baseada em princípios teológicos e regida pelos sacerdotes ou teólogos e pelos militares, a sociedade industrial se funda sobre a ciência. São os sábios e os cientistas os responsáveis por sua direção espiritual. O desaparecimento de um tipo de sociedade e o surgimento de outra é o que constitui o estado de crise da época de Comte.

Com sua ideologia, o processo industrial estava destinado a ser o marco da Nova Ordem Social. O processo de industrialização implica que o homem não só pode, mas tem que transformar a natureza, o que significa a potenciação de uma razão prática dominadora, atitude assinalada por Bacon e prosseguida pelo lema cartesiano: “conhecer para dominar, dominar para apropriar-se”.

O positivismo assume a fé no progresso da ciência como única forma de conhecimento válido. A ciência proporciona um conhecimento puramente descritivo, que deve estender-se a todos os campos do saber, incluindo o homem. Para ser autêntico, todo conhecimento deve ser fundado na experiência e toda proposição não verificável empiricamente deve ser erradicada da ciência. O positivismo foi uma espécie de purificação da atividade intelectual (pelo menos para seus defensores). O rigor, a honestidade, a assética prudência dos cientistas é o que o positivismo pretendeu levar a toda atividade intelectual. Contudo, é inegável, que essa

intenção derivou para o reducionismo e exageros científicos, hoje objeto de críticas.

Neopositivismo: Círculo de Viena

Historicamente, a constituição de uma teoria da ciência como disciplina filosófica autônoma é devida a um grupo de filósofos e cientistas que, na década de 1920, reuniu-se em Viena, Áustria. O grupo, conhecido como Círculo de Viena, fundou uma das mais influentes e poderosas correntes filosóficas e epistemológicas: o neopositivismo, também conhecido como empirismo lógico ou positivismo lógico. A autocrítica e a honestidade intelectual, características do grupo, impuseram uma série de revisões e de modificações em suas posições, ao longo dos anos.

De 1930 a 1940, quando o neopositivismo ganhava maior força, o Círculo de Viena já estava em processo de dissolução. Alguns aceitaram cátedras no exterior, dois faleceram (um assassinado por um discípulo fanático), e os outros, apesar de pouca atividade política, por seu temperamento crítico e científico, tornaram-se suspeitos ante aos governos clericais de direita e mais ainda ante aos nazistas, sendo a maioria obrigada a se exilar.

Entre as características mais importantes do neopositivismo, está a intenção de unir o empirismo com a lógica formal simbólica; a tendência antimetafísica, expressada na questão da verificabilidade dos enunciados como critério de significância; e o desenvolvimento da tese da verificação.

A intenção do Círculo de Viena foi dotar a filosofia com os instrumentos da lógica matemática. Na verdade, um método rigoroso de controle de seus resultados, da mesma maneira que o desenvolvimento das ciências naturais, na época, estava ligado à matemática. A completa eliminação da metafísica era a razão para que o Círculo de Viena estivesse vinculado ao positivismo.

Esse ideal de ciência, utilizado com êxito na física, foi proposto também para as ciências sociais. Era a tese do fisicalismo, um

programa de unificação da ciência que negava a existência de diferença entre as ciências naturais e as ciências sociais.

Seguindo a tradição empirista, os neopositivistas eram partidários do método indutivo: observação de grande número de casos favoráveis, diretamente na realidade, por meio da experiência e da verificação de hipóteses. Entretanto, enfrentaram um problema lógico: a acumulação de casos favoráveis não é suficiente para a verificação de modo conclusivo de enunciados ou hipóteses, pois sempre estará aberta à possibilidade de que um único exemplo negativo os refute.

O exemplo clássico dessa impossibilidade lógica é o do cisne negro; ainda que todos os cisnes conhecidos sejam brancos, sempre existe a possibilidade de que surja um diferente. Isso quer dizer que a busca do conhecimento verdadeiro, objetivo, é algo impossível de ser alcançado do ponto de vista lógico.

Racionalismo crítico: Karl Popper (1902 – 1994)

Karl Popper assinala dois problemas à epistemologia: o do conhecimento do sentido comum e o do conhecimento científico. Como alguns filósofos, aceita que o conhecimento científico só pode ser uma ampliação do conhecimento do senso comum, mas que a coincidência acaba aí. Popper centra suas preocupações epistemológicas no desenvolvimento e no aumento do conhecimento científico e desenvolve o racionalismo crítico em oposição aos critérios neopositivistas de busca da verdade na ciência.

Em lugar da impossibilidade lógica de se chegar ao conhecimento verdadeiro pela verificação de hipóteses, Popper propõe a falsabilidade como opção. Como as incoerências do princípio da indução e as diversas dificuldades da lógica indutiva – o que denominou problema da indução –, eram insuperáveis, propôs a contrastação dedutiva de teorias ou método dedutivo de contrastação.

O método de contrastar criticamente as hipóteses – e de escolher uma entre elas – parte da apresentação de hipóteses provisórias. Uma vez apresentada a título provisório uma nova ideia ou hipótese, a contrastação permite que se extraiam conclusões provisórias sobre elas. Ou seja, o conhecimento será sempre provisório, nunca definitivo nem verdadeiro. Dito de outra maneira, Popper não exige que um sistema científico possa ser selecionado de uma vez por todas, para sempre, em sentido positivo; mas que seja suscetível de seleção num sentido negativo por meio de contrastes ou de provas empíricas provisórias. Ou ainda, pela experiência, sempre será possível refutar um sistema científico empírico, nunca afirmá-lo em sentido positivo.

Para Popper, a ciência nunca persegue a ilusória meta de que suas respostas sejam definitivas. Seu avanço é o de descobrir incessantemente problemas novos, mais profundos e mais gerais, e de submeter as respostas (sempre provisórias) a contrastações constantemente renovadas e cada vez mais rigorosas. Para alcançar esse ideal, é necessário fugir da especialização estreita e da fé obscurantista na destreza singular dos especialistas, seus conhecimentos e autoridades pessoais, tão de acordo com a destruição da própria racionalidade.

A proposta de Popper tem importantes implicações na produção do conhecimento agrário, baseado no método indutivo e na experimentação repetitiva como fonte de conhecimento válido (em muitos casos, até hoje a experimentação continua sendo o principal instrumento metodológico na produção do conhecimento). Pesquisadores formados dentro dessa tradição metodológica têm dificuldades em entender a provisoriedade do conhecimento, pois foram treinados para que o conhecimento obtido experimentalmente e submetido ao rigor dos testes estatísticos represente a única fonte de conhecimento válido. Ou seja, resultados assim obtidos constituem a “verdade”.

A dificuldade em adotar posturas epistemológicas, como a do falseamento de hipóteses, permite afirmar que, em muitos casos, a produção do conhecimento agrário ainda encontra-se numa etapa

pré-popperiana: só consegue trabalhar com a “certeza”, sendo incapaz de conviver com a dúvida ou com o provisório.

A nova filosofia da ciência

A nova filosofia da ciência incorpora elementos históricos, contextuais ou compreensivos na explicação da atividade científica, rechaçando as teses fundamentais do positivismo ou empirismo lógico: existência de uma base empírica teoricamente neutra; a importância exclusiva do contexto da justificação, onde são manejados técnicas e métodos de pesquisa; e o caráter acumulativo do desenvolvimento científico. Os principais autores dessa concepção compartilham, mais ou menos, algumas teses que caracterizam o que se pode chamar ciência pós-empírica ou pós-positivista:

A história da ciência é a principal fonte de informação para construir e colocar à prova os modelos sobre a ciência: frente à análise lógica, adquire importância o desenvolvimento histórico para a compreensão do conhecimento científico.

Não existe uma única maneira de organizar, conceitualmente, a experiência. Todos os fatos estão carregados de teoria.

As teorias científicas são construídas e avaliadas sempre em marcos conceituais mais amplos. Pressupostos e interesses definem os espaços para a ação. Os paradigmas, programas de pesquisa, tradições de investigação, domínios ou teorias globais, segundo diferentes autores, operam com significados similares.

Os marcos conceituais mudam e, por isso, buscam-se marcos suficientemente profundos e duradouros.

O desenvolvimento da ciência não é linear nem acumulativo. A ciência não é uma atividade totalmente autônoma.

Os modelos de desenvolvimento científico não têm base neutra de contrastação e a racionalidade científica não pode ser determinada a priori.

A nova filosofia da ciência estuda as propriedades dos paradigmas, programas, tradições, domínios, etc. – unidades de análise superiores às teorias científicas –, com a finalidade de explicar a evolução do conhecimento científico, cuja ocorrência só tem sentido em contextos determinados; definidos exatamente por, e no âmbito, de tais unidades estáveis de ordem superior, e que proporcionem a perspectiva conceitual necessária para determinar as questões que devem ser pesquisadas, e qual é o conjunto de respostas aceitáveis.

Ainda que possam ser mencionados autores como Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Larry Laudan – o autor da *Nova Filosofia da Ciência* que causou maior impacto e comoção – foi, sem dúvidas, Thomas Kuhn.

Kuhn apresenta uma visão da atividade científica, referindo-se, principalmente, a sua evolução histórica, bastante diferente das concepções empiristas e racionalistas. Desmonta a ideia de neutralidade na ciência e o caráter fictício dos processos verificacionistas ou falsacionistas, assim como o conjunto de regras sobre o qual estava assentada a racionalidade científica e a concepção de progresso da ciência como atividade essencialmente acumulativa (a ciência varia de uma época para outra).

O consenso necessário para que a atividade científica tenha êxito está baseado em três tipos de elementos:

1. Problema a ser resolvido, o tipo de resposta válida e o método admitido como efetivo.
2. A existência desse acordo e o pensamento dele derivado são o que Kuhn denomina paradigma.
3. Quando apreende um paradigma, o cientista adquire ao mesmo tempo teoria, métodos e normas, quase sempre numa mescla inseparável.

Num determinado paradigma e tendo por base as firmes convicções e os fundamentos adquiridos e reconhecidos pela

comunidade científica, a ciência é denominada ciência normal. Nela, os cientistas utilizam a maior parte de seu tempo em atividades sob a suposição de que a comunidade científica sabe como é o mundo, defendendo suas suposições a altos custos, inclusive com a supressão de inovações fundamentais, para não colocar em risco o *status quo* e os compromissos básicos da categoria.

Em períodos de ciência normal, ocorre acumulação de conhecimentos, mas não grandes inovações científicas ou descobrimento de novos fenômenos. É produzida uma ampliação de conhecimentos sobre fatos reveladores no âmbito do próprio paradigma. Esse ajuste paradigmático, com frequência, ocupa os melhores talentos científicos de toda uma geração.

Quando de alguma maneira a natureza viola o quadro de expectativas induzidas pelo paradigma, surge o que Kuhn denomina anomalia. A identificação de uma anomalia ocorre porque os cientistas conhecem, com precisão, o que se pode esperar dentro do paradigma, ou seja, “quanto mais preciso um paradigma, tanto mais sensível será como indicador da anomalia e, por conseguinte, de uma ocasião para mudança de paradigma”.

Quando a situação anômala persiste, transforma-se em crise científica, primeiro passo para o surgimento de uma revolução científica. Dito de outra maneira, a própria ciência normal prepara o caminho para sua mudança, ou uma crise no paradigma é a indicação de que chegou a hora de redesenhar as ferramentas ou mudar o rumo na atividade.

Kuhn considera como revoluções científicas os períodos quando não ocorre acúmulo de novos conhecimentos e que levam a que o antigo paradigma seja substituído completamente ou em parte, por outro novo e incompatível.

Nos períodos revolucionários, ocorre mudança nos compromissos profissionais, provocada pela pressão de anomalias que subvertem a tradição de práticas científicas, dando início a pesquisas extraordinárias que conduzem à adoção de um novo marco referencial para a atividade científica, com reestruturação nos

acordos de grupo da parcela da comunidade que segue o novo caminho.

O início da revolução científica ocorre a partir da dissidência de um segmento da comunidade científica, às vezes pequeno, que compreende que o paradigma já não é suficiente para a elucidação de todos os temas que o próprio paradigma havia indicado.

A situação revolucionária não é consensual. Só é percebida como tal, por aqueles que sentem seus paradigmas afetados por ela. Para os observadores externos, pode parecer apenas que o processo de desenvolvimento científico segue, normalmente, seu curso.

Até aqui, realizamos uma espécie de desconstrução epistemológica da ciência convencional, preparando o caminho para apontar as bases epistemológicas da agroecologia. Por se tratar de uma tarefa não acabada, neste texto apresenta-se um recorte do discurso de autores contemporâneos que têm tratado do assunto, alguns com mais especificidade.

Na construção da epistemologia da agroecologia, tem lugar alguns aportes isolados, provenientes da epistemologia e da ciência convencional. Isso significa que a agroecologia ainda não pode ser considerada como um novo paradigma, como algo puro e acabado, que represente uma ruptura e que oriente a produção e a circulação do conhecimento na agricultura.

O que está acontecendo – e pode ser notado facilmente – é a explosão de anomalias no interior do paradigma convencional. A consolidação da agroecologia como novo paradigma poderá vir a ocorrer, mas depende de esforço intelectual, prática política, ajustes institucionais, entre outras coisas. Assim mesmo, espera-se que este texto possa contribuir na tarefa dessa construção.

Debates contemporâneos sobre a ciência

Os debates contemporâneos sobre a ciência representam um esforço de muitos cientistas na crítica da ciência convencional; na construção de alternativas para a própria ciência; e uma nova forma de orientar sua relação com a sociedade, tornando-a mais democrática e menos excludente. Como essas propostas estão na fonte de inspiração da agroecologia, aqui são postas a favor da construção da sua base epistemológica.

Contextos da pesquisa e pluralidade na ciência

A análise da ciência não deve permanecer restrita ao campo das ideias e dos interesses, externos à ciência (contexto da descoberta) ou aos fatores internos à ciência (contexto da justificação epistemológica). A ciência é também, uma atividade prática, de intervenção e de transformação do mundo. Por isso, na prática científica é necessário considerar, pelo menos, quatro contextos:

Contexto do ensino da ciência – Ainda que não participe da atividade científica, todo ser humano, em sua fase de formação, é confrontado a uma representação pré-constituída sobre a ciência. Nesse contexto, ocorrem duas ações básicas: ensino e aprendizagem, com domínio absoluto da ciência normal. O que importa é a comunicabilidade, a publicidade e o cosmopolitismo.

Contexto da inovação – Onde tem lugar a produção do conhecimento teórico, empírico e técnico, mas também a construção de artefatos de uso prático, como resultado da aplicação da ciência. Nesse contexto, é diluída a separação entre ciência básica e aplicada. Os critérios que importam na inovação são generalidade, coerência, consistência e validade.

Contexto da avaliação científica – Onde ocorre a aplicação dos métodos e do instrumental analítico, e a contrastação com outros membros da comunidade científica. É nesse contexto que ocorre o trânsito entre o experimento e o congresso. São critérios: a evolução do processo científico (mas não só) também importa como poderia ter sido o que pode suscitar uma crise ética e de valores nos cientistas.

Contexto da aplicação da ciência – Onde aparecem a utilidade social e a eficiência econômica, geridas pelas políticas públicas de C&T e os juízos da sociedade, em geral.

A contradição entre conceitos e finalidades contrapostos deve remeter, também, para a análise da contradição entre a equidade e a justiça social, e a produtividade e o lucro, por exemplo. Esse é um problema que a ciência convencional eliminava por meio de pressupostos falsos, como os da neutralidade e da objetividade da ciência.

Nova aliança entre homem e natureza

A nova aliança entre o homem e a natureza é proposta por Prigogine e Stengers (1994), para a construção de um novo diálogo experimental que substitua o cientificismo triunfante, a busca da verdade absoluta, e que permita o ressurgimento da dúvida e da incerteza. Para isso, seria necessária uma nova interrogação científica com a redescoberta da complexidade, que permitisse passar do determinismo ao pluralismo científico, da cultura científica clássica ao humanismo como referente.

São considerados traços dessa nova aliança a reabilitação da desordem e do acaso; a fuga do óbvio para a reflexão sobre o que é dado como certo e natural, mas que na verdade pode ocultar coisas que ignoramos ou desconhecemos (ou seja, é preciso ir além da aparência, para penetrar na essência das coisas e dos fenômenos).

Além disso, a ciência não pode ser válida somente dentro da comunidade que comparte os critérios de validade, assim como a objetividade da ciência não é independente do observador que a produz. Qualquer coisa que destrua ou limite a aceitação e a compreensão da diversidade, desde a presunção da posse da verdade até a certeza ideológica, destrói ou limita o fenômeno social, inclusive o científico, que não ocorre sem a aceitação dialógica e dialética do outro e da diferença.

Portanto, essa necessidade de repensar todos os tipos de relações, inclusive no campo da produção do conhecimento científico, acaba levando à introdução de novos valores, como a ética e a história no cotidiano dos cientistas. A esse novo quadro referencial Maturana e Varela (1996) denominam de “o conhecimento do conhecimento”. O conhecimento sobre o conhecimento é o que nos obriga a manter atitude de vigília contra a tentação da certeza, pois ao saber que sabemos não podemos ignorar nem negar o que sabemos.

Pertinência de um paradigma mais flexível na ciência

Este é um tema que tem merecido a atenção de muitos autores. Neste texto, estão referenciados os que têm trabalhado o tema de forma mais aproximada ou mais tangível ao que interessa para o campo da agroecologia, entre eles Miguel Martínez Miguelez, Boaventura de Sousa Santos, Fritjof Capra e Francisco Garrido.

As características do novo paradigma

Para Miguelez (1988, 1993), o ponto central no novo paradigma é a superação das cinco antinomias fundamentais (contradições inerentes a um conceito) dominantes na ciência ocidental:

Sujeito/Objeto – No processo científico, não se pode isolar o processo da observação do observador e do observado.

Linguagem/Realidade – É muito difícil expressar novas ideias a partir de velhos esquemas ou sistemas conceituais.

Partes/Todo – A ciência convencional está fundada, principalmente, no estudo das partes, ignorando que o todo é sempre maior que a soma delas.

Filosofia/Ciência – Os cientistas convencionais são avessos ao exercício filosófico, mas quando um cientista não filosofa explicitamente, o faz implicitamente, e aí o faz mal.

Liberdade/Necessidade – É mais cômodo alojar-se em compartimentos conceituais aceitos, fugindo da incerteza cognitiva ou da dúvida sistemática.

Os postulados fundamentais para mudar a estrutura e o processo científico tradicional são quatro:

1. **Tendência à ordem nos sistemas abertos** – Modelo de compreensão da realidade que explica a tensão na transformação. Hoje, as teorias da bifurcação e das estruturas dissipativas são utilizadas em vários campos, como no estudo do caos do trânsito.
2. **Metacomunicação da linguagem** – É impossível captar a realidade a partir de uma abordagem única. Às vezes, a expressão não verbal explica o inexplicável.
3. **Princípio da complementariedade** – Não explicar nada a partir de preconceitos ou de uma única visão de mundo. O sujeito deve assumir protagonismo em sua dimensão histórica.
4. **A superação do sentido restrito da comprovação empírica** – O procedimento rigoroso, sistemático e crítico permite compreender um mundo em transição. Para Martinez Miguelez, à academia compete indicar como viver na incerteza, sem cair na paralisação ou no imobilismo da dúvida. Os ambientes acadêmicos não podem ficar entre a confusão epistemológica e a feliz ingenuidade.

Transição para uma ciência pós-moderna

Santos (1995a, 1995b) critica a separação entre sujeito epistêmico e sujeito empírico, propondo a segunda ruptura epistemológica. Para ele, são quatro as características dessa ruptura, que por seus efeitos representaria, também, uma transição na ciência.

Característica 1 – Deixou de ter sentido a distinção entre ciências sociais e ciências naturais, todo o conhecimento científico natural é científico social.

Característica 2 – Todo o conhecimento é local e total; constitui-se a partir da pluralidade metodológica; e sua pauta é temática em vez de disciplinar.

Característica 3 – Todo o conhecimento é também autoconhecimento. É necessário conhecer para saber viver e não só para sobreviver.

Característica 4 – Todo o conhecimento científico deve constituir-se em conhecimento comum, dialogando com outras formas de saber e deixando-se interpenetrar por elas. A dupla ruptura epistemológica proposta por Santos propõe uma ciência prudente e um sentido comum esclarecido, dando lugar a outra forma de conhecimento e a uma nova configuração para o saber, que sendo prático não deixa de ser esclarecido e que sendo sábio não deixa de ser democraticamente distribuído. Ou seja: inclui a relação entre a ciência e a sociedade como um componente da atividade científica, ainda que complexa².

Paradigma ecológico

O conceito de paradigma ecológico, proposto por Capra (1992), vai além dos conceitos sistêmico ou holista, que podem ser aplicados, por exemplo, a uma bicicleta. O paradigma ecológico enfatiza a vida, o mundo em que vivemos e as relações que nele existem. Implica uma visão além do mero ambientalismo, transcende a estrutura científica e requer nova base filosófica e ética.

Capra amplia o conceito de paradigma de Khun, da ciência para o âmbito da sociedade, passando a representar um conjunto de valores, conceitos, percepções e práticas compartilhadas socialmente e determinando a própria forma de organização da sociedade. Para esse autor, se a ciência fosse mais democrática, refletiria melhor a

necessidade e a vontade da sociedade, implicando, por exemplo, em mais recursos para a ecologia e menos para a biologia molecular e a engenharia genética.

Segundo Capra, os critérios do Novo Paradigma, devem contemplar:

Da parte ao todo – As propriedades das partes só podem ser compreendidas a partir da dinâmica do conjunto.

Da estrutura ao processo – Cada estrutura é considerada como manifestação de um processo subjacente, não sendo a interação entre as estruturas, o que gera os processos.

Da ciência objetiva à ciência epistemológica – A observação é dependente do observador, portanto as descrições científicas não são objetivas, independentes do processo de conhecimento.

Do pontual à rede – O conhecimento deve ser representado como uma rede de relações sem hierarquia, e não como construção de leis e princípios explicados individualmente.

Da verdade ao conhecimento aproximado – Os cientistas devem substituir a busca da verdade absoluta e da certeza por descrições aproximadas e limitadas da realidade (nesse ponto, Capra revela aproximação à epistemologia proposta por Popper).

Para Garrido Peña (1996), o novo paradigma é antitotalitário, ao abdicar do exclusivismo e da hegemonia, é pluralista; é dialógico, ao pretender recuperar o diálogo como reconhecimento da diferença; é termodinâmico, ao aceitar as relações entre ordem e desordem, entre o caos e o erro. Supõe cosmovisão pluralista, difusa, dinâmica, gradualista e não linear da natureza e do real.

Além disso, é pós-tecnológico, onde o essencial no modo técnico é o modo e não a técnica em si. Isso significa recuperar a essência da técnica, liberando o modo da servidão tecnocrática. Longe de ser antitécnico, o paradigma ecológico é um modo emancipatório da evolução da racionalidade técnico-instrumental para uma racionalidade baseada no ser humano (o que representa a própria

humanização da técnica, tema abordado, também, por Habermas (1994).

A articulação entre conhecimento científico e cotidiano

Epistemologia natural

Na discussão sobre a pertinência de um paradigma mais flexível na ciência, um tema que tem merecido atenção crescente é a articulação dos conhecimentos científicos com os saberes cotidianos. Nesse campo, a importância da estrutura dos conhecimentos tradicionais, levando em conta a relação do homem com a natureza, sem promover degradação ambiental, e a validade desses conhecimentos na construção de programas de desenvolvimento sustentável são vistas como alternativas importantes e inclusive como base de sustentação para a pesquisa em agroecologia.

Entretanto, a articulação de conhecimentos oriundos de bases epistemológicas diferentes não é assim uma coisa tão fácil, ainda que às vezes pareça demasiadamente óbvia. Em primeiro lugar, é necessário caracterizar a diferença entre o conhecimento letrado e o conhecimento cotidiano, lembrando que o conhecimento letrado é um produto do que se caracteriza como atividade científica, obtido geralmente com o experimento e que circula por meio de um texto.

Já o conhecimento cotidiano é produto tanto da acumulação pessoal, como do acúmulo das sucessivas gerações, e sua circulação depende diretamente, da memória e da sabedoria. Iturra (1993) define essa forma de produção e de circulação de conhecimentos como epistemologia natural, o que significa que esses conhecimentos ou saberes cotidianos são dotados de valor epistêmico e de grande importância para a própria produção de conhecimento científico. Assim, pode-se afirmar que, na ciência, predomina o saber; na sabedoria, o conhecer.

Na agricultura familiar, o conhecimento tradicional depende de reprodução em dois sentidos: do surgimento de novas pessoas e do aprendizado sobre o modo de reprodução que as caracteriza. Ou seja, sua circulação depende do contato direto entre os atores sociais, num contexto histórico e cultural.

Fenômenos como êxodo ou diáspora, quando ocorrem, provocam também uma ruptura, ao interromper o ciclo. Isso também é o que tem ocorrido nos processos de invasão cultural e de lavagem cerebral, impostos pela ideologia da civilização urbana industrial, baseada em duas premissas falsas: superioridade dos técnicos e pesquisadores sobre a cultura rural (atrasada) e a ideia de que a ciência representa a única forma de conhecimento válido, transformada em ideologia e em mecanismo de dominação.

A utilização do conhecimento, proveniente da epistemologia natural, é explicada por Toledo (1992, 1993) por meio dos conceitos de corpus, ou repertório de símbolos, conceitos e percepções sobre a natureza, e práxis, conjunto de operações práticas utilizadas na apropriação material da natureza. Assim, o corpus está contido tanto na memória de um agricultor, individualmente, como na memória de uma geração, e circula por acúmulo histórico.

Já a práxis é a prática cotidiana que tem permitido aos agricultores, como grupo social, sobreviver ao longo do tempo. Portanto, a epistemologia natural é constituída de corpus e de práxis (da sabedoria dos agricultores).

Epistemologia evolucionista

O conceito de coevolução indica que os sistemas naturais evoluem em resposta às pressões culturais e tendendo a refletir valores, visão de mundo e organização social das populações de um determinado local. Por sua vez, o sistema social evolui na seleção de possibilidades, respeitando o ecossistema e refletindo estabilidade no manejo das opções oferecidas pelo sistema natural. Esse conceito foi formulado por Norgaard (1995), que também

propôs, talvez pela primeira vez, as premissas epistemológicas para a agroecologia.

Para ele, são seis essas premissas:

- Os sistemas sociais e ecológicos têm potencial agrícola.
- Esse potencial foi captado pelos agricultores tradicionais, por um processo de prova e erro, seleção natural e aprendizagem cultural.
- Os sistemas sociais e ecológicos coevolucionaram cada um mantendo dependência e semelhança com relação ao outro, o que gera uma dependência estrutural. O conhecimento incorporado nas culturas tradicionais estimula e regula a retroalimentação do sistema social para o ecossistema.
- A natureza do potencial dos sistemas sociais e biológicos pode ser melhor compreendida usando-se o atual estoque de conhecimentos científicos, o que permite compreender como as culturas agrícolas tradicionais captaram e utilizaram esse potencial.
- O conhecimento científico objetivo, o conhecimento desenvolvido nos sistemas tradicionais, o conhecimento e algumas inovações desenvolvidos pela ciência agrícola moderna e as experiências e tecnologias geradas por instituições agrícolas convencionais podem ser combinados para melhorar significativamente ambos ecossistemas, o tradicional e o moderno.
- O desenvolvimento agrícola por meio da agroecologia manterá mais opções ecológicas e culturais para o futuro e trará menores efeitos perniciosos para a cultura e o meio ambiente do que a tecnologia agrícola moderna por si só.

Participação dos atores sociais implicados

Epistemologia política

A constatação de que a ciência normal, no sentido de Thomas Khun, não resolveu os problemas da “modernidade” (ao contrário, em alguns casos, é justamente esse modelo de ciência que está na base dos problemas), levou a Funtowicz e Ravetz (1993, 1996) a desenvolverem o conceito de ciência pós-normal. A ciência pós-normal não pretende neutralidade ética nem ignora as consequências políticas do uso da ciência na sociedade moderna, como defendem empiristas, racionalistas e positivistas. Simplesmente pretende um tipo de “*ciencia con la gente*”.

Na resolução de problemas complexos, não basta superar as incertezas cognitivas. A elas somam-se as incertezas éticas derivadas dos valores conflitivos da sociedade. O manejo da incerteza pode tomar o caminho da incerteza técnica, que pode ser resolvida pela ciência normal, ou ciência aplicada, da incerteza metodológica, quando se introduzem aspectos de valor e depois se trabalha tecnicamente, como por exemplo nas consultorias de profissionais especializados; e da incerteza epistemológica, quando a incerteza é essencialmente ignorância: pensamos que as coisas são assim, ou aceitamos acriticamente que sejam assim, mas podem ser completamente diferentes.

Este é o campo da ciência pós-normal. Nele, é necessário, sobretudo, evitar a falsa certeza, como no caso dos agrotóxicos, onde se supunha que seguir as indicações técnicas do fabricante era suficiente para o uso seguro. Agora, muito tempo depois, foram descobertos os feitos colaterais, lentos mas letais.

A ciência pós-normal é recomendada para sair do reducionismo dominante nas “comunidades restringidas de pares”, levando a tomada de decisão para o âmbito das “comunidades estendidas de pares”, por meio do debate mais amplo com toda a sociedade. Ou seja, promovendo democratização na produção e na circulação do conhecimento, exatamente como proposto na agroecologia.

Epistemologia da participação

Um dos temas defendidos no âmbito da transição paradigmática, e que pode ser incluído no espectro da base epistemológica da agroecologia, é a participação dos atores sociais implicados. Sinteticamente, a partir de Campos (1990), pode-se afirmar que:

- A oposição entre conhecimentos científico e tradicional e participação é falaciosa. O problema reside em esclarecer as condições epistêmico-metodológicas, que permitam a integração de saberes de forma não subordinada.
- A incorporação de modos de conhecimento baseados na experiência, não considerados de forma passiva, permite superar problemas metodológicos, teóricos e técnicos, provocados pela mediação racional científica, que normalmente tende a filtrar ou adaptar os outros conhecimentos a seus esquemas, empobrecendo-os.
- A participação não é somente um método, ainda que seja verdade que seus mais sérios problemas ocorram no plano epistemológico. Teorizar e ir para a prática são coisas inseparáveis.
- Os diversos tipos de conhecimentos não têm atributos específicos que os tornem superiores ou inferiores uns aos outros. Todos os conhecimentos estão inseridos na realidade complexa, contraditória e diversa, constantemente sob intervenção do ser humano.
- A tomada de posição frente à realidade estudada é inseparável da prática científica, portanto, a neutralidade axiológica é uma falácia. O desafio na ciência não é negar ou eliminar posições comprometidas, mas manter vigilância para evitar que as posições individuais interfiram impropriamente no processo do conhecimento.
- A articulação crítica entre o conhecimento científico e os saberes populares, historicamente cindidos e às vezes antagônicos, implica em enfrentar a alienação e a ignorância que se alojam na cultura popular e as distorções e reducionismo do conhecimento científico. Não se pode

admitir nem o conhecimento científico como instrumento de dominação nem a valorização condescendente e paternalista do saber popular.

- A articulação entre teoria e prática deve ocorrer sem que a primeira conduza retilínea e mecanicamente à segunda, nem que a segunda represente um critério mecanicista de verdade. Toda a teoria deve ser o aspecto consciente da prática e toda prática deve ser objeto de elaboração crítica.

O pluralismo epistemológico na agroecologia

A partir da reconstrução crítica de algumas concepções teóricas sobre o conhecimento, resgatam-se alguns elementos que permitem fundamentar a proposta de um pluralismo metodológico para a produção do conhecimento agrário, como parte da base epistemológica da agroecologia. A referência ao método, pelo uso do adjetivo metodológico, tem um sentido amplo, não só relativo às técnicas de pesquisa, ainda que também a elas nos referimos. O pluralismo que se propõe para o método também aponta em várias direções e não só a uma. Com a expressão pluralismo metodológico, nos referimos aos seguintes aspectos:

- Pluralidade de contextos e soluções para a produção e a circulação do conhecimento agrário.
- Abertura aos conhecimentos e técnicas agrícolas tradicionais como fonte de conhecimentos e práticas válidas.
- Implicação do contexto social e suas demandas na produção e na circulação do conhecimento agrário.
- Combinação de técnicas de pesquisa variadas, quantitativas e qualitativas, numa perspectiva interdisciplinar.

Para a tentativa de construção de um marco geral para o pluralismo metodológico e epistemológico, destacam-se alguns elementos e concepções teóricas. Algumas estão diretamente relacionadas com as questões sociais, ambientais, econômicas, técnicas ou metodológicas que envolvem a produção e a circulação do conhecimento agrário ou a convivência e a relação entre o ser humano e a natureza. Outras são de conteúdo mais teórico. Sem dúvida, para quem exerce atividades no campo da ciência e tecnologia, não será difícil estabelecer a conexão com suas próprias práticas, ainda que alguns se situem, pela própria influência do paradigma dominante, distanciados da reflexão teórica.

Heisenberg e Bachelard já haviam apontado a ação específica que o observador exerce sobre o objeto de sua observação. Na ciência contemporânea, esta ganha corpo: Habermas (1994), propõe sair da pretendida relação asséptica entre o sujeito da observação (o pesquisador) e o objeto investigado, para uma relação intersubjetiva, entre sujeitos que dialogam no processo da produção do conhecimento, trazendo a ciência para esse mundo em que as coisas acontecem: o mundo da vida dos homens, onde a relação entre iguais deveria ser fundamentada pela ação comunicativa entre os sujeitos. E, como não existe o conhecimento desinteressado, é necessário situar o observador-pesquisador dentro e em relação com a sociedade, explicitando qual seu papel como ator social.

Assim, as contribuições de Kuhn, ainda que de grande interesse para a compreensão da organização da prática científica e para a explicação do desenvolvimento da ciência, são limitadas por não terem mencionado o papel dos cientistas na organização da sociedade. Diversos autores enfatizam a atividade dos cientistas e o papel que desempenham como atores em papéis relevantes para as mudanças sociais ou para a manutenção da ordem dominante. Atualmente, é impossível desconsiderar que saber é poder e que a ciência é uma categoria que tanto pode estar a serviço da construção de sujeitos sociais como da sua exclusão.

No paradigma em construção, é necessário esquecer a busca da objetividade e da neutralidade como pretenderam os positivistas, em seus diferentes matizes. Sob a influência do positivismo, os sociólogos e os teóricos da ciência têm debatido a questão da objetividade do conhecimento a partir do modelo das ciências naturais, que exige observação quantitativa dos fenômenos e privilegia a indução na construção das teorias. Nessa perspectiva, o momento da investigação não é problematizado em sua dimensão social, sendo considerado como simples registro dos dados e garantia da neutra objetividade.

Contra essa ilusão, é oportuno destacar que os métodos e técnicas de investigação, junto com os conceitos e teorias, são os instrumentos de produção do conhecimento concreto, e a eleição de um determinado conjunto de instrumentos ou métodos que assegura, de antemão, os resultados a serem obtidos. Ou seja, no mesmo marco geral da crise da ciência e da sociedade modernas está inserida a crise dos fundamentos da moderna ciência. Não só objetividade, coerência lógica e neutralidade são criticadas epistemologicamente. A relação da ciência com outras formas de conhecimento e a seletividade na apropriação dos resultados científicos e tecnológicos são temas que têm merecido a atenção de muitos cientistas.

A cada dia, está mais difícil o acesso aos resultados de pesquisa, com mais consequências práticas, de forma democrática, dado o interesse econômico por trás das demandas, por um lado, e a vigência de uma ordem político-institucional – que redundou no encapsulamento burocrático das instituições – por outro. Então a mudança de paradigma deve caminhar na direção da abertura para a democracia participativa como forma de superar a assimetria social entre incluídos e excluídos, ensejando oportunidade para a reconstrução de sujeitos sociais, onde tensões e conflitos podem coexistir com a participação e com a diversidade.

Entretanto, como aponta Bachelard (1977, 1996), se não há pergunta não há conhecimento, ou seja, perguntas não feitas e podem permanecer, para sempre, sem resposta. Portanto, se uns

têm a prerrogativa de perguntar e outros não, as respostas produzidas no processo de geração de conhecimento para eles estarão dirigidas. Santos afirma: “Assumir epistemologicamente a verdade social da ciência significa submetê-la à crítica dentro e fora da comunidade científica, evitando que os resultados sejam apropriados somente pelos detentores do poder”.

Portanto, a consideração do social e do humano na ciência e na produção do conhecimento não pode ficar como mera abstração. Significa falar de pessoas que vivem e sofrem todas as consequências dos processos que têm sido motivo de crítica por diferentes autores ao longo deste texto. Contudo, não só falar de relações sociais e ambientais excludentes, mas é preciso tentar mudar a situação de maneira a produzir ciência no “mundo da vida” com e para a “comunidade estendida de pares” (viabilizando a participação da sociedade, de forma ampla), o que também requer introduzir a questão da ética nas pautas das instituições para que seu comportamento não permaneça como o das torres de marfim, comandadas por “comunidades restringidas de pares” (o reduzido grupo que decide o que e o como, uns validando o que fazer dos outros), impregnadas de discursos do tipo “*a tecnologia que serve para o grande também serve para o pequeno*”, ou “*técnica e política são coisas independentes*”.

Feitas essas considerações, é possível caracterizar as linhas gerais para o pluralismo na ciência, na metodologia ou na epistemologia, que ajudam a indicar o caminho para a construção das bases epistemológicas na produção e circulação do conhecimento na agroecologia.

Com a pluralidade de perspectivas epistemológicas e metodológicas, não se pretende a supremacia de categorias sociais ou formas de conhecimento. Não se busca abolir os especialistas e a ciência rigorosa; nem idealiza o popular como fonte de toda a bondade e sabedoria.

Uma proposta plural deve caminhar para pautas temáticas em lugar das disciplinares, reconhecendo que existem alternativas

teóricas na produção do conhecimento e a opção por uma delas não é determinação de critérios internos à própria ciência, mas opção dos pesquisadores.

O pluralismo não representa anarquismo ou ecletismo metodológico. Sua intenção é a de introduzir objetivos sociais na reflexão epistemológica e metodológica, e objetivos teóricos na reflexão social e política. O pluralismo na ciência é compatível com uma perspectiva mais humanista e democrática, contemplando a possibilidade da coexistência de matrizes epistêmicas dentro das mesmas coordenadas sociais e históricas.

Em resumo, os caminhos teóricos até agora traçados indicam que o pluralismo na produção do conhecimento, como base epistemológica para a agroecologia, deve contribuir para superar a ideia de supremacia das ciências naturais sobre as ciências sociais proposta no fisicalismo e o caminho da especialização, como única forma capaz de promover o desenvolvimento na ciência. É necessário adotar não só ações do tipo interdisciplinar ou transdisciplinares como também promover o diálogo de saberes, articulando os conhecimentos científico e tradicional. Ou seja, é preciso superar a concepção de ciência como fonte única do conhecimento válido; os conhecimentos produzidos pela epistemologia natural também representam importante alternativa na recuperação e na manutenção dos recursos naturais ou na construção da sustentabilidade, em suas várias dimensões. Em lugar do conhecimento que permita o domínio da natureza, deve ser introduzida a de cooperação (ou de novo diálogo), entre cientistas, cidadãos e natureza.

A produção do conhecimento deve ser considerada mais como domínio de reflexão do que de prática, ajudando a superar o reducionismo ainda dominante, a ideia da asséptica, mas inexistente neutralidade dos pesquisadores e a falsa concepção de objetividade na ciência. Além disso, a ideia de que a aplicação rigorosa do método, por si só, garante o êxito da atividade científica, é falsa. Não existe esse tal conjunto de regras infalíveis: o bom pesquisador qualifica o método e não o contrário. Também é preciso ir além da

prática da ciência normal, na qual energia e tempo são gastos na pesquisa do que já sabemos. É necessário pesquisar o desconhecido, ainda que isso implique mudanças paradigmáticas (no sentido de Kuhn).

As concepções dominantes na ciência tradicional também devem ser superadas com a adoção e a consolidação de novas posturas teórico-conceituais-metodológicas, relacionadas com as mudanças que estão ocorrendo na ciência e na sociedade. A tendência à captação viciada e seletiva da realidade, condicionada por verdades que trazemos com nossas tradições sociais, culturais, ideológicas, institucionais ou científicas, é incompatível com a prática pluralista e com a democratização de conhecimentos.

É preciso evitar tanto o otimismo tecnológico como o catastrofismo e propor alternativas que contemplem a equidade e a justiça social, além da sustentabilidade. É importante admitir que todo conhecimento, como construção social, é interessado e está impregnado por questões éticas e ideológicas. Em lugar de consenso científico excludente, é preciso abrir-se e conviver com o conflito e com a diversidade como fatores que contribuem para a consolidação de processos participativos e democráticos.

A base epistemológica da agroecologia não deve ser apoiada nem no simples rechaço, nem na ingênua adoração da ciência: é rechaço do cientificismo e instrumento para promover uma ciência comprometida com a sociedade e com suas necessidades. Essa base, construída a partir do pluralismo metodológico e epistemológico, não significa abolir o procedimento rigoroso, sistemático e crítico nem muito menos a produção de conhecimento de segunda categoria; as mudanças na ciência, conforme delineadas neste texto, são dependentes de especialistas e de instrumentos de pesquisa sofisticados. Isso, entretanto, não supõe a liberdade absoluta do pesquisador. Como outras atividades, a ciência deve ser submetida a algum tipo de controle pela sociedade.

Referências

BACHELARD, G. **Epistemologia**: trechos escolhidos. Rio de Janeiro: Zahar, 1977. 196 p.

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Lisboa: [s.n.], 1996. 125 p. (Edições, 70).

BUNGE, M. **Epistemología, curso de actualización**. Barcelona: Ariel, 1985. 275 p.

CAMPOS, A. Investigación participativa: reflexiones acerca de sus fundamentos metodológicos y de sus aportes al desarrollo social. **Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural**, n. 24, p.129-146, 1990.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1992. 447 p.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. **Epistemología política**: ciencia con la gente. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1993. 94 p.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. La ciencia postnormal: la ciencia en el contexto de la complejidad. **Ecología Política**, Barcelona, n. 12, p. 7-8, 1996.

GARRIDO PEÑA, F. **La ecología política como política del tiempo**. Granada: Comares, 1996. 367 p.

GOMES, J. C. C. **Pluralismo metodológico en la producción y circulación del conocimiento agrario**: fundamentación epistemológica y aproximación empírica a casos del sur de Brasil. 1999. 360 p. Tese (Doutorado)-Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba, Córdoba, 1990.

HABERMAS, J. **Ciencia y técnica como "ideología"**. Madrid: Tecnos, 1994. 181 p.

ITURRA, R. Letrados y campesinos: el método experimental en la antropología económica. In: SEVILLA GUZMÁN, E.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (Ed.). **Ecología, campesinado e historia**. Madrid: La Piqueta, 1993. p. 131-152.

MIGUELEZ, M. Enfoque sistémico y la metodología de la investigación. **Anthropos**, Los Teques, v. 9, n. 1, p. 43-56, 1988.

MIGUELEZ, M. M. **El paradigma emergente**. Barcelona: Gedisa, 1993. 193 p.

MATURANA, H.; VARELA, F. J. **El árbol del conocimiento: las bases biológicas del conocimiento humano**. Madrid: Debate, 1996. 219 p.

NORGAARD, R. B. **Development betrayed: the end of progress and a coevolutionary revisioning of the future**. London: Routledge, 1995. 280 p.

OLIVA, A. A hegemonia da concepção empirista de ciência a partir do Novum Organon de F. Bacon. In: OLIVA, A. (Org.). **Epistemologia: a cientificidade em questão**. Campinas: Papyrus, 1990. p. 11-33.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia**. Madrid: Alianza, 1994. 359 p.

SANTOS, B. de S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Porto: Afrontamento, 1995a. 199p.

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. Porto: Afrontamento, 1995b. 58 p.

TOLEDO, V. What is ethnoecology?: the origins and implications of a rising discipline. **Etnoecológica**, v. 1, n. 1, p. 5-21, 1992. Autor, acrescentar o local de publicação do periódico.

TOLEDO, V. M. La racionalidad ecológica de la producción campesina. In: SEVILLA GUZMÁN, E.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (Ed.). **Ecología, campesinado e historia**. Madrid: La Piqueta, 1993. p.197-218.

Capítulo 4

Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável

Eduardo Sevilla Guzmán

Introdução

Altieri (1977), em seu primeiro manual sistemático, a agroecologia foi definida como sendo “as bases científicas para uma agricultura ecológica”. Seu conhecimento haveria de ser gerado mediante a orquestração das visões de diferentes disciplinas para, mediante a análise de todo tipo de processos da atividade agrária, em seu sentido mais amplo, compreender o funcionamento dos ciclos minerais, das transformações de energia, dos processos biológicos e das relações socioeconômicas, como um todo.

Provavelmente, até agora, na caracterização mais acabada de agroecologia, se desvela, em grande medida, o funcionamento ecológico necessário para se praticar uma agricultura sustentável (GLIESSMAN, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000). Isso sem esquecer da equidade, ou seja, da busca da agroecologia a um acesso igualitário aos meios de vida. A integralidade do enfoque da agroecologia requer, pois, a articulação de suas dimensões técnica e social (SEVILLA GUZMÁN e GONZÁLEZ DE MOLINA, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Nos últimos anos, a agroecologia está virando moda, ao ser utilizada como mera técnica ou instrumento metodológico para compreender melhor o funcionamento e a dinâmica dos sistemas agrários e resolver a grande quantidade de problemas técnico-agronômicos que as ciências agrárias convencionais não conseguem esclarecer. Contudo, essa dimensão restrita – que está conseguindo bastante espaço no mundo da pesquisa e do ensino como um saber essencialmente acadêmico – carece totalmente de compromissos socioambientais. Nessa maneira de entender a agroecologia, as variáveis sociais funcionam para compreender a dimensão entrópica da deterioração dos recursos naturais nos sistemas agrários.

Assim, assume-se a importância, mas não se buscam soluções globais que ultrapassem o âmbito da propriedade ou da técnica concreta que se encontra em questão. Na realidade, essa adulteração da agroecologia ou agroecologia fraca não se diferencia demais da agronomia convencional e não prevê nada, além de uma ruptura parcial das visões tradicionais.

Num sentido amplo, a agroecologia possui uma dimensão integral, na qual as variáveis sociais ocupam um papel relevante, mesmo porque, partindo da dimensão técnica anteriormente assinalada e tendo seu primeiro nível de análise na propriedade agrária, é a partir daí que se pretende compreender as múltiplas formas de dependência que o funcionamento atual da política e da economia provoca nos agricultores. Os outros níveis de análise da agroecologia (GUZMÁN CASADO et al., 2000) consideram como central a matriz comunitária em que se insere o agricultor, isto é, a matriz sociocultural que proporciona uma práxis intelectual e política à sua identidade local e à sua rede de relações sociais.

A agroecologia pretende, pois, que os processos de transição da agricultura convencional para a agricultura ecológica, na unidade de produção agrícola, se desenvolvam nesse contexto sociocultural e político e suponham propostas coletivas que transformem as relações de dependência anteriormente assinaladas. Para tanto, a agroecologia – que por sua natureza ecológica se propõe a evitar a

deterioração dos recursos naturais – deve ir além do nível da produção, para introduzir-se nos processos de circulação, transformando os mecanismos de exploração social (evitando assim a deterioração causada à sociedade nas transações mediadas pelo valor de troca).

A agroecologia aparece assim como desenvolvimento sustentável, ou seja, a utilização de experiências produtivas em agricultura ecológica na elaboração de propostas para ações sociais coletivas que demonstrem a lógica predatória do modelo produtivo agroindustrial hegemônico, permitindo sua substituição por outro que aponte para uma agricultura socialmente mais justa, economicamente viável e ecologicamente apropriada (GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Isso acarreta importantes implicações. O papel destacado que a análise dos agroecossistemas permite às variáveis sociais envolve o pesquisador na realidade estudada, na medida em que este aceita colocar em pé de igualdade com seu conhecimento, o conhecimento local gerado pelos produtores. Além disso, as novas propostas produtivas, em sua dimensão de desenvolvimento social, requerem uma pesquisa/ação participativa que destrua a natureza de objeto estudado normalmente atribuída aos produtores.

Essa imagem do produtor deve ser alterada, pois este, na realidade, representa o núcleo central no traçado e na tomada de decisões no âmbito das referidas propostas. Normalmente, isso desemboca num forte compromisso ético com a solução dos problemas ambientais, mas também dos sociais, como forma perdurável de eliminação. Não é de se estranhar, portanto, que a agroecologia tenha surgido precisamente por meio de uma interação entre os produtores – que rebelam-se diante da deterioração da natureza e da sociedade provocada pelo modelo produtivo hegemônico – e os pesquisadores e professores mais comprometidos na busca de alternativas.

Sobre conceitos de desenvolvimento e desenvolvimento rural no pensamento científico convencional

Em sua definição mais ampla, o conceito de desenvolvimento significa “o despertar das potencialidades de uma identidade, biológica ou sociocultural”. Trata-se de alcançar um estágio superior, ou mais elevado que o anterior, tanto quantitativa quanto qualitativamente. O aspecto quantitativo do desenvolvimento chama-se crescimento, isto é, o aumento natural de tamanho por adição de material por meio de assimilação ou de acréscimo.

A dimensão qualitativa do desenvolvimento refere-se aos aspectos energéticos que permitem o avanço ou a obtenção de maior alcance, o que pode ocorrer, ainda que esta não seja a regra, sem a necessidade de crescimento.

A primeira conceitualização – suficientemente rigorosa, do desenvolvimento – ocorreu em meados do século 18, no âmbito das ciências naturais, quando Caspar Friederich Wolff (1733 – 1734) definiu o desenvolvimento embrionário como o crescimento alométrico (variação das relações entre as partes) até a forma apropriada do ser. Sem utilizar a palavra desenvolvimento, mas aprofundando o conceito e introduzindo nele a noção de avanço para formas mais perfeitas, um século mais tarde, Darwin designou a palavra evolução como sinônimo de desenvolvimento, ao elaborar sua *Teoria da Evolução das Espécies*.

Embora, provavelmente, sua primeira utilização nas ciências sociais tivesse ocorrido no século 14, com Ibn Jadun, inicialmente a teoria sociológica da evolução e sua conceituação mantiveram o legado das teorias evolucionistas da Filosofia da História (desde Giambatista Vico até Herder e Hegel). Contudo, deve-se a Karl Marx o conceito de desenvolvimento ao introduzi-lo no processo histórico.

Não obstante, o pensamento científico liberal aplicou à economia o conceito de desenvolvimento e este passou a adquirir uma forte

dimensão etnocentrista, ao identificar-se a maior plenitude ou superioridade com a trajetória histórica percorrida pela identidade sociocultural ocidental e as formas de produção e consumo por ela elaboradas.

Assim, o desenvolvimento pode ser definido como o crescimento econômico (incremento do produto nacional bruto) acompanhado de uma mudança social e cultural (modernização) que tem lugar numa determinada sociedade, geralmente um estado/nação, como consequência de ações realizadas. Isso significa a elaboração de uma estratégia de planificação da mudança para melhorar a qualidade de vida de sua população.

Compreende-se por modernização, um novo nome para um velho processo: a ocidentalização, isto é, a mudança sociocultural e política que as potências coloniais impunham a suas colônias. Nesse contexto, adquire sentido, a melhor análise até agora realizada, do conceito de desenvolvimento. Tal análise é feita por Gustavo Esteva, quando assinala que o desenvolvimento não pode desligar-se das palavras com as quais se formou – evolução, crescimento, maturação.

Do mesmo modo de que quem a emprega atualmente não pode livrar-se da rede de sentidos que produz uma cegueira específica a sua linguagem, seu pensamento e sua ação. Não importa o conceito que se empregue ou a conotação precisa que a pessoa que o usa queira dar-lhe, a expressão encontra-se qualificada e tonalizada por significados às vezes indesejáveis.

A palavra implica sempre uma troca favorável, uma passagem do simples ao complexo, do inferior ao superior, do pior ao melhor. Indica também que alguém age corretamente porque avança para uma lei necessária, inelutável e universal, para uma meta desejável. Até hoje, a palavra guarda o significado que a ela foi dado há 1 século, pelo criador da ecologia: Haeckel.

Assim, a noção de desenvolvimento tornou-se a palavra mágica com a qual podemos resolver todos os mistérios que nos rodeiam ou, pelo menos, podem nos levar a sua solução. Contudo, para

duas terças partes da população mundial, esse significado positivo da palavra desenvolvimento (profundamente enraizado após 2 séculos de construção social) é um atestado do contrário desse significado. Recordá-lhes uma condição indesejável e indigna. Para escapar disso, esses povos teriam que tornar-se escravos de sonhos alheios (Esteve, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Quando o desenvolvimento não se refere ao conjunto de uma sociedade, mas se concentra em áreas, rurais ou urbanas, nas quais se pretende melhorar o nível de vida de sua população, por meio de processos de participação local mediante a valorização de seus próprios recursos, isso se define como desenvolvimento rural ou urbano.

O primeiro passo para analisar o desenvolvimento rural-urbano consiste em situar o caráter teórico dos esquemas de desenvolvimento que se deseja acionar. Ainda que sempre se aponte como objetivo a melhora do nível de vida da população da área assinalada, por meio de processos de descentralização, participação local e valorização da utilização de recursos próprios, o marco teórico de onde parte tal desenvolvimento é o determinante último da natureza de tais ações.

Lamentavelmente, a maior parte das ações até agora realizadas tem sido implementada desde a perspectiva do liberalismo econômico histórico ou desde o neoliberalismo. É por isso que, em linhas gerais, os resultados obtidos não foram de todo satisfatórios, em relação ao que era desejado.

Além disso, é necessário argumentar que as intervenções não foram sempre marcadas pelo mesmo objetivo: melhorar o nível de vida da população. Desde suas origens, o conceito de desenvolvimento para a periferia esteve sempre associado à ideia de ajuda ou cooperação para o desenvolvimento, provocando uma dimensão de imposição paternalista, de cima para baixo que anulava as possibilidades de participação real da população. Por isso, em muitos casos, tais ações não tiveram mais do que a intenção de assentar as bases de uma nova forma de colonialismo

sutil, que terminava satisfazendo, unicamente, as demandas de expansão dos interesses econômicos dos países centrais (VILLASANTE, 1995).

Durante uma boa parte do século 19 – e até mesmo o início do século 20 –, foi-se configurando, como hegemônico, o modelo produtivo urbano-industrial cuja lógica, de movimentar pessoas para onde se concentrava o capital, foi consolidando uma estrutura de poder que situava o campo e as comunidades rurais numa posição cada vez mais marginal e dependente frente às cidades que viram incrementado seu poder com a hegemonia industrial (FERNANDEZ DURÁN, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Entretanto, as cidades, longe de serem espaços socioeconômicos homogêneos, configuram-se novamente como um centro onde se acumulam a renda e os serviços, e uma periferia constituída por grandes bolsões de pobreza provenientes da migração rural. Tais desequilíbrios foram enfrentados com políticas determinadas a elevar o nível de vida da população do campo, definidas como desenvolvimento rural ou, em certos casos, urbano (LONG, 1977; CASTELLS, 1972).

Noutro momento, interpretamos a trajetória histórica do desenvolvimento rural como a passagem da questão agrária para a questão socioambiental (SEVILLA GUZMÁN e WOODGATE, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000). Assim, Castells (1972, 1998) interpreta o desenvolvimento urbano como a passagem da questão urbana para a questão informacional.

A natureza desses papéis (a agroecologia como desenvolvimento e as limitações de espaço) obriga-nos a centrar-nos no desenvolvimento rural, embora pudéssemos, também, adentrar-nos numa agroecologia como desenvolvimento urbano, com o esboço de estratégias participativas de agricultura ecológico-urbana.

O debate sobre a questão agrária indicava qual deveria ser a natureza de manejo dos recursos naturais e o papel do campesinato no processo histórico. Esse debate encerrou-se em finais do século

19, diante do consenso tanto no interior do pensamento liberal quanto do marxismo, ao redefinir a agricultura como um ramo da indústria e relegar ao campesinato a posição de resíduo anacrônico que, inelutavelmente, haveria de ser sacrificado nos altares da modernidade de natureza urbana (CASTELLS, 1972; GINER; SEVILLA GUZMÁN, 1980). De qualquer forma, desse debate surgiu uma práxis intelectual e política pró-camponesa que pode ser interpretada como um precedente do desenvolvimento rural e que consideraremos no parágrafo seguinte.

Na Tabela 1, apresentamos as teorias (ou marcos teóricos) que apresentam um papel mais importante na implementação do desenvolvimento rural que, como veremos detalhadamente na sequência, estão agrupadas em três categorias ou formas históricas do desenvolvimento rural: o Desenvolvimento Comunitário; o Desenvolvimento Rural Integrado e o Desenvolvimento Rural Sustentável.

Tabela 1. Perspectivas e marcos teóricos do desenvolvimento rural no pensamento científico convencional.

Marcos teóricos	Autores-chave
Perspectiva teórica da sociologia da vida rural: desenvolvimento comunitário	
A comunidade “rururbana”	C. Galpin
O continuum rural-urbano	P. Sorokin and C. Zimmerman
As bases de poder da comunidade rural	W. Llyod Warner and others
Perspectiva teórica da modernização agrária: desenvolvimento rural integrado	
Familismo amoral	E. C. Banfield
A imagem do bem limitado	G. Foster
A modernização dos camponeses	E. Rogers
As etapas do crescimento econômico	W.W. Rostow / C. Clark
O dualismo econômico	W.A. Lewis
A agricultura de altos <i>inputs</i> externos	T. Shultz / R. Weis
A mudança tecnológica induzida	V. Ruttan and A. de Janvry

Perspectiva da sustentabilidade institucional: desenvolvimento rural sustentável

Ecodesenvolvimento	I. Sachs
Farming Systems Research	Enfoque francófilo (e.g. M. SERVILLOTE, 1996)
Farmer and People First	Enfoque anglófilo (e.g.D. GIBBON, 1992)

Fonte: adaptado de SEVILLA GUZMÁN; WOODGATE, 1997, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000.

Essas três categorias ou formas se inscrevem no desenvolvimento rural do pensamento científico convencional que, embora como epistemologia constituía “o manejo do risco a não equivocar-nos”, como estrutura social se vê submetida às pressões da estrutura de poder gerada pelos interesses econômicos e políticos das instituições que com ela interagem.

Isso determina que, em muitos casos, o funcionamento da ciência esteja mediado por forças alheias à natureza última de sua pesquisa: a caracterização, explicação e predição da realidade, tanto natural como social, para preservá-la de qualquer forma de deterioração.

As teorias ou marcos teóricos – subjacentes a cada forma histórica de desenvolvimento rural –, têm sido agrupadas em perspectivas teóricas, que precedem à denominação que atribuímos a cada um dos três tipos de desenvolvimento rural.

Segundo Newby e Sevilla Guzmán, citado por Guzmán Casado et al. (2000), a perspectiva teórica da sociologia da vida rural está integrada pelo conjunto de teorias que pretendem mostrar a necessidade de introduzir, no manejo dos recursos naturais, as tecnologias derivadas das ciências agropecuárias e florestais. Tratava-se, naquele instante, de regenerar os mecanismos que introduziram nas comunidades rurais as transformações socioculturais que permitiram aos camponeses a passagem de uma agricultura como forma de vida a outra, vinculada ao mercado, na qual o manejo dos recursos naturais passa a ser um negócio.

Assim, os marcos teóricos que selecionamos constituem instrumentos analíticos para a interpretação do funcionamento das comunidades rurais, assinalando as pautas de mudança que permitiriam transformá-las até conseguir um novo objetivo: introduzir uma civilização científica no campo, para fazê-lo sair de seu atraso.

Como veremos nos próximos parágrafos, a infraestrutura organizativa, por meio da qual seria levada adiante tal transformação, foi o desenvolvimento comunitário, via transferência tecnológica dos serviços de extensão agrária e sua difusão planetária na *Revolução Verde*.

A perspectiva teórica da modernização agrícola é apresentada na Tabela 1, a partir do agrupamento dos marcos teóricos ou teorias que, em nossa opinião, são mais relevantes no que diz respeito a situar a necessidade de industrializar a agricultura com *inputs* externos. Essas teorias, provenientes de diferentes disciplinas das ciências sociais, geralmente analisam o conceito de campesinato para adaptá-lo ao novo contexto da referida industrialização.

Os marcos teóricos de natureza antropológica (familismo amoral e teoria do bem limitado) procuram explicar o comportamento dos camponeses, que resistem à forma de desenvolvimento proposta, mediante comportamentos qualificados pela identidade sociocultural europeia, legitimada por sua ciência, como não solidários ou sem posturas éticas fora de sua unidade doméstica.

A teoria da modernização dos camponeses, de natureza sociológica, define os mecanismos para romper a referida resistência camponesa a aceitar a imprescindível competitividade de mercado bem como a secularidade, a empatia e a propensão para alcançar vantagem vinculada à lógica do lucro.

O restante das teorias modernizadoras, assinaladas na Tabela 1, possuem uma natureza econômica, apontando o caminho para o desenvolvimento (as etapas do desenvolvimento econômico), como transformar a agricultura tradicional em outro tipo de agricultura de altos *inputs* externos rompendo, assim, o dualismo econômico dos países subdesenvolvidos ao modificar as formas camponesas

atrasadas de produzir e consumir, em estilos de vida modernos; o que seria obtido mediante uma mudança tecnológica induzida, por meio da pesquisa em tecnologias adequadas. A implementação dessa proposta constitui a forma histórica do desenvolvimento rural integrado (DRI), que avaliaremos nos parágrafos seguintes.

A seguir, mostraremos o impacto social e ecológico dessa proposta teórica de desenvolvimento rural por meio de sua primeira forma histórica, o desenvolvimento comunitário. Essa forma surgiu nos Estados Unidos da América, no início do século 20, e seus objetivos de “criar uma civilização científica no campo” foram cumpridos (Gillette).

Da mesma forma, obtiveram êxito os esquemas do DRI, do ponto de vista da modernização dos camponeses (Rogers), transformando-os em agricultores empresários (Weitz), proporcionando-lhes tecnologias de altos insumos propriamente adequadas (Shultz) e gerando mudanças tecnológicas induzidas (Ruttan). Contudo, não ocorreu o mesmo com as propostas teóricas agrupadas em torno daquilo que definimos na Tabela 1, como perspectiva da sustentabilidade institucional que dá lugar ao desenvolvimento sustentável.

Em outra ocasião, definimos essa perspectiva como o “discurso ecotecnocrático da sustentabilidade” (ALONSO MIELGO; SEVILLA GUZMÁN, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000), já que pretendeu encarar a crise meio ambiental e social atual, sem modificar a natureza industrial que possui o manejo dos recursos naturais de seu modelo produtivo.

Os marcos teóricos que a integram definem um tipo de desenvolvimento rural sustentável com esquemas de codesenvolvimento (SACHS, 1995), onde se pretendia articular o conhecimento local, camponês ou indígena, com tecnologias de natureza industrial, o que foi instrumentalizado por organismos internacionais por meio de implantações polêmicas em vários países latino-americanos (LEFF, 1994, 1998).

A proposta teórica, provavelmente mais relevante daquelas até aqui consideradas, é a que aparece na Tabela 1, como o enfoque interdisciplinar do Farming Systems Research e que por suas múltiplas capacidades de utilização dentro da agroecologia, como desenvolvimento, comentaremos de forma mais abrangente.

É possível diferenciar, claramente, dois enfoques no interior do Farming System Research: por um lado, o enfoque tradicional, de natureza anglosaxônica e, por outro, o enfoque posterior do Institute Nationale de la Recherche Agronomique-Systèmes Agraries et le Développement – Inra-SAT –, que surgiu em 1979, na França, como consequência da crítica de R. Dumont ao ensino agrícola, que não considera a diversidade das estruturas agrárias e a rigidez das recomendações técnicas, pondo em risco os recursos naturais e o legado cultural agrário.

A pesquisa na propriedade agrária iniciou-se na França, com uma nova concepção agrônômica, introduzindo o conceito de itinerários técnicos e redefinindo o conceito de sistemas de cultivos. As análises sistêmicas do SAT referem-se a:

- Funcionamento e desenvolvimento das unidades de produção agrícola em seus aspectos técnico, econômico e social.
- Estudo de ferramentas para a tomada de decisões.
- Geração de tecnologias de manejo integrado da produção animal e vegetal.
- Sistemas de produção em relação ao uso do solo.
- Sistemas de produção em relação ao processamento de produtos alimentícios (BONNEMAIRE, 1994). O protagonista, tanto em termos teóricos como institucionais, na orientação inglesa do Farming Systems Research é, sem dúvida, segundo Gibbon, citado por Guzmán Casado et al., 2000, que diferencia os seguintes traços como característicos deste enfoque:
 - Pesquisa orientada para o agricultor.

- Enfoque sistêmico.
- Busca de rápida solução para os problemas.
- Enfoque interdisciplinar (incluindo sociólogos e antropólogos, que haviam sido preteridos no trabalho em equipe, realizado por organismos internacionais).
- Experimentação na unidade de produção agrícola.
- Participação de agricultores no desenvolvimento de tecnologias.
- Enfoque holístico (desenvolvimento dinâmico e interativo dos projetos implementados). Ainda que dentro do amplo leque de enfoques do Farming Systems Research existam, conforme mencionado anteriormente, aproximações com a agroecologia enquanto desenvolvimento rural sustentável, a maior parte de tais enfoques não cumprem muitas das proposições apresentadas por Gibbon, no intento de uma definição. (SEVILLA GUZMÁN; WOODGATE, 1997a; SEVILLA GUZMÁN; REMMERS, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

O marco teórico do Farming Systems Research foi criado por Robert Chambers, que organizou a transformação dessa proposta teórica, até então claramente vinculada ao ecologismo dos organismos internacionais e dos bancos multilaterais (ALONSO; SEVILLA GUZMÁN, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000), para a possibilidade de uma escolha contingente entre o desenvolvimento rural como turismo e o desenvolvimento rural como ecologia dos pobres (MARTINEZ ALIER, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Chambers, criticando o desenvolvimento rural convencional, analisa os seis ângulos do sistema internacional de conhecimento e prestígio, considerando os seguintes desdobramentos:

- O ângulo do asfalto, que aponta para o fato de que os funcionários institucionais e os acadêmicos-cientistas atuam

apenas em torno do urbano, já que a distribuição internacional (centro-periferia) do conhecimento embute um preconceito espacial que determina que a pobreza não seja perceptível para além de onde chega o asfalto ou das proximidades dos caminhos rurais.

- O ângulo dos contatos, pelo qual as equipes técnicas trabalham somente onde já tenham sido realizados outros projetos de desenvolvimento e existam contatos e dados sobre a área.
- O ângulo do potencial humano, segundo o qual é necessário que se trabalhe com líderes locais, homens, receptores de inovações (visão etnocentrista) e com os mais ativos (visão ainda mais etnocentrista); o da comodidade, o ângulo pelo qual somente se trabalha nas épocas em que as condições climáticas são mais favoráveis.
- O da delicadeza com os pobres (ângulo da diplomacia), o que significa que é muito importante ser diplomático e mostrar-se educado e tímido ao falar sobre a pobreza do país, região ou localidade estudada.
- O ângulo do profissionalismo, pelo qual é necessário não nos envolvermos em problemas alheios à nossa especialização (CHAMBERS, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

A partir do debate gerado por essa crítica, se estabelecem as bases metodológicas da agricultura participativa (CORNWALL et al., citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000), que apesar de sua instrumentalização das pessoas, em algumas situações, com a aplicação da pesquisa/ação participativa (FALS-BORDA, 1986) ao desenvolvimento urbano (VILLASANTE, 1995) ou ao rural (GUZMÁN CASADO et al., 2000) permite alcançar a práxis intelectual e política da agroecologia.

Uma interpretação agroecológica das formas históricas de desenvolvimento rural-urbano

Antes de passar à análise da implementação das perspectivas teóricas, até aqui consideradas, mediante formas históricas de desenvolvimento rural, vale a pena considerarmos, ainda que esquematizadamente, um precedente não levado em conta pelo pensamento científico convencional, que pode ser interpretado como uma protoforma histórica de desenvolvimento rural. Tal experiência é conhecida pela historiografia, como a ida até o povo.

Até as primeiras décadas do século 20, quando aparece o desenvolvimento comunitário como a invenção norte-americana da perspectiva teórica da vida rural (*Farm Life and Rural Social Life Studies*), que analisamos antes, não existe nenhuma forma de atuação conhecida que possa ser denominada de desenvolvimento rural, exceto o movimento intelectual e político conhecido como ida até o povo. Isso ocorreu na conjuntura política da abolição da servidão ocorrida na Rússia, em 1861.

Em torno de Chernychevsky (um intelectual revolucionário) nuclearam-se uma série de grupos de operários e estudantes urbanos que constituíram a *Zemla i Volia* (Terra e Liberdade) e que no final daquela década iniciaram uma migração de jovens que foram das cidades ao campo, convencidos do instinto socialista do campesinato, buscando uma aliança pela fórmula do “fundir-se com o povo”.

Isso era visto como o estabelecimento de um intercâmbio de conhecimentos que permitiria iniciar um diálogo de igual para igual entre os camponeses e os intelectuais, gerando o que na atualidade se conhece como pesquisa/ação participativa ou como desenvolvimento participativo de tecnologias agrárias, quando se aplica à propriedade fundiária (GUZMÁN CASADO et al., 2000). Esse movimento desenvolveu fórmulas de ação social coletivas de natureza simétrica (camponeses/intelectuais), tratando de demonstrar a realidade da teoria da marcha atrás.

Em outras palavras, pretendia-se impedir a implantação do capitalismo nas comunidades rurais para evitar a desintegração sociocultural e econômica que havia se produzido nas sociedades rurais dos países europeus que tinham iniciado seus processos de industrialização. O surgimento de grupos de estudantes decididos a analisar o movimento camponês e trabalhar por seus interesses não era algo novo, já que naquela época, isso já vinha ocorrendo de forma gradual e clandestina, com uma forte autonomia local e com uma organização altamente fragmentada.

No biênio 1873/1874, a emigração de jovens para o campo, para viver nas mesmas condições do campesinato, foi um movimento que adquiriu um caráter expressivo, abarcando mais de 30 províncias, principalmente nas regiões do Volga, do Don e do Dnieper. Não se tratava de ensinar aos camponeses, impondo-lhes os ideais do socialismo ocidental, mas, ao contrário, de perceber suas reais necessidades, diante da certeza de que eles eram conscientes das vantagens do atraso. Foi uma explosão romântica de fé nos instintos socialistas do campesinato russo e, ao mesmo tempo, um dever ético.

Os milhares de homens e mulheres que marcharam para os povoados naqueles anos respondiam, assim, a uma obrigação moral consigo mesmos e com o campesinato: pretendiam demonstrar que a ajuda mútua era o motor da história (SHANIN, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

As técnicas participativas e os métodos de extensão – que pretenderam desenvolver – recordavam claramente o que Alexander Chayanov chamaria mais tarde de agronomia social. Não obstante, os resultados do movimento de ida até o povo foram muito desalentadores. Seus jovens entusiastas foram amiúde presos pela polícia com a colaboração ativa daqueles a quem desejavam preparar para a futura revolução ou levantar com uma imediata insurreição.

Os camponeses russos mostraram-se muito menos receptivos às ideias socialistas do que haviam suposto os intelectuais

revolucionários. O movimento populista havia atravessado uma grande experiência, faltava analisá-la e tirar conclusões. Isso foi o que fez, mais tarde, o neopopulismo de Chayanov e sua escola de agrônomos russos (SHANIN, 1984; SEVILLA GUZMÁN; HEISER, 1988, ambos citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000) como veremos ao avaliar os marcos teóricos do Pensamento Alternativo.

É possível diferenciar, fazendo uma abstração da amplitude das experiências realmente existentes de desenvolvimento rural-urbano três formas históricas: o desenvolvimento comunitário, o desenvolvimento rural integrado (no caso de áreas rurais) ou desenvolvimento local (no caso de áreas urbanas) e o desenvolvimento sustentável, comum para ambas. Na Tabela 2, a seguir, apresentamos uma cronologia dessas formas históricas.

Tabela 2. A agricultura nas formas históricas de desenvolvimento rural (em décadas).

Forma histórica	Estados Unidos da América	Restante Norte	Sul	Influência da agricultura
Comunitário	1920 – 1930	1960 – 1970	1940 – 1960	Alta
Integrado	1950 – 1960	1970 – 1980	1960 – 1980	Média
Sustentável	1990 – 2000	1990 – 2000	1990 – 2000	Baixa

A gênese teórica da primeira forma histórica de desenvolvimento rural-urbano teve lugar nas décadas de 1920 e de 1930, nos Estados Unidos da América, concretamente nas tradições sociológicas conhecidas como Sociologia da Vida Rural, considerada para o Desenvolvimento Rural e a Escola de Chicago, para o Desenvolvimento Urbano. Nessa perspectiva urbana, tratava-se de estudar os guetos ou bolsões de pobreza, etnicamente diferenciados, procurando gerar inutilmente estruturas sociais de integração à comunidade (CASTELLS, 1972).

Entretanto, o relevante para o argumento desses papéis é a implementação política, em nível global, do debate em torno à

natureza (camponesa ou industrial) do manejo dos recursos naturais. Isso teve lugar por meio da introdução maciça de sementes de alto rendimento vinculadas a pacotes de agrotóxicos, dentro do processo que se convencionou chamar de *Revolução Verde*. Sua instrumentalização prática pode ser interpretada como a primeira forma histórica do desenvolvimento rural-urbano: o desenvolvimento comunitário. Isso ocorre, se aceitamos como definição operativa de desenvolvimento rural a esboçada acima, isto é, elevar o nível de vida da população rural ante a desorganização social e a perda de diversidade sociocultural, gerada pelo avanço do modelo produtivo urbano-industrial.

De fato, o conjunto de ações para satisfazer as necessidades básicas da população em termos educativos, sanitários e da melhoria da infraestrutura constituíam claramente atividades de desenvolvimento rural, ainda que seu objetivo último fosse a geração de um processo de mercantilização crescente de suas estruturas produtivas agrárias, pretendendo, com isso, incrementar a produtividade da agricultura, introduzindo formas de manejo industrial por meio dos pacotes que acompanhavam as sementes melhoradas (PRESTON, 1985; HULME; TURNER, 1990, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Por uma perspectiva agroecológica, a *Revolução Verde* e, portanto, o desenvolvimento comunitário, como forma histórica de desenvolvimento rural, pode ser interpretado como a última fase de um processo maciço de descampesinização. De fato, se aceitarmos a definição de campesinato, que propõe a agroecologia, como uma forma de manejo dos recursos naturais que, onde não receba pressões espúrias, mantém os mecanismos de reprodução biótica dos ecossistemas que artificializa (ALTIERI, 1991), devemos concluir que o campesinato vem mantendo historicamente a sustentabilidade ecológica (GLIESSMAN, 1978, 1989; SEVILLA GUZMÁN; GONZÁLEZ DE MOLINA, 1993, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000). Entretanto, isso somente ocorre porque o manejo dos recursos naturais estava inserido em matrizes

socioculturais que preservavam tal epistemologia conservacionista (TOLEDO, 1989, 1993, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Contudo, o processo de descampesinização está vinculado a raízes mais profundas: por um lado, à degradação sociocultural sofrida pelos chamados povos sem história e ao imperialismo ecológico, característico da identidade sociocultural ocidental (WOLF, 1982; CROSBY, 1986, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000) e, por outro lado, a ideia de natureza apresentada pelo iluminismo, primeiramente, e pelo liberalismo histórico, num segundo momento, de que a natureza constitui algo separado do homem e suscetível de ser dominada por ele, pela razão, podendo ser reduzida à condição de mero fator produtivo passível de privatização, mercantilização e cientifização (PLOEG, 1993, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Assim, em finais da década de 1940, já se havia verificado, no denominado Primeiro Mundo, a implantação hegemônica de um modo industrial de uso dos recursos naturais (GADGIL; GUHA, 1992, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000), em que os mecanismos de reprodução biótica dos mesmos podiam ser praticados segundo as exigências do mercado e que a “ciência poderia, por meio do capital, substituir os elementos deteriorados pelo capital” (MARTINEZ ALIER, 1994, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Restava, então, concluir o processo no restante do mundo, tarefa que, em grande parte foi realizada, inicialmente, pelo desenvolvimento comunitário acompanhando a *Revolução Verde*, em seu deslocamento rumo à periferia do centro da produção capitalista. Posteriormente, o referido processo passou a incluir, também, as zonas rurais europeias não alcançadas pela agricultura industrializada.

Neste contexto, a primeira forma histórica de desenvolvimento rural pode ser definida como uma estratégia vinculada às ações agronômicas de extensão que pretendia gerar formas autogestionárias de ação social coletiva para conseguir:

- A aceitação de estilos de agricultura industrializada por parte da população local.
- Incrementar o nível de vida da população ou, em casos extremos, satisfazer suas necessidades básicas.
- Construir mecanismos de organização comunitária para obter a participação local na maquinária modernizadora da administração estatal, para transferir tecnologias externas e homogeneizar assim o manejo dos recursos naturais, transformando sua natureza para o modelo industrial.

A respeito do manejo dos recursos naturais, isso supõe que a fertilidade natural do solo – e a constatação como algo vivo – seja substituída por sua utilização como um suporte inerte alimentado pela química sintética. O ar e a água deixam de fazer parte de um contexto inter-relacional com outros seres de cujas funções poderiam utilizar-se, sob controle sistêmico, na produção de bens para o acesso aos meios de vida, para transformar-se definitivamente em meros insumos produtivos cujos ciclos e processos naturais poderiam ser forçados até a obtenção de um rendimento máximo, de acordo com as demandas de mercado, sem considerar o grau de reversibilidade da deterioração causada por essa medida de força e, finalmente, que a biodiversidade fosse subestimada, depreciando-se o processo de coevolução que lhe havia gerado (GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Peter Rosset analisou, de forma lúcida e esquematizada, os resultados dessa primeira forma histórica de desenvolvimento rural da seguinte maneira:

“em primeiro lugar, a permissão para que a terra de cultivo seja comprada e vendida como bens de consumo e seja permitida a acumulação de áreas por uns poucos (...); em segundo lugar, a carência de capacidade de negociação pelos agricultores familiares e trabalhadores do campo frente aos produtores e intermediários, recebendo cada vez uma menor parte dos lucros no campo; e finalmente a degradação dos solos, o aparecimento de novas pragas, mazelas e enfermidades pelas tecnologias dominantes destruindo as bases da futura produção e tornando cada vez mais difícil e custosa a manutenção das colheitas” (ROSSET, 1998).

Resumindo, a implementação da *Revolução Verde*, por meio do desenvolvimento comunitário como primeira forma histórica do desenvolvimento rural, supõe para o chamado Terceiro Mundo, a substituição maciça dos terrenos comunais pela propriedade privada superconcentrada e o despojamento generalizado de formas sociais de agricultura familiar por latifúndios agroindustriais e, para ambos, centro e periferia, a substituição definitiva dos ciclos fechados de energia e materiais do manejo camponês pela utilização maciça de insumos externos procedentes das multinacionais por meio dos bancos especuladores.

O incontrolável avanço do modelo produtivo agroindustrial havia gerado tão fortes desequilíbrios rural-urbanos que as políticas de desenvolvimento rural se mostraram imprescindíveis para minimizar os custos sociais exigidos pela instauração da modernidade. Assim, na metade da década de 1960, iniciam-se múltiplas atividades, buscando melhorar o nível de vida da população rural, o que levou ao surgimento da forma histórica que denominamos de desenvolvimento rural integrado (DRI), para fazer justiça à designação mais popular para qualificar tais ações.

Na Europa, as denominações para essas ações foram definidas como harmônicas (buscando um equilíbrio intersetorial); integradas propriamente ditas (chamando a atenção para a agricultura de tempo parcial, mais tarde qualificadas como pluriatividade); e de ecodesenvolvimento (introduzindo o objetivo de evitar a degradação ambiental), a qual teve ampla difusão posterior na América Latina, onde adquiriu prioritariamente as denominações de autocentrado (pretendendo romper as fronteiras de dependência externa), endógeno (privilegiando o local), e local (mobilizando as populações envolvidas).

Num interessante trabalho, Miren Etxezarreta apresenta uma recompilação dos estudos mais significativos de desenvolvimento rural integrado dos quais a autora obtém uma valiosa conceituação do tema nos seguintes termos:

“O desenvolvimento rural integrado consiste essencialmente em apresentar esquemas de desenvolvimento no âmbito rural que tem como objetivo a melhoria no nível de vida

da população da área envolvida e não o crescimento indiscriminado de um país. Para isso, se estimula o estabelecimento de esquemas de atividade econômica de base territorial, descentralizados e com forte componente de decisão local, que mobiliza a população no sentido de alcançar seu bem-estar mediante a máxima utilização de seus próprios recursos, humanos e materiais. Se considera este método o mais adequado para atingir o objetivo que a utilização de tecnologia e recursos provenientes do exterior, para os quais se propõe uma forte adaptação às situações e necessidades locais. Pretende-se uma integração dos aspectos materiais, sociais e pessoais da comunidade local, que estimule uma maior participação social e a realização da dignidade de seus habitantes, bem como a articulação dessas comunidades com a sociedade em geral, de uma maneira mais harmônica e equitativa” (ETXEZARRETA, citada por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

No que diz respeito ao núcleo central de problemas que se pretende abordar a partir da aplicação dos esquemas do DRI, assinalamos que estes respondem, principalmente, à necessidade de estabelecer maior flexibilidade produtiva e do emprego, tanto em termos de uma perspectiva espacial, como da distribuição da população. Não obstante, os objetivos que o DRI pretende alcançar estão determinados por uma diversidade de problemas abordados por enfoques distintos. Basicamente, esses problemas são:

- A paralisação estrutural gerada pela incapacidade de absorção da mão de obra procedente do setor agrário por parte da indústria nas áreas urbanas.
- Os fortes desequilíbrios regionais gerados pelo desenvolvimento regional entre áreas urbanas/rurais de forma geral e especificamente entre as áreas de alta produtividade agrícola incorporadas ao processo global de desenvolvimento capitalista e aquelas outras desmembradas do sistema.

Em íntima relação com o ponto anterior, há que mencionar os desequilíbrios demográficos ocasionados pelo êxodo rural para zonas industrializadas e que, no caso de certas áreas marginais, chegaram a provocar seu despovoamento.

Os teóricos do DRI estabelecem forte debate em torno da questão da planificação e gestão desse tipo de ações. Embora todos eles participassem da ideia de incorporar a população

envolvida na tomada de decisões, contudo, não estavam de acordo com o papel que o Estado deveria ter nesses processos.

Finalmente, é preciso destacar a diferença de objetivos que as estratégias do DRI apresentam em sua aplicação no Primeiro Mundo, no que diz respeito aos programas iniciais desenvolvidos nos países pobres.

Conforme foi comentado anteriormente, neste último caso, o objetivo principal dos programas de desenvolvimento comunitário, primeiramente, e as ações do DRI, a seguir, era cobrir as necessidades básicas e servir de paliativo para a situação de desnutrição da população. Entretanto, na derradeira versão do DRI para os países desenvolvidos, o objetivo primordial é abortar a paralisação e reativar social e economicamente áreas sob forte declínio.

Para isso, a estratégia é, como assinalamos, fomentar a pluriatividade econômica; partindo da premissa de que as áreas deprimidas não podem competir com os sistemas agrários modernizados, sob o argumento de que tradicionalmente as comunidades rurais mantêm uma estrutura econômica diversificada. Com base nessa premissa, se estimula o estabelecimento de novas atividades, que provocam a terceirização das economias rurais empobrecidas.

A maioria das ações de DRI são encaminhadas para o desenvolvimento do turismo rural dessas áreas, sem levar em conta a vocação agrária das mesmas, nem considerar que, inclusive a realização de atividades turísticas aproveitando a qualidade da paisagem das mesmas, deveria supor a manutenção dos sistemas agrários tradicionais, que dão formato a essa paisagem e a conservam historicamente.

As pautas genéricas da atuação do DRI são aplicáveis a todo o mundo, mesmo quando o contexto histórico e a conjuntura intelectual exijam pequenas adaptações. Contudo, em geral, pode-se afirmar que o DRI supõe um ajuste necessário para a expansão do modo industrial de uso dos recursos naturais, para a

recomposição dos espaços rurais, por um lado, em pequenos focos altamente produtivos e modernos e, por outro lado, em grandes espaços atrasados, nos quais buscam-se atividades não agrárias para gerar renda, já que o processo modernizador não aceita as condições naturais para implementar sua agricultura, a qual, apesar disso, vai-se introduzindo como um mecanismo de erosão do conhecimento local, que torna invisíveis os estilos de manejo não industrializados.

Em muitas partes da América Latina, onde o desenvolvimento comunitário não chegou, o DRI cumpriu um papel de apoio à saúde, educação e infraestruturas, industrializando e comercializando um manejo cada vez mais vinculado ao mercado.

Em geral, o DRI foi um mecanismo expropriador dos agricultores que buscavam soluções para melhorar seu acesso aos meios de vida. Por isso, não é de se estranhar que o conjunto de experiências alternativas de desenvolvimento rural, emergente em toda a América Latina, pretendeu recuperar os traços básicos da agricultura tradicional que aparecem no acervo socioeconômico e ético-produtivo do campesinato que resiste, por meio de mecanismos de difícil compreensão pela lógica do lucro (SCOTT, 1985, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000), à modernização urbano-industrial do campo.

Assim, o comportamento dos agricultores latino-americanos, de resistência à trajetória seguida pelo desenvolvimento rural, evidencia uma resistência às políticas institucionais de modernização conduzidas pela articulação multinacional dos estados, por meio de seus mecanismos internacionais (Fundo Monetário Internacional, Banco Mundial e Organização Mundial do Comércio, principalmente).

A partir da década de 1980, tais organismos adotam, como etiqueta, a sustentabilidade, promovendo por todo o mundo o mesmo tipo de ações que até então vinham praticando, agora com o verniz ecologista de preservação dos recursos naturais. Aparece,

assim, a forma histórica de desenvolvimento rural sustentável (DRS).

O conceito de desenvolvimento sustentável implementado, oficialmente, pelos organismos internacionais, é o resultado da interação da abordagem científica com as pressões dos centros de poder da sociedade, que instrumentalizam a ciência para legitimar suas formas de dominação. Este texto não é o espaço mais adequado para examinarmos a gestação teórica (ALONSO MIELGO; SEVILLA GUZMÁN, 1995; citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000); do referido processo de elaboração científico-institucional, onde as conceituações iniciais e os arrazoados empíricos ficam subordinados às pressões das multinacionais sobre os estados que regem tal processo de maneira hegemônica (DALY, 1994, citado por GUZMÁN CASADO et al., 2000).

Basta dizer que o desenvolvimento sustentável corresponde ao falso discurso ecologista esboçado pelos organismos internacionais, por meio de uma construção teórica ecotecnocrática, que transmite a mensagem pela qual o planeta está em perigo, não porque os países ricos tenham desenvolvido uma forma de produção e consumo dilapidadora de energia e recursos, contaminante e destruidora dos equilíbrios naturais. Ao contrário, o argumento utilizado é o de que os países pobres têm um grande crescimento de população e deterioram a natureza devido a sua pobreza e degradante apropriação dos recursos naturais, mediante a derrubada das matas e uma agricultura esgotadora da terra (cientificamente marginalizada).

Para os organismos internacionais institucionalizados e os bancos multilaterais de desenvolvimento, a solução encontra-se no processo de globalização econômica que, por meio de um desenvolvimento sustentável, permita a generalização do consumo do centro às massas da periferia, em rápida multiplicação via a indispensável realização do potencial de crescimento econômico, visando a igualdade de oportunidades nas sociedades modernas e avançadas e a satisfação de suas necessidades básicas nos países menos desenvolvidos.

O *Informe Brundtland*, locus internacional dessa proposta, ao considerar a natureza do manejo desejável dos recursos naturais nas experiências produtivas que fariam desenvolver as tarefas anteriormente assinaladas, considera que

“a indústria é de importância fundamental para a economia das sociedades modernas e um motor indispensável do crescimento, porque a agricultura que se converteu praticamente numa indústria graças às novas tecnologias, à *Revolução Verde* (...) (e as suas) novas técnicas de cultivo de tecidos e de engenharia genética poderá gerar (outras) variedades de plantas capazes de reter o nitrogênio do ar, progresso que estimulará espetacularmente a indústria de fertilizantes, mas que reduzirá, também, a ameaça de contaminação causada pelos produtos agroquímicos (Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo – CMMAD –, 1988, citada por GUZMÁN CASADO et al., 2000).”

Assim, o manejo industrial dos recursos naturais é um requisito imprescindível para esse tipo de desenvolvimento oficial.

Obviamente, o DRS haveria de apegar-se a tais requisitos, isto é, à aplicação do manejo industrial dos recursos naturais às áreas rurais que resistissem à sua aceitação com a introdução de atividades não agrárias que contribuíssem para o processo de privatização, mercantilização e cientificação dos recursos naturais, estabelecido pelo modelo produtivo urbano-industrial e ajustado economicamente pelo desenvolvimento rural, nas diferentes formas históricas até agora avaliadas. O processo de descampesinização, aqui demonstrado, se acha reforçado pelo DRS.

Assim, com sua implementação desde a década de 1990, o processo de mercantilização cresceu em espiral, de tal maneira que um número crescente de tarefas e insumos básicos da produção e da subsistência camponesa foram obtidos por meio dos mercados. Para sua subsistência, os agricultores passaram a mais do mercado do que da natureza. De uma situação na qual a reprodução dos grupos domésticos era em grande parte autônoma, passou-se a outra situação em que a reprodução depende do mercado e não dos agroecossistemas (reprodução dependente, segundo Ploëg, 1993, citado por Guzmán Casado et al., 2000).

Por isso, atualmente, os agricultores familiares contribuem da mesma maneira que os grandes proprietários, para a deterioração

do meio ambiente agrário. Sua subsistência depende, muito mais, que o fluxo de nutrientes (fertilizantes), a defesa contra as pragas e enfermidades (fitossanitários) e a demanda de combustíveis (petróleo ou eletricidade) para as máquinas e tratores não seja suspenso ou não atinja preços proibitivos, do que da qualidade ambiental de suas propriedades e do entorno que as rodeia. Tudo isso é o resultado de um desenvolvimento rural sem a agricultura, pois os agricultores ficam impedidos de incorporar seu conhecimento local ao traçado dos métodos pelos quais podem incrementar seu nível de vida. A planificação urbano-industrial estabelece quais são suas necessidades e qual deve ser sua articulação com a sociedade mais ampla.

Uma proposta agroecológica de desenvolvimento rural

A título de conclusão, façamos uma recapitulação final. Na introdução deste trabalho, demonstramos a importância da dimensão social da agroecologia, afirmando que esta somente adquire sua natureza definitiva ao articular os aspectos técnicos (a aplicação da ecologia ao manejo dos recursos naturais no desenvolvimento participativo de tecnologias no campo) com os aspectos sociais que geram um acesso equitativo aos recursos.

Em seguida, fizemos uma incursão teórica pelo pensamento científico convencional, apresentando as razões que, no âmbito das ciências sociais, serviram de instrumento para a posterior implementação do desenvolvimento rural. Assim procedendo, mostramos criticamente a evolução da natureza do manejo dos recursos naturais subjacente aos traçados das distintas formas históricas do desenvolvimento rural.

A trajetória seguida percorre desde a questão agrícola (atores intervenientes na artificialização da natureza) à questão ambiental (modificar o manejo para evitar a deterioração da natureza). Nosso

trabalho prossegue com uma interpretação agroecológica da implementação do desenvolvimento rural, onde as múltiplas ações desenvolvidas são classificadas em três categorias, mostrando seu impacto ecológico e social.

Nos últimos parágrafos, por meio de uma reflexão a partir da agroecologia, oferecemos um novo modelo de desenvolvimento rural que pode derivar da agroecologia, mediante uma apresentação esquematizada da evolução do pensamento alternativo surgido da crítica e réplica ao pensamento científico convencional, anteriormente analisado.

A seguir, trataremos daquilo que, em outro momento, definimos como a acumulação teórica do pensamento alternativo até a agroecologia (SEVILLA GUZMÁN; WOODGATE, 1997a).

De fato, se definirmos o pensamento alternativo como o conjunto de propostas para enfrentar o modelo produtivo agroindustrial atualmente hegemônico, ao longo de sua configuração histórica e considerarmos que essas propostas surgem de uma crítica aos marcos teóricos do pensamento científico convencional anteriormente analisados, torna-se possível, como no caso anterior, agrupar as diferentes propostas teóricas em perspectivas mais amplas que integram o núcleo central de elementos de cada proposta individual.

Assim, para fazer frente à perspectiva da sociologia da vida rural (que fundamenta o desenvolvimento comunitário na introdução do manejo industrial dos recursos naturais que substituíra o manejo camponês desses mesmos recursos), no interior do pensamento científico convencional, aparece aqui uma perspectiva neonarodnista e marxista heterodoxa. Por essa perspectiva, critica-se a desorganização social gerada nas comunidades rurais pelo processo de privatização, mercantilização e cientificação da agricultura, introduzido pelo desenvolvimento do capitalismo.

A agronomia social de Chayanov recorre ao legado da antiga tradição europeia de estudos camponeses que reivindica a existência de bens comunais (tudo aquilo que a natureza nos

oferece para o acesso dos meios de vida da população) para elaborar uma proposta que, utilizando como modelo o manejo camponês dos recursos naturais, pretende evitar a desorganização social das comunidades rurais.

A teoria dos espaços vazios do capitalismo é uma conceituação relativa à existência de uma lógica que, ainda que formalmente pareça conectar-se aos desígnios do mercado, na prática, se afasta disso, para relacionar-se nos momentos pertinentes com formas de produção e circulação (teoria de cooperação vertical) e que critica a falsa participação no estabelecimento de estratégias socioeconômicas (a acumulação primitiva socialista).

A Perspectiva das Teorias da Dependência parte de uma análise crítica da gênese e evolução do funcionamento da economia do mundo, para avaliar o impacto em nível local (Colonialismo interno e teorias da articulação) para fazer propostas de mudança (teorias da transição), preservando a identidade sociocultural (etnodesenvolvimento) das comunidades rurais.

De forma análoga, a perspectiva dos *Estudos Camponeses* considera a necessidade de resgatar a solidariedade camponesa histórica frente à lógica predadora do modelo urbano agroindustrial (economia moral) para, mediante uma análise das especificidades ecossistêmicas (ecótipos camponeses e antropologia ecológica), fazer propostas de desenvolvimento local (neonarodismo marxista) baseadas nas tecnologias camponesas. Chega-se, assim, à agroecologia nos termos em que foi definida na introdução deste trabalho e cujos marcos teóricos mais relevantes estão resenhados (Tabela 3).

Tabela 3. Perspectivas e marcos teóricos do desenvolvimento rural no pensamento alternativo.

Marcos teóricos	Autores-chave
Perspectiva Teórica do Neonarodismo e do Marxismo Heterodoxo	
Os Espaços Vazios do Capitalismo	R. Luxemburgo

A Cooperação Vertical	N. Bukarin
A Acumulação Primitiva Socialista	E. Preobrazhensky
Agronomia Social	A. Chayanov
Perspectiva Teórica das Teorias da Dependência	
Centro-periferia / Economia Mundo	A. Gunder Frank, I. Wallerstein
Colonialismo Interno	A. Gorz, P. Casanova González, M. Hecter
Teorias da Articulação	C. Bettelheim, P.P. Rey C. Meillassoux, R. Montoya
Teorias da Transição	M. Godelier, H. Alavi
Ecodesenvolvimento	G. Bonfil Batalla; R. Stavenhagen
Perspectiva Teórica dos Estudos Camponeses	
A Economia Moral	K. Polanyi; E.P. Thompson
A Estructura Social Agrária	B. Galeski
Ecotipos Históricos Camponeses	E. Wolf, K. Wittfogel, S. Mintz
Antropologia Ecológica	A. Vayada; R. Rappaport
Neonarodnismo Marxista	T. Shanin, M. Godelier
Tecnologias Camponesas	A. Palerm; Hernández Xolocotzi
Perspectiva Teórica da Agroecología	
Economia Ecológica e Ecologia Política	J. Martínez Alier; J.M. Naredo
Aspectos Ecológicos e Agronômicos	M.A. Altieri; S. R. Gliessman
Coevolução Etnoecológica	V. M. Toledo; R.B. Norgaard
Neonarodnismo Ecológico	E. Sevilla Guzmán; M. González de Molina

Fonte: Guzmán Casado et al. (2000).

Como vimos, ao esquematizar o conceito de agroecologia, o desenho de modelos agrícolas alternativos de natureza ecológica constitui o elemento por meio do qual se pretende gerar esquemas de desenvolvimento sustentável, utilizando como elemento central o conhecimento local e as marcas que ao longo da história esse processo provoca nos agroecossistemas, produzindo arranjos e soluções tecnológicas específicas de cada lugar. Isto é, produzindo o endógeno. Entretanto, vimos como a articulação multinacional dos estados, dos organismos internacionais, vem gerando um falso discurso ambiental, estabelecendo uma falsa definição oficial de

sustentabilidade. Por isso, é importante precisar aqui, o que é sustentável para a agroecologia.

- Vimos anteriormente, na linha de Stephen R. Gliessman, que a sustentabilidade não é um conceito absoluto, ao contrário, ela somente existe em contextos gerados como articulação de um conjunto de elementos que permitem a perdurabilidade, no tempo, dos mecanismos sociais e ecológicos de reprodução de um etnoecossistema. O conceito de sustentabilidade pode ser assim definido como:
- A ruptura com as formas de dependência que põem em perigo os mecanismos de reprodução, sejam estas de natureza ecológica, socioeconômica ou política.
- A utilização dos recursos que permitem que os ciclos de materiais e de energia existentes no agroecossistema sejam os mais fechados possíveis.
- A utilização dos impactos benéficos que derivam dos ambientes ecológico, econômico, social e político existentes nos diferentes níveis, desde o da propriedade parcelar até o da sociedade maior.
- A inalteração substantiva do ambiente quando tais mudanças, por meio da trama da vida, conduzam a transformações significativas nos fluxos de materiais e energia que permitem o funcionamento do ecossistema; o que significa a tolerância ou a aceitação de condições biofísicas em muitos casos adversas.
- O estabelecimento dos mecanismos bióticos de regeneração dos materiais deteriorados, para permitir a manutenção, a longo prazo, das capacidades produtivas dos agroecossistemas.
- A valorização, regeneração ou criação de conhecimentos locais, para sua utilização como elementos de criatividade, que melhorem o nível de vida da população definida a partir de sua própria identidade local.

- O estabelecimento de circuitos curtos para o consumo de mercadorias, que permitam uma melhoria da qualidade de vida da população local e uma expressiva expansão espacial, segundo os acordos participativos alcançados por sua forma de ação social.
- A valorização da biodiversidade, tanto biológica como sociocultural.

Essa definição agroecológica de sustentabilidade apenas adquire sentido com o esclarecimento teórico do conceito de endógeno que passamos a analisar.

Embora em termos etimológicos a palavra endógeno signifique “nascido de dentro” (PLOEG; LONG, 1994, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000), o sentido do termo está muito longe de ser estático. A mudança social ocorre com grande intensidade e vigor nos sistemas tradicionais de manejo dos recursos naturais. Ali, onde tais sistemas – por sua perdurabilidade na história – têm provado ser sustentáveis, a mudança social e a inovação tecnológica são uma constante, ainda que na maior parte dos casos tornem-se invisíveis aos olhos urbanos.

A agroecologia articula o tradicional (com sustentabilidade histórica) ao novo (de natureza ambiental). A agroecologia une ambas as características e, com isso, garante um risco mínimo de degradação sobre a natureza e a sociedade, diferentemente do que acontece com a artificialização dos ecossistemas, por um lado, e os mecanismos de mercado, por outro.

Mesmo assim, o endógeno não pode ser visto como algo estanque que rechaça o externo. Ao contrário, o endógeno digere o de fora, mediante a adaptação a sua lógica etnoecológica de funcionamento, isto é, o externo passa a incorporar-se ao endógeno, quando tal assimilação respeita a identidade local e, como parte dela, a autodefinição de qualidade de vida. Somente quando o externo não agride as identidades locais, se produz tal forma de assimilação.

Os mecanismos de assimilação do externo por parte da localidade têm lugar por meio de atores locais, que incorporam a seus estilos de manejo dos recursos naturais aqueles elementos externos que não resultam agressivos ou antiestéticos à sua lógica de funcionamento. É por isso que os processos de modernização tornam-se uma forma de agressão ao impor uma homogeneidade sociocultural e, por isso, são rechaçados por aqueles estilos que mantêm uma forma de funcionamento de natureza endógena.

Contudo, as forças sociais existentes na localidade são heterogêneas, o que conduz a determinados estilos de manejo dos recursos naturais incorporarem acriticamente os elementos modernizantes, ficando submetidos a sua forma de erosão ecológica e sociocultural. Portanto, para entender cabalmente o endógeno, é necessário compreender o que estamos denominando de “estilos de manejo dos recursos naturais”.

A gênese teórica do conceito de estilo de cultivar (*Style of Farming*) desenvolveu-se nos países baixos e se deve a Hofstee (1957), citado por Guzmán Casado et al. (2000), e à Escola de Wageningen a sua primeira configuração e a Bruni Bebenuti e Jan Douwe van der Ploeg sua configuração empírica (PLOEG et al. 1995, citados por GUZMAN CASADO et al., 2000). Tal conceito faz referência à articulação de:

- O repertório cultural existente vinculado a uma forma de manejo.
- A organização específica dos elementos internos da exploração agrária concreta.
- O modo de interpretar e modelar as relações da propriedade parcelária com o mercado e a tecnologia.
- A forma de gestão e a política administrativa da referida propriedade agrária.

Além disso, o conceito de estilo de cultivar possui uma grande potencialidade analítica para caracterizar e explicar a

heterogeneidade do endógeno. Assim, com o objetivo de tentar definir as diversas formas específicas de manejo dos recursos naturais existentes numa comunidade rural, elaboramos, há alguns anos (SEVILLA GUZMÁN; GONZÁLEZ DE MOLINA, 1993, citados por GUZMÁN CASADO et al., 2000), o conceito de

“forma social de exploração (em seu duplo sentido referente tanto à exploração dos recursos naturais, como do trabalho humano) como a forma específica da relação ou combinação entre o trabalho humano, os saberes, os recursos naturais e os meios de produção, com a finalidade de produzir, distribuir e reproduzir os bens e serviços socialmente necessários à vida”.

Mesmo que a denominação não fosse a mais correta, o conceito – por si só – nos permitiu a reelaboração do *Style of Farming*. Uma aplicação empírica disso aparece desenvolvida no capítulo correspondente ao desenvolvimento endógeno nas zonas rurais: atingindo um alvo móvel.

Neste trabalho, como continuidade teórica do que até aqui foi exposto, utilizamos o conceito de estilos de manejo dos recursos naturais, fazendo referência ao espaço sociocultural e ecológico existente entre o homem e os recursos naturais, gerado como consequência da coevolução no interior de um etnoecossistema específico. Um estilo de manejo dos recursos naturais significa a realização daqueles arranjos entre os elementos da biosfera (ar, água, terra e diversidade biológica) e a matriz cultural que permite sua articulação, gerando tecnologias específicas locais.

Isso significa a aparição de um repertório cultural e ecológico próprio, que resulta dos intercâmbios gerados entre a natureza, que adquire uma identidade específica na coevolução, e os contínuos elementos externos que a dinamizam, implementando uma mudança sociocultural e uma alteração da sucessão ecológica, retardando-a e simplificando o ecossistema em comparação com seu estado pré-agrícola.

Ainda que no ecossistema exista um menor número de espécies e tipos biológicos, o legado cultural introduzido em função da domesticação conduz a um acervo cultural que, apesar de também simplificar a estrutura do solo e a diversidade das diferentes

populações vivas, revigora a circulação de nutrientes, causando, por sua vez, crescimento mais rápido e maior vulnerabilidade do sistema.

Definitivamente, o homem artificializa a natureza por meio da cultura, deixando gravada nela sua marca e introduzindo, assim, sua identidade específica. Portanto, é falsa a crença generalizada de que a identidade concreta de uma localidade é produto de seu isolamento. Ao contrário, as respostas socioculturais e ecológicas, resultado da coevolução, são produto tanto do manejo dos recursos naturais, quanto das explicações que a cultura atribui ao resultados obtidos. Quando as respostas são adequadas à própria localidade e as suas condições concretas e específicas, ocorre a geração de um potencial de possibilidade e limitações.

O mais relevante nas respostas socioculturais e ecológicas geradas a partir do local são os mecanismos de reprodução e as relações sociais que deles derivam. É nos processos de trabalho, e nas instituições sociais surgidas em torno deles, onde aparece a autêntica dimensão do endógeno. O que a agroecologia pretende é ativar esse potencial endógeno, gerando processos que deem lugar a novas respostas ou façam brotar as velhas (se estas forem sustentáveis).

O mecanismo de trabalho por meio do qual chega-se a tal ativação é constituído do fortalecimento dos marcos de ação das forças sociais internas à localidade. É assim que, por parte dos atores locais, se leva a cabo a apropriação daqueles elementos de seu entorno (tanto genuinamente locais como genericamente exteriores) que lhes permitem estabelecer novos cursos de ação.

Essas novas estratégias de ação devem garantir o incremento da biodiversidade, no que se refere às formas de relação com os recursos naturais. Elas devem atender não somente à utilização dos mesmos, mas também à sua conservação, empregando, para isso, tecnologias que respeitem o meio ambiente e, além disso, permitam a abertura de espaços na administração, para garantir a participação local. Em suma, a agroecologia como desenvolvimento

rural sustentável consiste na busca do local para, partindo daí, recriar a heterogeneidade do mundo rural por meio de formas de ação social coletivas.

Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the scientific basis of alternative agriculture. Boulder Colorado: Westview Press, 1987.

ALTIERI, M. A. Por qué estudiar la agricultura tradicional. **Agroecología y Desarrollo**, Santiago, v. 1, p. 16-24, 1991.

BONNEMAIRE, J. Farming systems research/extension: approach and the european context: In: DENT, J. B.; MCGREGOR, M. J. (Ed.). **Experience in creating a research structure for Agrarian systems and development in France**. Paris: INRA, 1994.

CASTELLS, M. **La era de la información**: economía, sociedad y cultura. Madrid: Alianza Editorial, 1998. 3 v.

CASTELLS, M. **La question urbaine**. París: Françoise Maspero, 1972.

FALS-BORDA, O. **Conocimiento y poder popular**. Bogotá: Siglo XXI, 1986.

GINER, S.; SEVILLA GUZMÁN, E. The demise of the peasant: some reflections on ideological inroads into social theory. **Sociologia Ruralis**, Assen, v. 30, p. 13-27, 1980.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York: Springer-Verlag, 1989.

GLIESSMAN, S. R. **Seminarios regionales sobre agroecosistemas con énfasis en el estudio de tecnología agrícola regional.** Cárdenas: CSAT, 1978.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ de MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible.** Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 535 p.

LEFF, E. **Ecología y capital:** racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. México: Siglo XXI, 1994. p. 320-321.

LEFF, E. **Saber ambiental.** México: Siglo XXI, 1998.

LONG, N. **An introduction to the sociology of rural development.** London: Tavistock Publications, 1977.

PRESTON, P. V. **New trends in development:** essays in development and social theory. London: Routledge and Kegan Paul, 1985.

ROSSET, P. **Mitos de la revolución verde.** Oakland: Food First, 1998.

SACHS, W. **The development dictionary:** a guide to knowledge as power. 2. ed. London: Zed Books, 1995.

SEVILLA GUZMÁN, E.; WOODGATE, G. Sustainable rural development: from industrial agriculture to agroecology. In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. (Ed.). **The international handbook of environmental sociology.** Cheltenham: Edward Elgar, 1997a.

SEVILLA GUZMÁN, E.; WOODGATE, G. From farming system research to agroecology. In: EUROPEAN CONGRESS ON FARMING SYSTEMS RESEARCH AND EXTENSION, 2., Granada, 1997. **Proceedings...** Granada: Junta de Andalucía, 1997b.

VILLASANTE, T. R. **Las democracias participativas**. Madrid: HOAC, 1995.

Capítulo 5

Pesquisa em Agroecologia: Problemas e Desafios

João Carlos Costa Gomes

Introdução

O tema agroecologia tem merecido crescente reconhecimento nos últimos anos, tanto nos meios em que atuam os movimentos sociais, principalmente as organizações não governamentais (ONGs), como também, mais recentemente, no meio acadêmico. Às vezes, como proposta de novo paradigma, outras de forma simplista e equivocada como novo formato tecnológico para a produção na agricultura.

Os autores clássicos que tratam do tema, como Altieri (1999), Guzmán et al. (2000) ou Gliessman (2000), conferem à agroecologia o *status* de disciplina científica com potencial para sustentar uma ação transformadora não só na produção agrícola mas, principalmente, no desenho de uma sociedade mais sustentável.

Neste capítulo, são abordados alguns desafios para a produção e a circulação do conhecimento no campo agrônomo, na perspectiva de que a agroecologia ainda não representa o novo paradigma. Só chegará a sê-lo, quando ocorrer uma profunda ruptura na base epistemológica que dá sustentação ao paradigma ainda em vigor, o que não se verifica de forma generalizada. Ainda

que os itens abordados façam parte de um contexto mais amplo, o texto está organizado em tópicos individuais.

Ruptura epistemológica: disciplina científica *versus* além ciência

A agroecologia é considerada uma disciplina científica que transcende os limites da própria ciência, ao pretender incorporar questões não tratadas pela ciência clássica (relações sociais de produção, equidade, segurança alimentar, autoconsumo, qualidade de vida, sustentabilidade, etc.).

A ciência clássica ficou mais restrita à exatidão, às medidas, ao exame das quantidades, o que exige controle e rigor, ou seja, pressupondo a aplicação de um método. Tratar uma disciplina científica que não se restringe ao campo específico da ciência exige uma primeira ruptura epistemológica, a do antigo conceito de demarcação entre ciência e não ciência, e a consequente aceitação de que a ciência não tem o monopólio sobre o conhecimento válido. Essa é a primeira grande dificuldade para a pesquisa em agroecologia.

Aceitar que os conhecimentos produzidos em outros contextos, além daqueles considerados científicos, também são válidos, significa colocar em discussão os referenciais mais caros à ciência clássica (e aos próprios pesquisadores): objetividade, neutralidade, busca da verdade, conhecimento desinteressado do mundo, etc.

Se a ciência não representa a única fonte de conhecimento válido, se os conhecimentos tradicionais e os saberes cotidianos também devem ser considerados na produção do conhecimento agroecológico, então é necessário promover o diálogo de saberes, em outras palavras, a articulação entre o conhecimento científico e os outros saberes produzidos ao longo do tempo. Isso não é uma

coisa fácil, se considerarmos a formação dos pesquisadores, a cultura e a estrutura das instituições.

Rigor ou intencionalidade implícita no uso de conceitos

Falar sobre as mesmas coisas não significa, necessariamente, ter a mesma visão de mundo ou a mesma intenção. Conceitos como interdisciplinariedade, participação, sustentabilidade, desenvolvimento e equidade, por exemplo, às vezes são utilizados para expressar intenções sérias, em outras mais como modismo ou oportunismo, caracterizando a apropriação indébita do conceito.

No discurso sobre o desenvolvimento, alguns conceitos adquiriram um caráter ambíguo que merece ser esclarecido. Um deles é o de igualdade ou de equidade presentes nas diversas noções sobre o desenvolvimento. Ao mesmo tempo é possível distinguir dois significados: o de justiça ou trato justo, e o de homogeneidade ou semelhança. Tratar as pessoas de forma justa pode requerer tratamentos diferentes. Tratar as pessoas como se fossem semelhantes não significa, necessariamente, um tratamento justo. Igualdade como justiça é uma proposição de valor que se refere a como as pessoas deveriam ser tratadas. Igualdade como semelhança postula características comuns às pessoas.

Se a igualdade como semelhança for transformada em valor, pode ser que venha a ser usada para apagar a noção de justiça (LUMMIS, 1997). Se essa noção for apagada na sua essência, pode levar a que a justiça seja usada como um conceito ligado a poder. Se isso acontecer, poderá ser mal usado, ou o que é pior, poderá ser usado com segundas intenções. Essa consideração é importante para que na pesquisa agroecológica não se incorra no mesmo equívoco da pesquisa clássica, que pretendia uma tecnologia de caráter universal, sem considerar as especificidades

de cada grupo de agricultores. A agroecologia incorpora a diversidade e a diferença, por isso é muito mais complexa.

Outra consideração é sobre a sustentabilidade. O conceito de sustentável, derivado do latim *sustinere*, significa “manter existindo”, implicando permanência ou ajuda por longo tempo. Portanto, não se pode inferir a partir do conceito sustentável, de modo automático, somente as bondades que o mesmo abriga, dado que ele também trás em si as modalidades de permanência ou de ajuda, e estas podem ser indesejáveis.

Em outras palavras, o sustentável não significa, a priori, sinônimo de bom. Outro sentido, mais explícito no espanhol *sostenible*, idioma no qual existe também o *sustentable*, significa “processo que pode manter-se por si só”; por exemplo, um desenvolvimento socioeconômico autossustentado, sem ajuda externa e sem diminuição dos recursos existentes.

A ambivalência do discurso da sustentabilidade também surge da polissemia do conceito *sustainability* (em inglês), que integra dois significados: um aplicado à durabilidade do processo econômico, outro que implica a internalização das condições ecológicas de suporte do processo econômico.

Nesse caso, a sustentabilidade ecológica se constitui numa condição da sustentabilidade do processo econômico. Essa ambiguidade permitiu que o discurso da sustentabilidade fosse transformado ou usado, com o propósito de crescimento econômico sustentável por meio dos mecanismos de mercado, sem preocupar-se com a internalização das condições da sustentabilidade econômica, nem de incorporar os diversos processos que estão implicados na própria sustentabilidade: o ambiente, o tempo ecológico de produtividade e regeneração da natureza, os valores culturais e humanos, a qualidade de vida, entre outros.

Assim, a consideração única dos valores e medições de mercado como indicadores de sustentabilidade acabou seguindo caminho contrário à sustentabilidade, quando consideradas as dimensões socioambientais. Ou seja, a noção de sustentabilidade

foi difundida e vulgarizada, até formar parte do discurso oficial e do sentido comum. Esse mimetismo discursivo, gerado pelo uso retórico do conceito, escamoteou o sentido epistemológico da sustentabilidade (LEFF, 2000).

Uso do método: rigor & flexibilização

O método científico tem sido mais usado no sentido convencional. A corrente filosófica derivada do empirismo pretende que o conhecimento seja obtido pela experiência repetida (daí, as repetições no delineamento experimental); outra corrente, a racionalista, recomendava a redução do todo a partes bem pequenas para melhor compreendê-las, esquecendo-se de que o todo é maior que a soma das partes (essa corrente resultou na compartimentalização do conhecimento e das academias e, conseqüentemente, na especialização dos pesquisadores); uma terceira corrente filosófica, a positivista, pretendia que o conhecimento científico fosse o único a ser considerado, por ser superior a todos os outros (positivo em oposição a negativo). Ainda outra corrente, a mecanicista, dizia que tudo funciona de forma mecânica, como se fosse uma máquina, inclusive o corpo humano, a máquina mais perfeita entre todas.

A aplicação do método científico, nessas perspectivas, levou à perda da noção da complexidade do todo. E, ao não teorizar nem a aplicação do método nem o objeto de estudo, ficando na constatação empírica dos efeitos (a aparência), não conseguiu abrir a “caixa-preta” (a essência), que é complexa. Karl Popper, na década de 1930, e Thomas Kuhn, na década de 1960, mostraram as deficiências das correntes filosóficas citadas, o que não foi incorporado pela ciência convencional¹.

Por sua vez, numa perspectiva não convencional, o uso do método adotou uma postura relativista, quase ao estilo da epistemologia anarquista de Feyerabend (1992), o “vale tudo”, que

agiu corretamente ao abominar as heranças do empirismo, do racionalismo, do positivismo e do mecanicismo, mas não chegou a contribuir na definição do outro método, ou para a flexibilização no uso do método convencional. Ao não fazê-lo, também ficou na aparência, pois a falta de rigor, ou de organização do trabalho (na perspectiva de como deve ser a atividade de pesquisa), também impede de identificar as causas.

Para citar um exemplo prático, o resultado é que um grupo de investigadores (mais cartesiano) não conhece ou não estudou a Teoria da Trofobiose (CHABOUSSOU, 1987). O outro, mais generalista, quase tudo justifica em seu nome. Se o diálogo tivesse ocorrido, talvez a “caixa-preta” tivesse sido aberta, contribuindo para elucidar muitos problemas que ainda hoje continuam sem solução. Ainda sobre o método, é claro que sua aplicação foi responsável por muitos êxitos científicos. Entretanto, se for concebido em seu sentido estreito, identificado exclusivamente com o método experimental, seu alcance fica radical e automaticamente limitado.

Além disso, o método não substitui o talento, mas o complementa: o investigador de talento cria novos métodos, o inverso não ocorre. Para o caso da pesquisa em agroecologia, não se trata nem de abolir o método convencional nem de trabalhar de forma anárquica, mas de se construir um método flexível o suficiente para incorporar a complexidade em questão.

Fundamentalismo: ciência ou ideologia?

A consideração de que o discurso ambiental, a preocupação ecológica e a própria agroecologia estejam mais próximas do campo ideológico do que da ciência ainda é um fantasma que de vez em quando tenta se erguer.

Em 1992, durante o *Fórum Global (Rio 92)*, no Rio de Janeiro, 264 cientistas – entre eles 52 ganhadores do Prêmio Nobel –, assinaram o *Chamamento de Heidelberg*, denunciando a ecologia

como a “emergência de uma ideologia irracional que se opõe ao progresso científico e industrial” (RAMONET, 1997). Um corolário dessa visão é a absolutização paradigmática do conhecimento científico e a glorificação da técnica, sem sequer aceitar discutir ou perguntar por que ou para quem se faz ciência ou se produz tecnologia.

Passados mais de 10 anos do evento, as mudanças ocorridas foram insuficientes para abalar as estruturas de nossas academias e a visão de mundo de uma grande parte dos cientistas. Não se trata de exagero. Ao contrário, é o que vem sendo observado com certa frequência.

Uma questão que talvez muitos pesquisadores de abordagem mais convencional não tenham percebido é a complexidade que está implícita na pesquisa em agroecologia. Para ser superada, essa complexidade depende de especialistas, de trabalhos e de equipamentos sofisticados. O conhecimento agroecológico não é um conhecimento de segunda categoria.

O problema é que a migração de pesquisadores de um paradigma para outro é lenta, podendo implicar que, como dizia Kuhn (1995), se gastem todos os melhores talentos de uma geração dando melhor conformação ao paradigma dominante. Essa é a prática vigente em nossas instituições de ensino e de pesquisa, onde os cientistas mais respeitados em campos consagrados, portanto em acordo com o que é dominante, são os que têm mais cotas de bolsas, mais orientados, estagiários, etc. Essa pressão da comunidade restringida de pares é um obstáculo ao avanço do conhecimento agroecológico.

Construção do diálogo *versus* história, culturas (institucionais, pessoais)

Outra dificuldade na pesquisa em agroecologia é a articulação entre os conhecimentos científicos e os saberes cotidianos. É que esses conhecimentos não ocorrem num vazio, eles são construídos, apropriados e circulam entre pessoas, entre atores sociais que tiveram ou têm trajetórias, histórias de vida e cultura que, se não são antagônicas, pelo menos não são assim tão interativas como essa articulação exige. Resolver isso não é coisa assim tão fácil, que se consiga com mera idealização. Na verdade, existem disputas por campos de conhecimento e por práticas sociais.

O diálogo de saberes não acontecerá, se não ocorrer o necessário diálogo de e entre as pessoas. E não se trata de tentar construir o diálogo entre pessoas que professam paradigmas diferentes, mas de articular grupos que, às vezes, têm até a mesma visão de mundo e a mesma concepção sobre desenvolvimento, formatos tecnológicos, etc., mas que simplesmente têm dificuldades históricas de trabalhar de forma articulada e em parceria.

Complexidade do mercado de C&T: Estado *versus* Sociedade ou Estado & Sociedade

Em tempos de globalização e neoliberalismo, a tendência dominante tem sido a do Estado Mínimo, o que tem afetado programas de Pesquisa e Desenvolvimento, de Ciência e de Tecnologia. Alguns analistas indicam que exatamente a diminuição da atividade de pesquisa pública do Estado foi a responsável pelo surgimento de recentes e sérios episódios que aconteceram na agricultura europeia (mal-da-vaca-louca, dioxina, ressurgimento de doenças consideradas sob domínio causadas pelo uso abusivo de antibióticos, hormônios, etc.). Nesse contexto, da diminuição da pesquisa estatal, tem crescido de importância o papel das organizações da sociedade, ONGs, principalmente.

Uma tese que tem adquirido adeptos é a de que seria conveniente uma nova relação: um pouco menos de Estado e um

pouco mais de sociedade. Como chegar ao equilíbrio nessa relação é a questão, principalmente em se tratando da produção do conhecimento na agricultura.

Além dos já mencionados problemas de história e cultura das instituições, de organização do trabalho, do manejo de conceitos e de instrumentos, e da disputa por campos de conhecimento, existe uma certa desconfiança das organizações sociais em relação ao Estado, que também abriga contradições e disputas internas de poder. Contudo, a análise da vida das organizações estatais mostra que a mudança interna para viabilizar a pesquisa em agroecologia existe, mas ainda é tímida; o que se observa é uma tendência de considerar a tecnologia mais como meio, geralmente para viabilizar o agronegócio.

Na área das organizações da sociedade, é bom lembrar que a pesquisa não é sua tarefa principal, já que sua ação é de corte mais pragmático. Nas universidades, ainda impera a compartimentalização cartesiana. As exceções existentes não abalam a cultura interna e o que continua a existir é a formação que não forma (para o desafio agroecológico). Do lado das grandes corporações, o que interessa é a obtenção do lucro (e não poderia ser diferente).

O apelo ambiental, o ambientalmente correto, nesse caso levará, e já está levando, a novas linhas de produtos (verdes). A crescente compartimentalização do mercado de C&T é um fator que não pode ser desconsiderado, quando se analisa a relação entre Estado e sociedade, na produção do conhecimento para a agroecologia. E esse é um dos problemas a ser enfrentado.

Apelo ambiental

O “ambientalmente correto” é um apelo que, atualmente, está relativamente bem difundido, ocorrendo nos meios políticos, acadêmicos e institucionais. Está no discurso, na mídia e nos

editais. Nos últimos tempos, surgiram editais ou oportunidade de financiamento de projetos de pesquisa em agroecologia patrocinados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Rio Grande do Sul – Fapergs –, pela Embrapa e pelo Programa RS Rural, entre outros.

Ainda que se trate de um fato louvável, por si só, pode ser que não seja a causa de grandes mudanças no campo da pesquisa agroecológica. Por um lado, é verdadeiro que uma das preocupações para quem está no campo da pesquisa agropecuária, e que pretende dedicar-se ao trabalho em agroecologia, é o da obtenção de recursos que viabilizem o trabalho. Por outro, também o é que em tempos de recursos escassos é comum que se busque a fonte de financiamento onde ela existir, mesmo que, às vezes, o grupo ou equipe proponente do projeto tenha uma prática e uma história pouco conectada com o tema em questão. Ou seja, assim como no setor industrial o apelo ambiental leva a tentativas de montar novas linhas de produção para sanar os defeitos ou ocupar o espaço deixado pelo que é falho no sistema maior, é possível que muitos pesquisadores vejam, nos editais destinados à pesquisa agroecológica, uma oportunidade para manterem-se em atividade, ou seja, transformando a oportunidade em oportunismo.

Novas oportunidades e força inercial do paradigma

O surgimento das novas oportunidades para projetos de pesquisa em agroecologia, o que deve ser saudado, carrega em si outro problema: é que, como Einstein dizia, “não se resolve um problema novo com as velhas ferramentas que ajudaram a criá-lo”. Ou seja, ainda que o espaço e os recursos para a pesquisa agroecológica sejam crescentes, o perfil e a formação dos pesquisadores, muitas vezes, continua sendo convencional.

Muitos projetos continuam sendo apresentados com a mesma lógica da pesquisa tradicional (por produtos disciplinares baseados no delineamento experimental clássico, com pouca ou nenhuma participação de agricultores, realizados em condições artificiais e diferentes da que operam os agricultores, entre outros). Além disso, a análise dos projetos também continua sendo feita por pesquisadores consagrados, mas que também mantêm seus vínculos com os princípios epistemológicos e metodológicos do paradigma convencional. Ou seja, aquilo que se deseja substituir atua como força inercial, dificultando a transição na pesquisa. Esse fato tem um peso tão importante, que influi até mesmo na formatação de provas de concursos de instituições em busca de mudanças internas, a favor da agroecologia.

O desafio tecnológico

A crítica à ciência convencional deve-se muito à falta de reflexão sobre a apropriação do conhecimento por ela produzido e pela sua histórica abstenção de incluir a ética em seus pressupostos. Contudo, é inegável que muitos êxitos foram alcançados por sua aplicação. Como exemplo, só foi possível compreender a ciclagem do nitrogênio depois de descobrir o papel-chave desempenhado pelas bactérias no processo (DELÉAGE, 1993). Muito ainda falta elucidar no que toca ao papel de *rhizobium*, *micorrizas*, *azobacteres*, entre outros.

A compreensão de muitas coisas que ocorrem nos campos da fisiologia, da microbiologia, da bioquímica, entre outros, é o que vai proporcionar as condições tecnológicas para a transição agroambiental. Um dos grandes desafios é o de suprir a necessidade de insumos adequados ao novo formato tecnológico. Para a pesquisa, a tarefa é a de descobrir ou validar insumos que viabilizem a independência dos agricultores, e que não representem

apenas uma mera substituição de pacote. (Isso, de certa forma, já está ocorrendo).

É necessário pesquisar práticas de agricultores, outras fomentadas empiricamente por organizações de desenvolvimento, adaptações de tecnologias desenvolvidas em outros contextos, sintetizando, inclusive, tecnologias e processos desenvolvidos na pesquisa convencional, sempre com a finalidade de instrumentalizar os agricultores e não para que um pequeno grupo de oportunistas se aproprie do conhecimento. Ainda que a pesquisa em agroecologia dependa de base epistemológica, metodológica e sociológica bem definidas e aceitas pelos pesquisadores, a base tecnológica também não pode ser negligenciada, pois é nesse campo que os agricultores que iniciam a transição agroambiental têm mais expectativas.

O desafio da ética

A ciência convencional caracteriza-se pelo divórcio, quase absoluto, entre a prática científica e a ética. Uma das promessas da ciência era a de iluminar a vida do ser humano, libertando-o do dogmatismo religioso. Entretanto, ao fazer isso, submeteu a humanidade a outro dogma: o da ideia de progresso ilimitado. Isso levado ao extremo, teve como consequência o aumento da exclusão social, da alienação e da perda da dignidade para um contingente cada vez maior de pessoas. A ciência convencional sempre teve maior preocupação com o como, muitas vezes esquecendo-se de perguntar por que, para que ou para quem.

O discurso explícito sobre a necessidade de aumentar a produtividade para acabar com a fome, por exemplo, serviu para mascarar o objetivo implícito da maximização do lucro. Para diminuir a fome, seria necessário pesquisar culturas alimentares e não as de exportação. Também implicaria pensar sobre onde plantar e como distribuir os alimentos, o que, às vezes, não tem estado na pauta da

pesquisa convencional. Ou seja, a inclusão da dimensão ética na pesquisa permitiria separar os objetivos verdadeiros dos objetivos declarados da própria pesquisa (BONILLA, 2001).

Questões como essa não têm sido tratadas por ingenuidade, por desconhecimento ou por aceitação, inconsciente ou não, de alguma ideologia que interessa a alguém ou a algum grupo. A maioria transmite ideologia de forma inconsciente, já que representações ideológicas existem independentemente de nossas intenções. As ideologias conscientes assumem o caráter de propaganda, mascarando visão de mundo, projeto político, econômico, etc.

Ao tentar convencer alguém, pretendem manter a honra da não manipulação, com isso mascarando, sistematicamente, seus critérios. A incorporação da dimensão ética na pesquisa agroecológica tem exatamente a função de clarear as intenções, explicitando-as. Isso não significa que pretenda eliminar o conflito da sociedade. Numa sociedade plural, as instituições também refletem a pluralidade de opções, sejam éticas, ideológicas ou tecnológicas.

Perspectivas futuras

A perspectiva crítica adotada neste texto tem a intenção de provocar a reflexão sobre a produção do conhecimento em agroecologia e de colocar em discussão alguns dos elementos que constituem a própria agroecologia, seja como disciplina científica, base científica ou mesmo como ciência. Existe uma certa confusão conceitual que atravessa as dimensões epistemológicas, metodológicas, sociológicas e tecnológicas.

Alguns consideram a agroecologia como o novo paradigma. Ainda que represente grande contribuição na busca do novo, a agroecologia está longe de representar um paradigma. Outra confusão diz respeito a que muitos reduzem a agroecologia a um simples formato tecnológico limpo. Isso não só empobrece o conceito como retira seu potencial transformador (inclusão social,

equidade, soberania alimentar, diversidade cultural, construção social da qualidade, entre outras, que estão muito além do circuito tecnológico).

Quiçá, a discussão sobre problemas, perspectivas e desafios da pesquisa em agroecologia possa contribuir não apenas para a reflexão sobre a própria prática dos pesquisadores como para a revisão de culturas institucionais, com as consequências que isso possa representar, inclusive na consolidação do novo paradigma.

Referências

ALTIERI, M. **Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Montevideo: Nordan Comunidad, 1999. 315 p.

BONILLA, J. A. Agricultura ecológica, ciência e ética. In: MIKLÓS, A. A. de W. (Coord.). **Agricultura biodinâmica, a dissociação entre homem e natureza: reflexos no desenvolvimento humano**. São Paulo: Antroposófica, 2001. p. 160-172. Trabalho apresentado na 4ª Conferência Brasileira de Agricultura Biodinâmica, São Paulo.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L&PM, 1987. 253 p.

DELÉAGE, J. P. **Historia de la ecología: una ciencia del hombre y la naturaleza**. Barcelona: ICARIA, 1993. 364 p.

FEYERABEND, P. **Tratado contra el método**. Madrid: Tecnos, 1992. 319 p.

GLIESSMAN, S. R. **Processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 637 p.

GOMES, J. C. C. **Pluralismo metodológico en la producción y circulación del conocimiento agrario**: fundamentación epistemológica y aproximación empírica a casos del sur de Brasil. 1999. 360 p. Tese (Doutorado)-Universidad de Córdoba, Córdoba, 1999.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ de MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa, 2000. 535 p.

KUHN, T. S. **La estructura de las revoluciones científicas**. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1995. 319 p.

LEFF, H. **Saber ambiental**: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. México: SigloXXI, 2000. 285 p.

LUMMIS, C. D. Igualdad. In: SACHS, W. (Ed.). **Diccionario del desarrollo**: una guía del conocimiento como poder. Lima: Centro de Aprendizaje Intercultural, 1997. p. 94-114.

POPPER, K. **La lógica de la investigación científica**. Madrid: Tecnos, 1997. 451 p.

RAMONET, I. **Un mundo sin rumbo**: crisis de fin de siglo. Madrid: Debate, 1997. 246 p.

Capítulo 6

Sistema Integrado de Produção Agroecológica ou Fazendinha Agroecológica do Km 47

*Maria Cristina Prata Neves
José Guilherme Marinho Guerra
Sylvio Romero de Carvalho
Raul de Lucena Duarte Ribeiro
Dejair Lopes de Almeida*

Introdução

O Sistema Integrado de Produção Agroecológica, mais conhecido como Fazendinha Agroecológica do Km 47, é uma área de ensino, pesquisa e capacitação em agroecologia, programada com base na integração lavoura/pecuária, envolvendo plena diversificação de cultivos e algumas criações.

A Fazendinha Agroecológica do Km 47 foi estabelecida e tem sido conduzida em parceria oficializada entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, por meio de duas de suas Unidades de Pesquisa, Embrapa Agrobiologia e Embrapa Solos, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRuralRJ –, e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro – Pesagro/Rio –, por meio da Estação Experimental de Seropédica –

EES –, tendo também contado, durante vários anos, com o apoio da Prefeitura Municipal de Itaguaí.

Implantada em 1993, a Fazendinha Agroecológica acumula 10 anos de experiência de pesquisa no manejo de um sistema orgânico de produção. Concebida inicialmente por pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, logo a ideia foi apoiada pelo professor da UFRuralRJ, Raul de Lucena Duarte Ribeiro e pelo pesquisador da Embrapa Solos, Sylvio Romero de Carvalho, na época ligado à Pesagro/Rio/EES. Hoje, mais de 20 pesquisadores, não só das instituições citadas, mas também da Embrapa Agroindústria de Alimentos, professores de outros departamentos e do Colégio Técnico da UFRuralRJ, bem como estudantes dos cursos de graduação e de pós-graduação dessa universidade desenvolvem atividades de pesquisa, ensino e capacitação na Fazendinha.

Localização

Inicialmente, cogitou-se a implantação da Fazendinha em área privada, junto ao Carmelo de Jesus e Madre Teresa, pertencente à Diocese de Itaguaí, na localidade de Piranema, Itaguaí, RJ. O projeto chegou a ser escrito e enviado para aprovação por uma organização não governamental holandesa, que acabou não o aprovando. Decidiu-se então, definitivamente, que a Fazendinha fosse implantada nas terras da Embrapa.

O sistema sempre representou um grande desafio para seus idealizadores: encontra-se localizado em Seropédica, RJ (latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' N e altitude que varia entre 30 m e 70 m), numa região da Baixada Fluminense de relevo levemente ondulado e com solos classificados como Podzólicos Vermelho-Amarelos e Planossolos, que apresentam baixa fertilidade natural. Os Podzólicos situam-se nas áreas de cota mais elevada, apresentam-se com boa drenagem natural, mas são sujeitos à erosão. Os Planossolos dominam as baixadas e têm problemas de drenagem.

O clima da região é quente e úmido, com inverno pouco pronunciado. A temperatura média do mês mais frio é superior a 20 °C e a temperatura máxima no verão pode ultrapassar 40 °C. O regime pluvial é caracterizado pela existência de um período de chuvas no verão e estiagem no inverno. A precipitação anual é da ordem de 1.300 mm. Apesar das chuvas se concentrarem na primavera e no verão, é comum ocorrer veranicos (estiagens prolongadas) em janeiro e fevereiro. Por sua vez, no inverno, podem ocorrer precipitações elevadas, acima das médias registradas.

A área escolhida para a implantação da Fazendinha encontrava-se em pousio. A vegetação predominante era formada por comunidades de gramíneas e arbustos esparsos, principalmente de leguminosas espontâneas como, por exemplo, a anileira (*Indigofera hirsuta*). Entre as gramíneas, destacavam-se o capim-rabo-de-burro (*Sporobolus* sp.), o capim-murubu ou colômbio (*Panicum maximum*) e a grama-batatais (*Paspalum notatum*), além de uma área onde havia sido feita uma introdução do capim-survenola, um híbrido interespecífico de *Digitaria setivalva* e *D. valida* (ainda existente). A área também abrangia uma pequena floresta secundária ou capoeirão (bastante heterogênea) e um Horto Florestal que remonta às origens do Campus Universitário (com mais de 60 anos de idade).

A área de 59 ha foi escolhida, principalmente, por sua proximidade com infraestrutura já existente (estradas, prédio, galpões, eletricidade e serviço de telefonia).

Antecedentes

A Embrapa Agrobiologia sempre desenvolveu pesquisas focalizadas na agricultura ecológica, baseada no uso extensivo dos processos biológicos para a substituição parcial ou total dos fertilizantes sintéticos (principalmente nitrogênio) e no aumento da eficiência de seu uso na agricultura. Desde a década de 1950,

Johanna Döbereiner (*in memoriam*), liderando um grupo de pesquisadores, estudava o processo de fixação biológica de nitrogênio, primeiramente nas associações envolvendo plantas da família das leguminosas e depois nas gramíneas (D'OBEREINER, 1992).

Os resultados das pesquisas desenvolvidas pelo grupo – e por outros grupos de excelência no País – serviram de base para o estabelecimento da tecnologia empregada na implantação da cultura da soja, que dispensa o uso de fertilizantes nitrogenados, representando, naquela época, uma quebra de paradigma (ALVES et al., 2003).

Não se pode esquecer de que, até a década de 1960, os Estados Unidos da América, maior produtor de soja do mundo, vinham desenvolvendo tecnologias de produção apoiadas no uso intensivo de fertilizantes. No entanto, as pesquisas conduzidas no Brasil mostravam o enorme potencial de se associar o processo de adaptação da soja às regiões tropicais com o estabelecimento de simbioses eficientes com os rizóbios, bactéria fixadora do nitrogênio atmosférico.

O uso de inoculantes contendo rizóbio permitiu a eliminação do uso de adubos nitrogenados na cultura da soja. A economia que essa tecnologia proporciona tem sido estimada em cerca de 1,5 a 2 bilhões de dólares anuais (NEVES; SANTOS, 1993; ALVES et al., 2003), melhorando a competitividade da soja brasileira no mercado externo. As pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Agrobiologia também demonstraram a importância da contribuição da fixação biológica de nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar, no arroz e em algumas gramíneas forrageiras, como o capim-elefante (BODDLEY et al., 2001).

Reconhecido tanto nacional como internacionalmente como um centro atuante em pesquisa de tecnologias alternativas e treinamento em agricultura com enfoque ecológico (BODDEY et al., 1996), a Embrapa Agrobiologia sempre atraiu pesquisadores e

estudantes preocupados com a causa ecológica, e sensíveis aos problemas da agricultura de base familiar.

Desde meados da década de 1980, vinha ganhando força dentro da equipe de pesquisadores da Embrapa Agrobiologia que se dedicavam ao manejo agrícola definido como alternativo, a ideia de se criar condições para o manejo de sistemas de produção que excluíssem o uso de agrotóxicos e desenvolvessem pesquisas dentro de uma visão holística de sistemas. Além disso, discutia-se a conveniência de se ter um local onde as tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Agrobiologia pudessem ser colocadas em prática, servindo assim de vitrine tecnológica para divulgação de resultados.

Em 1984, foi criada a Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro – Abio. Foi a primeira entidade no gênero no Brasil, da qual o professor Raul de L. D. Ribeiro foi membro-fundador e primeiro presidente. Naquele ano, foi realizado em Petrópolis, RJ, o *II Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa – Aearj/Faeab* (1985), que contou com a participação de 22 secretários estaduais de agricultura e meio ambiente. Nesse evento, foi redigido um documento, conhecido como a *Carta de Petrópolis*, no qual os representantes oficiais dos estados se comprometiam a apoiar e reforçar propostas relacionadas à agricultura alternativa, tornando visível o paradigma da agricultura orgânica no País. Nesse encontro, os pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, Johanna Döbereiner e Dejair L. de Almeida participaram como conferencistas.

A partir daí, a motivação do pesquisador Dejair L. de Almeida pela agricultura orgânica e sua experiência como produtor rural aliada à experiência em fitotecnia do pesquisador Fernando F. Duque, que também era pecuarista, geraram discussões que resultaram na criação de um espaço físico para o desenvolvimento do Sistema Integrado de Produção Agroecológica, a Fazendinha Agroecológica do Km 47.

A criação de um espaço para o exercício do manejo orgânico dentro de um enfoque integrando as explorações vegetal e animal

foi amplamente estimulada pelo Dr. Shiro Myasaka (pesquisador aposentado do Instituto Agrônomo de Campinas, SP), que também chegou a considerar um sistema semelhante em projeto conjunto entre a Fundação Mokiti Okada e a Universidade de Brasília – UnB.

Em 1992, o projeto intitulado Unidade Integrada de Produção Agrícola, coordenado pelo pesquisador Dejair L. de Almeida, foi apresentado e aprovado na reunião de programação de pesquisa do Programa de Biologia do Solo, da Embrapa. Nesse mesmo ano, o projeto perde um de seus idealizadores, o pesquisador Fernando F. Duque.

O projeto tinha como objetivos:

- A otimização do uso de leguminosas para atender a demanda de nitrogênio, via fixação biológica de nitrogênio, para a produção de cereais, hortaliças, frutas, leite e madeira.
- Aproveitar e avaliar os benefícios do uso de resíduos gerados na Unidade.
- Usar práticas de manejo capazes de reduzir a entrada de insumos externos e de favorecer a otimização do aproveitamento do fósforo por processos biológicos.
- Minimizar os prejuízos causados por pragas e doenças por meio de diversificação, associação e rotação de culturas e do equilíbrio nutricional das plantas por meio da adubação orgânica e do manejo conservacionista do solo.
- Adequar tecnologias de baixo custo.

Além disso, a unidade de produção deveria servir para a avaliação da eficiência econômica, do balanço energético e dos benefícios sociais do manejo adotado e permitir o monitoramento técnico-científico das práticas agrícolas (inclusive as do saber popular).

Desde o planejamento inicial, a Fazendinha foi pensada como um espaço de treinamento para estudantes e técnicos, de forma a

atrair e estimular novos recursos humanos. Era vista, também, como motivadora de pesquisas onde componentes inter-relacionados da produção agrícola pudessem ser avaliados.

No mesmo ano, durante o primeiro processo de planejamento estratégico da Embrapa, o então Centro Nacional de Pesquisa de Biologia do Solo assumia, como missão, não apenas o avanço do conhecimento e geração de tecnologias em biologia do solo, mas passou a incluir, também, o desenvolvimento de tecnologias para o manejo ecológico dos sistemas de produção, buscando nos processos biológicos e no manejo orgânico a sustentabilidade da produção agrícola (EMBRAPA, 1994).

Com a nova missão, houve também necessidade de adequação do nome do Centro, que na assinatura-síntese passou a se chamar Embrapa Agrobiologia. Com a ampliação da missão, a implantação da Fazendinha passou a ser uma meta prioritária para a Unidade.

Parcerias

Um projeto com tantos e tão amplos objetivos – e principalmente por estar voltado para o manejo holístico de um sistema de produção – só poderia se tornar viável com parcerias que complementassem a especialização decorrente da formação profissional de cada participante.

Um parceiro natural e atuante desde o início da implantação do sistema foi o professor Raul de L. D. Ribeiro, com formação em Fitopatologia e Fitotecnia, também um produtor rural experiente. Logo depois se uniu ao grupo o pesquisador Sylvio R. de Carvalho, com formação em Física do Solo e em Manejo de Pastagens, responsável por grande parte do trabalho de estabelecimento dos lagos e de parte da infraestrutura básica da Fazendinha.

A viabilização da parceria contou com o apoio dos pesquisadores Salomão Aronovich e Helvécio De-Polli, na época

presidente da Pesagro/Rio e chefe-geral da Embrapa Agrobiologia, respectivamente. A parceria é oficializada por meio de um convênio de cooperação técnica entre as instituições (Embrapa Agrobiologia, Embrapa Solos, Pesagro/Rio e UFRruralRJ).

O grupo inicial passou então a gerenciar e a discutir a implantação do Sistema Integrado de Produção Agroecológica, onde a produção vegetal seria complementada pelas atividades de produção animal. A adoção do manejo orgânico para a Unidade de Produção que se pretendia implantar era objeto de questionamentos entre os membros do grupo, que eram muito motivados para a empreitada.

Ao grupo inicial foram aderindo outros pesquisadores e professores. Em 1995, o pesquisador José Guilherme M. Guerra (Embrapa Agrobiologia) aprovou, no âmbito da Embrapa, o primeiro projeto sobre Manejo em Agricultura Orgânica, dentro da programação de pesquisa da Empresa. A aprovação desse projeto, somente após extensiva justificativa, evidenciou o despreparo do sistema vigente de avaliação de projetos em lidar com propostas de caráter sistêmico. A aprovação do projeto introduz a ideia de se pesquisar o manejo em agricultura orgânica, no sistema de programação da Embrapa.

Objetivo e prioridades

A Fazendinha foi criada para ser um espaço adequado ao exercício da agroecologia e do manejo orgânico em bases científicas e estruturada para a exploração racional das potencialidades locais, dentro de uma estratégia que contribui para a sustentabilidade e a estabilização da atividade produtiva no meio rural (ALMEIDA et al., 1999).

As prioridades estabelecidas são:

- Alcançar autossuficiência em relação à nutrição nitrogenada das culturas, por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférico e da reciclagem dos resíduos orgânicos, usando intensamente a rotação e a diversificação de culturas.
- Usar recursos locais sempre que possível.
- Maximizar a reciclagem de nutrientes essenciais às culturas e minimizar suas perdas.
- Manter o equilíbrio nutricional das plantas e evitar situações de estresse, de modo que seus mecanismos de defesa não sejam alterados e possam se manifestar.
- Manter as populações de fitoparasitas e ervas invasoras em níveis toleráveis, sem o emprego de técnicas que representem impactos negativos de natureza ecotoxicológica.
- Intensificar a utilização de espécies arbóreas nos sistemas de produção orgânica.
- Integrar as atividades de produção animal com as de produção vegetal.
- Estabelecer práticas de manejo alternativo de bovinos, de suínos e de aves.

Com a maioria das metas alcançadas, o sistema está consolidado e tem tido reconhecimento nacional e internacional.

Desenvolvimento

No primeiro ano de implantação da Fazendinha foi feito um mapeamento dos solos e a descrição da área no seu ponto inicial. Nessa etapa do processo, o levantamento feito pelo pesquisador Osório M. da Fonseca, e os mapas concluídos pelo pesquisador Rafael David dos Santos, ambos da Embrapa Solos, foram fundamentais. No início do projeto, foi feita também uma filmagem, para documentar a área. As observações iniciais relacionadas à

fertilidade química, topografia e aptidão dos solos foram usadas para a divisão das glebas. O mapa de aptidão dos solos foi fundamental para a tomada de decisão durante a implantação dos pomares, sistemas agroflorestais, pastagens, avicultura, dentre outras atividades.

As áreas arenosas (Planossolos) de baixada foram destinadas à formação de pastagens, sendo as mais degradadas submetidas à reconstituição ou recomposição ambiental. Por sua vez, os terrenos mais férteis, correspondentes às áreas altas de Argissolo Vermelho-Amarelo, foram reservados à lavoura.

Houve preocupação inicial em registrar, na forma de croquis, algum desenho para a ocupação da área, seguindo preceitos da agroecologia. Contudo, em discussão com o biólogo Rodrigo Mata Machado, atualmente professor da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG –, decidiu-se não se deter a desenhos. Assim, foram naturalmente estabelecidos cordões nas curvas de nível, fundamentais para atenuar o processo erosivo, nos quais foram plantadas espécies arbóreas, principalmente frutíferas. Com isso, o esquema espacial – que hoje resulta na paisagem agradável e harmônica vislumbrada ao percorrer as glebas – surgiu de forma intuitiva, e coerente com os preceitos de Gliessman (2001), para o manejo da paisagem agrícola.

Inicialmente, era prevista a implantação de quatro piquetes de 2,5 ha para formação de pastagem, e um piquete com 3 ha para formação de capineira/legumineira/canavial. Um dos piquetes seria consorciado com coqueiro-anão. Planejava-se o manejo desses piquetes de forma rotacionada com culturas anuais a cada 5 anos, seguindo-se o princípio de consórcio ou de plantio em faixas intercalares.

A área destinada a culturas anuais e a olerícolas seria de 3 ha para o plantio de raízes e de tubérculos (mandioca, batata-doce, inhame, etc.), 6 ha para grãos (milho, arroz, feijão, etc.) e 2 ha para olerícolas, mantendo-se o princípio da rotatividade anual das

culturas e a consorciação entre elas ou com leguminosas para adubação verde.

Cerca de 3 ha seriam destinados a culturas perenes, onde seriam cultivados café, cítricos, banana, etc. As culturas seriam implantadas consorciadas com leguminosas de grãos e, posteriormente, toda a área teria o solo protegido com leguminosas para cobertura verde.

O projeto inicial também previa o plantio de essências florestais. Cerca de 3 ha estavam reservados para o plantio de eucalipto e leguminosas arbóreas introduzidas, e 3 ha formariam uma reserva ecológica, com essências nativas.

Em relação à pecuária, era previsto o manejo de 1.500 aves (corte e ovos), 2 a 3 matrizes de porcos para recria e 15 vacas de leite, além da construção de um lago para criação de peixes consorciados com a criação de suínos. O lago teria, também, a função de suprir água para irrigação das culturas.

Dentre os itens de infraestrutura, era prevista a construção de poços artesianos para tornar a Unidade autossuficiente em água. Também se planejava a construção de uma pequena usina de produção de álcool para uso na propriedade, além da instalação de geradores movidos a energia solar.

O processo de implantação da Fazendinha foi feito em etapas, de acordo com as oportunidades e as necessidades: as pupunheiras e as aceroleiras são legados de estudos sobre micorrizas orientados pela pesquisadora Eliane Maria R. da Silva (da Embrapa Agrobiologia). As instalações para criação de suínos (maternidade) e de aves poedeiras, além do minhocário, ficaram situadas próximas ao estábulo e ao curral já existentes, para facilitar o manejo.

A atividade de vermicompostagem é resultante dos trabalhos da pesquisadora Adriana Maria de Aquino (da Embrapa Agrobiologia). A avicultura de postura foi implantada pelo pesquisador Renato Passos, da Estação Experimental de Seropédica da Pesagro/Rio e pelo veterinário Ricardo Bottechia, com participação do pesquisador

Gilberto B. Lignon (Convênio de Sanidade Animal Embrapa/UFRuralRJ).

Construiu-se um lago, abastecido por nascentes próprias, e dois poços semiartesianos, que fornecem o volume de água requerido às irrigações. Essas são, quase sempre, efetuadas por aspersão, a partir de reservatório junto ao qual operam as bombas elétricas.

A irrigação mostrou-se imprescindível, tendo em vista a distribuição desuniforme de chuvas, característica da região, assim como a necessidade de se evitar o déficit hídrico intensificado pelas temperaturas elevadas que ocorrem com frequência durante a estiagem.

Tratos iniciais, primeiros plantios e estudos

Em junho de 1993, as pastagens começaram a ser formadas e foi implantada a primeira horta, uma área de quiabo e uma capineira de capim-napier, consorciado com siratro. A formação dos primeiros pastos teve a participação do pesquisador Paulo Francisco Dias, da Estação Experimental de Seropédica da Pesagro/Rio.

Todas as áreas de produção receberam calagem anteriormente aos plantios, de acordo com as recomendações oriundas dos resultados das análises químicas dos solos. As áreas destinadas a pastagens receberam, também, rocha fosfática. Nas áreas de produção de olerícola, o calcário foi misturado com gesso, para suprir possível deficiência de enxofre, pois os teores de matéria orgânica das áreas eram muito baixos e, como fonte de fósforo, foi utilizado termofosfato.

A proposta de se produzir grãos foi abandonada e a produção de hortaliças tornou-se uma característica norteadora do desenvolvimento das atividades da Fazendinha. O manejo das culturas prioriza o controle à erosão, a preservação da biota no sistema solo/planta e a consequente manutenção da fertilidade dos

solos, com o uso de plantas de cobertura, da adubação verde, de compostagens e da incorporação de insumos também de origem orgânica, como farinha de ossos, cinzas de lenha, etc.

Nas glebas sob diferentes manejos, foram feitos levantamentos da diversidade da biota do solo pelas pesquisadoras da Embrapa Agrobiologia Norma G. Rumjanek, Maria Cristina P. Neves, Maria Elizabeth F. Correa e Adriana Maria de Aquino (ZILLI et al., 1998; CORREA; PINHEIRO, 1999). O grupo de Ecologia Molecular Microbiana ganhou, mais tarde, um reforço com a contratação do ex-aluno Gustavo R. Xavier.

No manejo fitossanitário, maior ênfase tem sido direcionada à estratégia antiestresse, estabelecendo condições gerais de cultivo para que as plantas possam expressar plenamente seus mecanismos de defesa e buscar, com a biodiversidade, a harmonia requerida para que as populações de parasitas permaneçam em níveis toleráveis.

Quando estritamente necessários e sempre de forma pontual, são usados agentes de controle biológico e estratos vegetais, além de caldas alternativas produzidas pela Estação Experimental de Seropédica, sob a responsabilidade da fitopatologista Maria do Carmo de A. Fernandes.

O monitoramento das populações de insetos pragas e seus inimigos naturais está em fase inicial e é coordenado pela pesquisadora da Embrapa Agrobiologia, Elen de L. A. Menezes, e conta, também, com a participação do professor Paulo César R. Cassino, do Departamento de Entomologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRuralRJ.

Uma gleba foi plantada com café Conilon, sombreado com *Gliricidia* e *Erythrina*, além de mamoeiro e guandu. Essa atividade faz parte de um projeto maior de manejo orgânico de café, conduzido pela pesquisadora Marta dos S. F. Ricci (da Embrapa Agrobiologia), cujas experiências foram recentemente publicadas (RICCI et al., 2002).

Como as atividades desenvolvidas dependem de um coordenador, usualmente, um pesquisador ou professor com interesse no tema e como nem sempre isso é possível, algumas ações ainda não foram implementadas. A compostagem, por exemplo, é uma atividade que ganhou impulso com a contratação do pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Ricardo T. dos G. Peixoto.

Seguindo essa lógica, hoje ainda não se tem um sistema de criação de bovino plenamente implantado, apesar das tentativas feitas. O mesmo aconteceu com a criação de suínos, atividade que foi tentada, mas logo descontinuada.

O plantio de essências florestais também não se viabilizou, embora com o crescimento das fruteiras perenes e com a disseminação do uso de *Gliricidia* e *Erythrina* como mourão-vivo nas cercas e a arborização dos pastos orientada pelo pesquisador da Embrapa Agrobiologia da Embrapa Agrobiologia, Avílio A. Franco, a Fazendinha tenha, hoje, um aspecto de sistema agroflorestal. Foi, também, por iniciativa desse pesquisador, que algumas colmeias foram introduzidas e dispostas nas áreas de mata preservada.

Com o decorrer dos anos, o pasto apícola foi substancialmente incrementado, contando hoje com as florações dos citros e do cafezal, além de muitas outras espécies melíferas, incluindo hortaliças, cereais e leguminosas, regularmente cultivadas, além de arbóreas presentes nos talhões agroflorestais estudados pelos pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, Eduardo F. C. Campello e, mais recentemente, por Alexander S. de Resende, do Horto Botânico, e nas áreas de regeneração ambiental, estudadas pelos professores da UFRuralRJ, Luís Mauro Magalhães (Instituto de Floresta) e Ariane L. Peixoto (Instituto de Biologia).

Duas áreas foram destinadas à implantação de estandes agroflorestais: num desses, conduzido pelo então bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – Faperj –, Bernardo W. Spinelli, observa-se o método preconizado por Ernst Goetsch e divulgado pela Assessoria e Projetos de

Tecnologia Alternativa – AS-PTA –, uma ONG dedicada à difusão e divulgação de tecnologias alternativas. A outra área, recentemente implantada, é parte de um projeto do professor Antônio Carlos de Souza Abboud, do Departamento de Fitotecnia, da UFRuralRJ e visa a produção de espécies ornamentais, além de frutíferas e de palmiteiro.

A Fazendinha também tem se tornado um espaço para resgate e preservação de culturas em processo de extinção, como é o caso da araruta (*Maranth arundinacea*), cujos estudos foram inicialmente desenvolvidos pela professora do Colégio Técnico da UFRuralRJ, Irmair da S. Coelho, bem como de outras culturas de certa relevância econômica, mas pouco trabalhadas, como por exemplo, a cará (*Dioscorea sp.*).

A Fazendinha tem sido o laboratório para o desenvolvimento de inúmeras teses de estudantes de pós-graduação, aulas práticas, além de fornecer matéria-prima para estudos na área de tecnologia de alimentos.

Dificuldades

Inúmeras foram as dificuldades encontradas durante a implantação e o desenvolvimento da Fazendinha. Desde o início, tem sido muito mais fácil motivar os pesquisadores e professores ligados à área de produção vegetal do que da área animal. Como resultado, as metas ligadas à produção animal têm sido adiadas e a integração não atingiu níveis desejáveis. Atualmente, a responsabilidade pela produção dos bovinos é do Colégio Técnico da UFRuralRJ, sob coordenação do professor José Cristóvão Pires e prevê a aquisição de matrizes para estabelecimento de uma bovinocultura de leite.

A solução de questões administrativas – como a restrita disponibilidade de mão de obra e a segurança do local – tem sido

continuamente adiada e representa um grave problema para a sobrevivência da Fazendinha.

Ainda não foi possível construir um poço artesiano para assegurar o abastecimento de água, já tendo havido anos de estiagem prolongada, causando sérios transtornos e muita preocupação. Para resolver o problema, foram feitas algumas barragens para aumentar o volume de água armazenada em diversos pontos.

Durante anos, as mudas de hortaliças e de algumas frutíferas foram produzidas em casa-de-vegetação pertencente ao Instituto de Biologia da UFRRuralJ, que não apresentava isolamento suficiente para a produção de mudas orgânicas. Recentemente, foi possível construir uma casa-de-vegetação na área da Fazendinha, não somente para atender às necessidades próprias, mas também para fornecer mudas a pequenos agricultores da vizinhança, que se converteram à agricultura orgânica.

Nesses 10 anos, as atividades se diversificaram e o grupo cresceu. Pela Embrapa Agrobiologia, têm sido colaboradores frequentes os pesquisadores Marcelo T. Grandi (melhoramento vegetal), Segundo Urquiaga, Bruno J. R. Alves (ciclagem de nutrientes) e José Antônio A. Espíndola. Pela Pesagro/Rio, integraram-se ao grupo os pesquisadores Marco Antônio de A. Leal e Ronaldo G. Coelho (ambos da área de Fitotecnia) e Paulo F. de Oliveira Dias (pastagem) e, pela UFRuralRJ, os professores Edna Rienke e Ricardo Berbara (Departamento de Solos), Daniel F. de Carvalho (Departamento de Engenharia Rural) e José Ricardo Rodrigues (Colégio Técnico).

Principais resultados de pesquisa

Além do monitoramento sistemático de parâmetros edafobiológicos dos componentes do sistema, relacionam-se as seguintes linhas de pesquisa analítica:

- Adequação de leguminosas por meio de consórcios e rotações com culturas econômicas.
- Introdução e avaliação do desempenho de cultivares de olerícolas e frutíferas sob manejo orgânico.
- Estimativas do valor biológico e nutricional de produtos colhidos.
- Avaliação de consórcios entre hortaliças folhosas e de raiz.
- Estudos sobre plantio direto e cultivo mínimo de hortaliças de fruto, sem uso de herbicidas.
- Investigações sobre formas alternativas de manejo para produção animal, especialmente em relação à nutrição e ao controle de ecto e endoparasitas.

Nesses 10 anos, os estudos desenvolvidos permitem concluir que, para as condições edafoclimáticas da Fazendinha, são viáveis os cultivos em sistema orgânico, sem aplicação de agrotóxico e sem adição de nitrogênio industrializado, de alface, brócolis, cebolinha, cebola, alho, chicória, couve, espinafre, bertalha, repolho, salsa, abóbora, berinjela, caupi, chuchu, pimentão, tomate-rasteiro e tomate-cereja, quiabo, feijão-de-vagem, aipim, batata-doce, beterraba, cenoura, inhame, cará, acerola, maracujá, cana-de-açúcar, rúcula, mamão, banana, girassol, sorgo, milho e soja (ALMEIDA et al., 2002).

As produtividades alcançadas no sistema orgânico para abóbora, beterraba, cebolinha, cenoura, chicória, repolho, rúcula, salsa e feijão-de-vagem foram bem acima das médias nacionais que têm sido relatadas para essas culturas. Somente no caso do rabanete e do tomate, as produtividades obtidas foram menores (ALMEIDA et al., 2002).

Dentre os cultivos consorciados, os que se mostraram mais promissores foram: cenoura com alface ou chicória e alface com rabanete (SUDO, 1998), alface com cebola (PAULA, 2003) batata-doce com *Crotalaria juncea*, berinjela com caupi, pimentão com caupi, pimentão com feijão-de-vagem (SOUZA, 2003), aipim com C.

juncea, aipim com caupi, inhame com caupi e brócolis, repolho com rabanete (OLIVEIRA, 2001), *Arachis pintoi* como cobertura viva nos plantios de mamão, maracujá e banana, cunhã como cobertura viva no plantio de fruta-do-conde, siratro como cobertura de figo (ESPINDOLA et al., 1998a, 1998b). Consórcios de alface/cenoura ou beterraba, avaliados pelo Índice de Eficiência de Uso da Terra, mostraram-se 84% e 37% mais produtivos do que os respectivos monocultivos; a produtividade da cenoura em consórcio alcançou 43,54 t/ha contra 35,88 t/ha em monocultivo. Já a produtividade da beterraba em consórcio foi 29,04 t/ha contra 32,24 t/ha em monocultivo. Por sua vez, o peso médio da alface não foi influenciado pela presença da cenoura ou da beterraba em consórcio (SUDO, 1998; SUDO et al., 1998).

Com o uso de técnica isotópica para análise do balanço de nitrogênio no consórcio de milho/feijão-de-corda, foi demonstrado que a adubação verde é capaz não somente de fornecer o nitrogênio exigido pela cultura do milho, mas também de restituir quase todo o nitrogênio retirado do sistema pela colheita das espigas. O plantio consorciado com feijão-de-corda ou *C. juncea* proporciona aumento na produtividade do milho de até 68%, em relação àquela obtida no monocultivo. À medida que a população de leguminosa se adensa nas entrelinhas do milho, promove-se um incremento significativo na biomassa roçada e no aporte de nitrogênio. O sistema de adubação verde simultâneo pode ser recomendado aos agricultores da região, tendo em vista sua eficiência, viabilidade prática e baixo custo. A adubação verde aumenta significativamente o teor de N (nitrogênio) total das folhas de milho, analisadas 8 dias após o corte da leguminosa (HODTKE et al., 1999).

Pré-cultivo de *C. juncea* substituiu integralmente a adubação orgânica de cobertura no consórcio alface/cenoura, normalmente feita com esterco de cama de aviário. Por sua vez, houve diferenças também marcantes, no que diz respeito à alface, entre o pré-cultivo de *C. juncea* e o pousio, o que indica que a leguminosa é adequada

para programas de rotação de culturas com as hortaliças estudadas (OLIVEIRA, 2001).

O plantio direto de repolho (cv. Astrus) sobre palhada roçada de *C. juncea* e o de brócolis (cv. Baron) sobre palhada roçada de *C. juncea*, sorgo ou milheto, mostrou ser uma técnica de cultivo adequada para a produção dessas hortaliças sob manejo orgânico, sem a utilização de herbicidas (SILVA, 2002).

Em cultivos de primavera/verão, a soja demonstrou excelente potencial como adubo verde, face à elevada formação de biomassa, precocidade e facilidade de obtenção de sementes. As cultivares Taquari, Mandi, Campo Grande, Surubi e Celeste revelaram-se promissoras tanto para serem utilizadas com adubo verde, quanto para a produção de grãos, quando submetidas a manejo orgânico, apresentando altos rendimentos. Produções de até 4 t/ha foram obtidas com a cultivar Taquari (PADOVAN, 2002). Por sua vez, a produção de grãos de soja orgânica constitui-se, numa boa alternativa em sistemas diversificados, sobretudo para a agricultura familiar.

A adoção de sistema orgânico na cultura do milho, para colheita de espigas verdes, demonstrou a existência de diferenças significativas entre cultivares. No cômputo geral, destacaram-se as cultivares IAC Vitória, IAC Mococa e Sol da Manhã NF, nessa ordem, como as mais promissoras. Por sua vez, as cultivares BR-106 e BR-473 revelaram menor adaptabilidade ao manejo orgânico. Tendo em vista a importância das características avaliadas, em relação à produtividade e ao padrão comercial (inclusive atributos sensoriais), essas cultivares podem ser recomendadas aos agricultores da Baixada Fluminense (ARAÚJO et al., 1999).

O balanço de nutrientes – N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e magnésio (Mg) – realizado nas culturas de abóbora, beterraba, cebolinha, cenoura, chicória, rabanete, repolho, rúcula, salsa, tomate e vagem, sob manejo orgânico, revelou-se positivo (entrada de nutrientes maior que a saída). Essas estimativas, embora promissoras, necessitam de acompanhamento

em anos subsequentes, para permitir que as recomendações de adubação para as diferentes culturas sejam adequadas não apenas para obtenção de bons níveis de produtividade, mas também para manutenção nos níveis de fertilidade dos solos (SALGADO et al., 1998).

Os teores de nutrientes – N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), Cu (cobre), Fe (ferro), Mn (manganês) e Zn (zinco) – analisados em amostras foliares de algumas espécies (alface, couve, brócolis, repolho, chicória, espinafre, cenoura, milho, mandioca, abóbora, cana-de-açúcar, coco e pupunha), cultivadas sob manejo orgânico, têm se apresentado dentro ou acima das faixas consideradas adequadas para as respectivas culturas. Já os teores de nitrato medido em hortaliças produzidas organicamente na Fazendinha, quando comparados com amostras das mesmas espécies produzidas convencionalmente e comercializadas na Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro – Ceasa/Rio –, foram significativamente mais baixos; assim, os produtos amostrados na Ceasa/Rio revelaram teores mais elevados de nitratos em relação aos produtos da Fazendinha, da ordem de 380%, 350%, 120% e 50% para espinafre, couve, repolho e alface, respectivamente. No caso das hortaliças folhosas da Ceasa/Rio, os teores de nitrato revelaram-se muito acima dos níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde – OMS –, o que não ocorreu com as hortaliças orgânicas (BRAGA, 1997; BRAGA; ABOUD, 1998).

A solarização do solo, utilizando-se cobertura com plástico transparente (retirado na época de plantio), mostrou-se um método eficiente para o controle da população de tiririca (*Cyperus rotundus*) e de nematoides do solo. Além de ter reduzido o número de capinas, a solarização aumentou a produção de raízes de cenoura Brasília em 21%. A biomassa microbiana do solo foi reduzida pela solarização a 26% do valor calculado para as parcelas-controle, mas houve uma acentuada recuperação após a retirada do plástico (RICCI et al., 1999).

Alta diversidade da população de microrganismos, especialmente rizóbios, nos solos sob manejo orgânico e nas áreas de pastagem (ZILLI et al., 1998). Também foi constatado aumento significativo na biomassa microbiana do solo com o manejo adotado (PIMENTEL, 2001) e maior diversidade da fauna edáfica associada ao uso de leguminosas como adubo verde (CORREA; PINHEIRO, 1999).

Substratos constituídos de insumos orgânicos, localmente disponíveis (composto ou vermicomposto + cama de aviário + carvão de casca de arroz ou de café), enriquecidos com termofosfato sílico-magnésiano e cinza vegetal revelaram-se tão eficientes quanto substrato industrial para produção de mudas de alface e de beterraba em bandejas de poliestireno expandido (isopor), podendo representar opção viável para a agricultura orgânica. A solarização desses substratos orgânicos inativou por completo as sementes de ervas invasoras, sobretudo presentes naqueles formulados a partir de vermicomposto (MIRANDA et al., 1998; FRANCH et al., 2000).

Muitos dos trabalhos mencionados acima foram executados por estudantes da UFRuralRJ, mostrando o inesgotável potencial da parceria interinstitucional. O Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRuralRJ incorporou a área de concentração em agroecologia, que atualmente apresenta uma significativa demanda. A formação de profissionais com titulação de mestrado e de doutorado nessa área traduz-se em pioneirismo no Brasil e marca um perfil diferenciado da UFRuralRJ no ensino de ciências agrárias (FRADE, 2000).

A Fazendinha foi, também, a base de um projeto inovador, a Rede Agroecologia Rio, aprovado em 1998, pelo Programa Recope/RJ da Finep/Faperj, visando a formação de redes cooperativas de pesquisa. A Rede Agroecologia Rio teve como objetivos a validação e a transferência de tecnologias agroecológicas, por meio de metodologias participativas, e o foco de atuação na agricultura familiar, contemplando todos os elos da cadeia produtiva da agricultura orgânica no Estado do Rio de

Janeiro (incluía instituições públicas de pesquisa, ensino e extensão – Embrapa Agrobiologia, UFRRJ, Pesagro/Rio, Emater/Rio, uma associação de produtores e certificadora, Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro – Abio –, uma comercializadora, a Agrinatura, e uma ONG – AS-PTA.

Dentre os resultados mais relevantes, foi o aumento do número de agricultores certificados no Estado do Rio de Janeiro, que durante a vigência do projeto (1998 – 2000) passou de 20 para 210 e a melhoria de vida dos produtores da Região do Brejal, grupo destacado no encarte *O Brasil que vence a fome – A ciência a serviço da agricultura de fundo de quintal* do jornal *O Globo* (Domingo, 30/3/2003). Atualmente, a despeito da ausência de apoio financeiro específico, as instituições parceiras buscam manter o espírito da Rede em todas suas ações.

Situação atual e perspectivas

Após 10 anos de manejo, a paisagem da Fazendinha está inteiramente modificada. Significativas diferenças podem ser observadas nos parâmetros tradicionais de avaliação da fertilidade do solo (Figura 1), quando se compara a média das inúmeras análises de fertilidade feitas ao longo de todos esses anos.

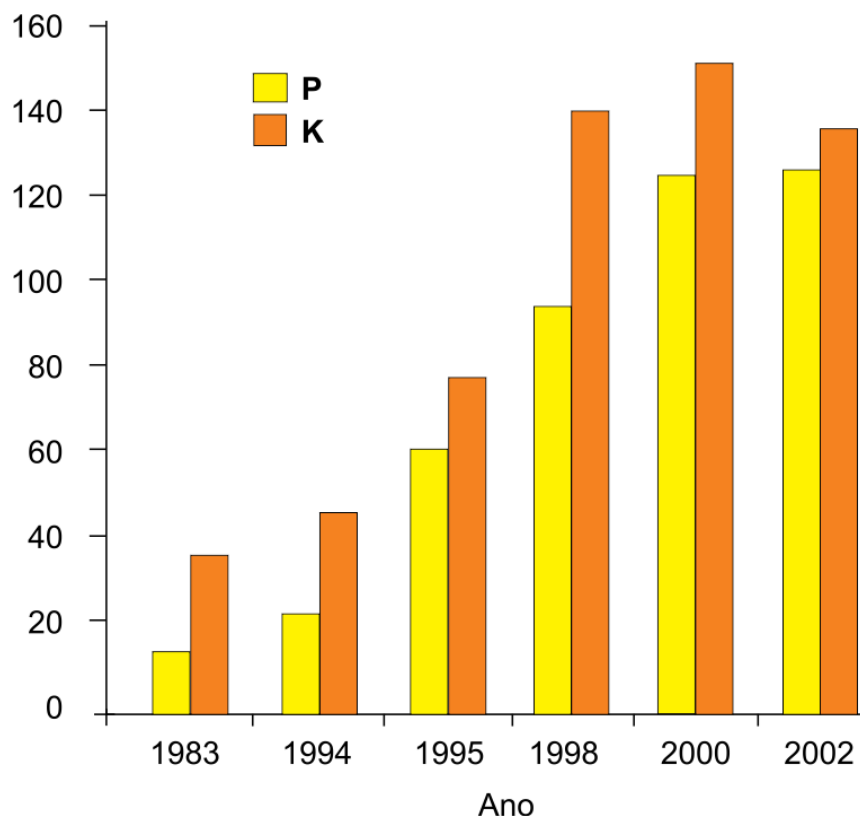


Figura 1. Evolução de alguns parâmetros de fertilidade dos solos da Fazendinha.

Nota: os valores são médias de 36 (1993), 30 (1994), 30 (1995), 291 (1998), 242 (2000) e 255 (2002) amostras de solo analisadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agrobiologia.

A área atualmente ocupada é de 70 ha, aproximadamente, ampliada com a incorporação de novos espaços, como o Bosque dos Empregados, a área de compostagem, e novas áreas de pastagem. As alamedas formadas por leguminosas arbóreas e frutíferas diversas, algumas já em produção, entremeiam os plantios de hortaliças e de cereais, adequando-se ao complexo leguminosas e gramíneas para adubação verde e cobertura do solo, empregadas em sucessão ou em consórcio simultâneo. Ao todo, são manejadas mais de 50 espécies de plantas cultivadas. Somam-se áreas de preservação de fragmentos da Mata Atlântica, uma área-pólo de manejo agroflorestal, o Horto Botânico, 14 hectares de pastagens

formadas (subdivididas em piquetes) e um cafezal orgânico consorciado e sombreado.

Na Fazendinha, são criados bovinos mestiços a pasto, arraçoados, no inverno, com cana-de-açúcar e capim Napier produzidos no local. É mantido, também, um plantel de galinhas poedeiras Label Rouge (“caipiras”) em regime de pastoreio rotativo e que consomem grãos, minhocas (obtidas da vermicompostagem do esterco bovino) e restos e refugos das lavouras, o que permite a redução do uso de ração industrial em cerca de 50% em relação à avicultura convencional, obtendo-se, em média, aproximadamente 70% de postura. As aves dispõem de quatro piquetes de capim coast-cross.

Os animais são criados com sucesso, sem o emprego de medicamentos alopáticos e pesticidas, sem maiores problemas de ordem sanitária, aplicando-se apenas as vacinas corriqueiras. A integração com a pecuária vem permitindo autossuficiência quanto à adubação orgânica das culturas com esterco de curral e a condução do minhocário de múltiplas finalidades.

Um aspecto que muito contribuiu para sua consolidação foi o fato de coexistirem na mesma área a UFRRJ, com seu Colégio Técnico e inúmeros cursos voltados para a agropecuária, um Centro de Pesquisa da Embrapa (Embrapa Agrobiologia) e uma Estação Experimental da Pesagro/Rio (FRADE, 2000).

A Fazendinha possibilitou que o Campus do Km 47 seja considerado, atualmente, como uma referência nacional em agroecologia. A UFRRJ detém pioneirismo quanto à implementação de programas de pós-graduação (mestrado/doutorado) nesse tema. O Ministério da Educação aprovou a proposta, também inédita no País, de que o Colégio Técnico da UFRRJ dedique-se, exclusivamente, ao ensino da Agroecologia, no que diz respeito à formação de técnicos agrícolas.

Em Brasília, a Diretoria-Executiva da Embrapa reconheceu a importância do paradigma alternativo proposto para a agricultura brasileira, tanto no âmbito do agronegócio quanto da preservação

ambiental e, atualmente, uma rede de pesquisa em agricultura orgânica congrega 135 pesquisadores, sob a coordenação do pesquisador Ricardo T. dos G. Peixoto da Embrapa Agrobiologia. Igualmente, o atual governo do Estado do Rio de Janeiro vem apoiando a agricultura orgânica, com a criação da Câmara Setorial pela Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento e Pesca, e por meio de financiamentos específicos da Faperj e o recente lançamento do Programa Cultivar Orgânico. A Fazendinha vincula-se a todas essas iniciativas, principalmente inferindo credibilidade e servindo à constituição de bases tecnológicas para respaldar sistemas orgânicos de produção.

Para um projeto que nasceu cercado de incertezas, e que foi desenvolvido sem muitos recursos e sobrevive a períodos de dificuldades orçamentárias, a Fazendinha, hoje totalmente consolidada, mostra a importância da parceria institucional, uma das razões da estabilidade durante as crises. Outra razão tem sido a determinação e a perseverança das pessoas que acreditaram numa ideia, lutaram para vê-la florescer e encontram-se à frente do projeto, vencendo todos os obstáculos surgidos.

A Fazendinha foi idealizada para ser uma vitrine, e depois um laboratório. Hoje, é tudo isso e mais. É um espaço para o exercício da pesquisa sistêmica, de cunho multi e interdisciplinar, procurando-se entender as relações entre os diferentes componentes de um sistema de produção. Assim, construiu-se um sistema de produção altamente complexo, com grande diversidade funcional, onde os processos ecológicos podem se expressar.

Ao lado de experimentos convencionais em parcelas, feitas dentro do ambiente ecologicamente equilibrado do sistema, é realizado o monitoramento de diversos sistemas de produção existentes, além de atuar como vitrine para difusão dos princípios agroecológicos.

Por sua vez, a Fazendinha é, também, uma imensa sala de aula, por seu importante papel na educação ambiental. Desde 1996, a Área de Comunicação e Negócios da Embrapa Agrobiologia, por

meio do trabalho dos pesquisadores José Antônio Pereira Ramos, Renato Linhares de Assis e Alberto Feiden, vem intensificando o atendimento a escolas de primeiro e de segundo grau, levando a esse público a importância do trabalho de pesquisa em agroecologia.

Em 1997, criou-se o Programa de Educação Ambiental que, prioritariamente, recebe estudantes nas semanas do *Aniversário da Embrapa*, do meio ambiente e da árvore. Nas áreas de mata, foram construídas trilhas ecológicas para complementar o programa de educação ambiental.

A Fazendinha desempenha, também, um papel muito importante na educação alimentar, fornecendo ao Restaurante Universitário e ao Caic Paulo Dacorso Filho (ambos da UFRRJ), alimentos saudáveis, de alto valor nutritivo e produzidos sem agrotóxicos. Além disso, promove uma feirinha semanalmente, quando são comercializados produtos excedentes de pesquisa (ALMEIDA et al., 2002). Atualmente, há um ponto fixo de venda que, além dos excedentes da pesquisa e da produção dos alunos do Colégio Técnico, ajuda a comercializar a produção orgânica do Município de Seropédica.

A Fazendinha despertou a atenção dos meios de comunicação, tendo sido objeto de diversos programas de televisão (Globo Rural, Canal Rural, TV Futura), bem como de artigos publicados na mídia. Essa divulgação resultou em intercâmbio com, praticamente, todas as Unidades da Federação.

As técnicas utilizadas e as observações registradas têm sido transferidas à sociedade, por meio de publicações, visitas, cursos, palestras e dias de campo. O interesse na adoção das técnicas aprovadas e no intercâmbio de informações tem sido grande. Em média, são recebidos mais de mil visitantes por ano. São extensionistas e agricultores que procuram os exemplos de tecnologias bem-sucedidas, alunos de primeiro e de segundo grau que se entusiasmam com o caráter de preservação ambiental, alunos de graduação, que observam, na prática, os temas

desenvolvidos nas aulas teóricas, estudantes de pós-graduação, professores e pesquisadores que visitam a área ou participam de eventos.

A dedicação dos alunos de graduação – muitos deles bolsistas de iniciação científica – estudantes dos cursos de mestrado e de doutorado, que usam o espaço como laboratório, tem contribuído para o sucesso da Fazendinha.

O primeiro trabalho de pós-graduação, conduzido na Fazendinha, foi do agrônomo Ricardo M. Braga (BRAGA, 1997), sob a orientação do professor Antônio Carlos de S. Abboud (Departamento de Fitotecnia da UFRRJ). Desde então, 26 teses e dissertações já foram desenvolvidas e 16 estão em andamento. Mais recentemente, foi criada a Residência em Engenharia Agrônômica, que tem a agricultura orgânica como uma das áreas de especialização.

Certamente, esses são os frutos mais preciosos que a Fazendinha tem produzido: pessoas altamente capacitadas e com possibilidade de produzir alimentos sem o uso de agrotóxicos e outros insumos sintéticos – e sem causar degradação ambiental –, seguindo uma forma de manejo da produção que se mostra economicamente viável enquanto produz alimento de boa aparência e de excelente qualidade. Essas pessoas também aprendem, na complexidade do sistema que tem sido manejado na Fazendinha, a importância da parceria e da ajuda mútua.

Referências

ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; ASSIS, R. L. de; FEIDEN, A.; CARVALHO, S. R. de; RIBEIRO, R. de L. D.; ABBOUD, A. C. de S.; FERNANDES, M. do C. de A. Sistema integrado de produção agroecológica: uma experiência de pesquisa no Brasil. In: CONGRESSO DE LA SEAE, 5.; CONGRESSO IBEROAMERICANO DE AGROECOLOGIA, 1., 2002, Gijón. La agricultura y ganaderia

ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario.
Anais... Gijón, 2002. p. 197-204.

ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M.
Sistema integrado de produção agroecológica (“Fazendinha
Agroecológica km 47”). In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA
ECOLÓGICA, 2., ENCONTRO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA,
1., 1999, São Paulo. **Anais...** Guaíba, RS: Agropecuária, 1999. v. 2.
p. 152-159.

ALVES, J. R. B.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of
BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 252, p. 1-9,
2003.

ARAÚJO, P. A.; BEZERRA, F. E. A.; LAVARATTI, A.; ALMEIDA, D.
L.; HODTKE, M. Efeito de adubação verde na qualidade e na
produtividade de milho. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 9.,
1999, Seropédica. **Resumos...** Seropédica: Imprensa Universitária,
1999. p. 88.

Associação dos Engenheiros Agrônomos do Estado do Rio de
Janeiro; Federação das Associações de Engenheiros Agrônomos do
Brasil. **Agricultura alternativa**. Rio de Janeiro, 1985. 314 p.
Trabalho apresentado no II Encontro Brasileiro de Agricultura
Alternativa, Petrópolis, 1984.

BODDEY, R. M.; POLIDORO, J. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J.
R.; URQUIAGA, S. Use of the ^{15}N natural abundance technique for
the quantification of the contribution of N_2 fixation to grasses and
cereals. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 28,
p. 1-7, 2001.

BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; NEVES, M. C. P. A sustainable and more biological agriculture for the tropics. **Science Vision Quaterly**, Islamabad, Pakistan, v. 2, p. 35-44, 1996.

BRAGA, R. M. **Monitoramento dos teores de nitrato e amônia no solo e em hortaliças produzidas sob manejo orgânico**. 1997. 167 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1997.

BRAGA, R. M.; ABBOUD, A . C. S. Flutuação de nitrato de amônia no solo e teor de nitrato em hortaliças cultivadas sob sistema orgânico. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1., 1998, Vitória. **Palestras e trabalhos técnicos...** Vitoria: Emcapa, 1998. p. 181. Coordenadores: Jacimar Luis de Souza, Carlos Alberto Simões do Carmo.

CORREA, M. E. F.; PINHEIRO, L. B. A. **Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica, Seropédica (RJ)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999. 15 p. (Embrapa-CNPAB. Circular técnica, 3).

DÖBEREINER, J. History and new perspectives of diazotrophs in association with non-leguminous plants. **Symbiosis**, Rehovot, v. 13, p. 1-13, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (BRASÍLIA, DF). **Plano Diretor do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 36 p.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R.; SOUZA, F. A. de. Influência da adubação verde sobre a simbiose micorrízica e a produção de batata-doce.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, p. 339-347, 1998b.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M.; SOUZA, F. A. de; DE-POLLI, H.; PERIN, A.; GRAVINA, G. do A.; SANTOS, A. L. dos; AQUINO, A. M. de; DALCOMO, J. M.. **Avaliação de leguminosas para cobertura do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998a. 23 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 55).

FRADE, C. O. **A construção de um espaço para pensar e praticar a agroecologia na UFRRJ e seus arredores**. 2000. 170 p. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento, Sociedade e Agricultura)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2000.

FRANCH, C. M. de C.; RIBEIRO, R. de L. D.; ALMEIDA, D. L. de. **Substratos orgânicos para produção de mudas de beterraba**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 5 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 40).

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 653 p.

HODTKE, M.; ARAUJO, P. A.; KOPKE, U.; ALMEIDA, D. L. de. Nutritional status, grain yield and N- balance of organically grown maize intercropped with green manure. In: FOGUELMAN, D.; WILLIE, L. (Ed.). **Organic agriculture the credible solution for the XXI century**. Mar del Plata: Ifoam, 1999. p. 135-141.

MIRANDA, S. C. de; RIBEIRO, R. de L. D.; RICCI, M. dos S. F.; ALMEIDA, D. L. de. **Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface em bandejas**. Seropédica:

Embrapa Agrobiologia, 1998. 6 p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado técnico, 24).

NEVES, M. C. P.; SANTOS, V. A. F. Adubação nitrogenada: alternativas para diminuir seu uso sem perda de produtividade. **Óleos e Grãos**, São Paulo, p. 5-9, 1993.

OLIVEIRA, F. L. de. **Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**: adubação orgânica, adubação verde e consorciação. 2001. 103 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia)– Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2001.

PADOVAN, M. P. **Manejo orgânico da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] destinado à produção de grãos e adubação verde**. 2002. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2002.

PAULA, P. D. de. **Desempenho de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) sob manejo orgânico no estado do Rio de Janeiro**. 2003. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)– Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2003.

PIMENTEL, M. S. **Atributos microbianos e edáficos em produção orgânica de olerícolas comparado com pasto e fragmento de Mata secundária**. 2001. 142 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 2001.

RICCI, M. dos S. F.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. L. D.; AQUINO, A. M.; PEREIRA, J. C.; DE-POLLI, H.; REIS, V. M. ;

EKLUND, C. R. *Cyperus rotundus* control by solarization. **Biological Agriculture & Horticulture**, Oxon, v. 17, p. 151-157, 1999.

RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. 101 p.

SALGADO, J. A. de A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D.; SUDO, A. **Balanco de nutrientes em cultivos de hortaliças sob manejo orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 9 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 21).

SILVA, V. V. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes sobre a produção orgânica de brócolos (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) em sistema de plantio direto**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)—Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2002.

SOUZA, J. P. de. **Estudo das interações interespecíficas em consórcios de olerícolas, sob manejo orgânico**. 2003. Tese (Doutorado em Agronomia-Fitotecnia, na área de concentração em Agroecologia)—Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2003.

SUDO, A. **Viabilidade agrônômica de consórcios de olerícolas sob manejo orgânico**. 1998. 160 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia, na área de concentração em Agroecologia)—Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1998.

SUDO, A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. Intercropping of lettuce and carrots in an organic production system. In: IFOAMINTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE,

12th., 1998, Mar del Plata, Argentina. **Proceedings...** Mar del Plata, 1998. S14. N° 244.

ZILLI, J. E.; ALMEIDA, D. L. de; NEVES, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. **Biodiversidade de rizóbio em diferentes áreas de um sistema integrado de produção agroecológica.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 7 p. (Embrapa Agrobiologia. Pesquisa em andamento, 7).

Capítulo 7

Agroecologia: Visão Histórica e Perspectivas no Brasil

Renato Linhares de Assis

Introdução

A modernização da agricultura privilegiou somente o aumento da produtividade agrícola como parâmetro para avaliar sua eficiência, desconsiderando o agricultor e o ambiente como partes do mesmo processo de desenvolvimento, gerando diversos problemas sociais e ambientais. Como contraponto, surgiram movimentos de agricultura alternativos ao modelo de produção atualmente predominante, baseados em princípios agroecológicos e caracterizados por diferentes correntes de pensamento.

Inicialmente, de forma tímida, essa produção esteve circunscrita a pequenos grupos de comunidades alternativas, que procuravam desenvolver um ecologismo radical, projetado em todos segmentos do seu dia a dia. No entanto, a conscientização cada vez maior da sociedade em relação aos problemas ecológicos, aliada aos contínuos malefícios da agroquímica, fizeram com que o número de consumidores crescesse e a oferta se tornasse insatisfatória.

Apesar dessa realidade, considera-se possível modificar a trajetória tecnológica, atualmente dominante na agricultura brasileira, e ampliar consideravelmente no País a produção com base em modelos agroecológicos de produção, uma vez que

diversas experiências demonstram a viabilidade técnica, econômica e social desses modelos, contribuindo para o estabelecimento de um processo de desenvolvimento agrícola sustentável.

O objetivo desse trabalho é situar o processo de difusão de sistemas agroecológicos de produção no Brasil e as perspectivas dessa alternativa de modelo agrícola no País, a partir de uma discussão baseada na evolução histórica do processo tecnológico na agricultura, no tocante às suas interações com o ambiente.

Evolução tecnológica da agricultura

A agricultura sempre foi objeto das observações atentas de quem procurava melhorar as práticas correntes. Isso implicou num processo histórico de acúmulo de conhecimentos, em que a tecnologia agrícola evoluiu, tentando diminuir as restrições ambientais.

Até a *Segunda Revolução Agrícola* (nos séculos 18 e 19)¹, com a disseminação do sistema de rotação, que ficou conhecido como Norfolk², o processo de inovação na agricultura caracterizou-se por tecnologias, como rotação de culturas e integração entre atividades de produção vegetal e animal, que respeitavam o ambiente ao superar as limitações ecológicas à atividade agrícola, a partir da utilização inteligente das próprias leis da natureza. Entretanto, com a disseminação dos conhecimentos da química agrícola, a partir do século 19, esse processo teve sua lógica modificada, passando-se a considerar que não era necessário respeitar as leis da natureza.

As regras ecológicas básicas de gestão da natureza passaram a ser vistas como desnecessárias à prática agrícola, considerando-se que o caráter ambientalmente agressivo da então chamada agricultura moderna era um mal necessário, que podia ser moderado com algumas práticas conservacionistas (ROMEIRO, 1996).

Esse processo atingiu seu ápice com o advento da chamada *Revolução Verde*, quando, com o objetivo de solucionar o problema da fome mundial, obteve-se aumentos inequívocos de produtividade. Entre 1950 e 1984, a produção alimentar dobrou e a disponibilidade de alimento por habitante aumentou em 40%. Recentemente, isso já não ocorre, observando-se, desde 1985, um declínio da produtividade agrícola mundial, aliado a problemas relacionados tanto a impactos ambientais quanto à viabilidade energética (EHLERS, 1996).

No Brasil, agressões à natureza – relacionadas ao desmatamento e a problemas de conservação dos solos – são observadas desde o período colonial. No entanto, foi o processo de modernização da agricultura, iniciado na década de 1960 e intensificado na de 1970, no contexto da *Revolução Verde*, que provocou o surgimento de problemas ecológicos que até então ou não tinham grande importância ou não tinham sido percebidos em toda sua extensão.

É nesse contexto que a pesquisa e o desenvolvimento dos modernos sistemas de produção foram orientados para a incorporação de pacotes tecnológicos, tidos como de aplicação universal, destinados a maximizar o rendimento dos cultivos em situações ecológicas profundamente distintas. Além disso, apesar do processo de modernização ter proporcionado à agricultura brasileira um grande dinamismo nos seus componentes estruturais, este teve um caráter excludente, aumentando a concentração de riquezas e disparidades regionais no País, além de desequilíbrios ecológicos e comprometimento dos ganhos de produtividade.

A partir da caracterização desses problemas, movimentos de agricultura alternativos ao modelo de produção atualmente predominante deixaram de suscitar em seus opositores o discurso implacável de que representariam uma volta ao passado. Desde o momento em que resultados de pesquisa passaram a demonstrar a viabilidade tecnológica e econômica de sistemas de produção que resgatam a lógica da complexidade das sociedades camponesas tradicionais, mas sob novas bases tecnológicas e econômicas,

conforme diversos trabalhos de pesquisa têm demonstrado ser possível (ALMEIDA, 1998; ALTIERI, 1989; ASSIS et al., 1998, 1995; CARMO & MAGALHÃES, 1999; DULLEY & Carmo, 1987; LAMPKIN, 1990, LAMPKIN & PADEL, 1994; NDIAYE et al., 1999; NRC, 1989; USDA, 1984).

Sistemas agroecológicos de produção: conceitos e custos de conversão

Atualmente, observam-se sistemas de produção alternativos empregados em diferentes condições ambientais, apresentando resultados satisfatórios do ponto de vista ecológico, agrônômico, econômico e social (ALMEIDA, 1998; ASSIS et al., 1998; CARMO et al., 1988; CARMO & MAGALHÃES, 1999; DAROLT, 1999; NASCIMENTO JR., 1995; NDIAYE et al., 1999). Além disso, um mercado específico dessa produção tem tido um crescimento vertiginoso (LAMPKIN, 1995; FONSECA, 2000; ALMEIDA et al., 2001).

Movimentos de agricultura alternativos ao modelo de produção atualmente predominante são caracterizados pela utilização de tecnologias que respeitem a natureza, para – uma vez trabalhando com ela –, manter ou alterar pouco as condições de equilíbrio entre os organismos participantes no processo de produção, bem como do ambiente.

Com base na utilização desses princípios, foram desenvolvidas diferentes correntes de produção. Contudo, apesar das especificidades de cada uma delas, no Brasil e na maior parte do mundo, o termo agricultura orgânica tem sido identificado pelos consumidores como sinônimo das denominações das diferentes correntes de produção alternativas, pelo fato desse tipo de agricultura ter se tornado a corrente mais difundida (ASSIS et al., 1998; COSTA, 1987; JESUS, 1985, 1996).

A base científica para esses movimentos tem sido buscada por meio da agroecologia – ciência em construção – que apresenta uma série de princípios e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas (ALTIERI, 1987). A agroecologia surge como consequência de uma busca de suporte teórico para as diferentes correntes de agricultura alternativa e, como resposta aos críticos desses movimentos que citavam esses como uma tentativa retrógrada de volta ao passado na agricultura.

Apesar da origem imbricada, agroecologia e agricultura orgânica não devem ser vistas como sinônimos. Por um lado, a ciência agroecológica possui limites teóricos bem definidos, propondo um encaminhamento para a agricultura que respeite as condicionantes ambientais impostas pela natureza a essa atividade econômica. Por outro lado, a agricultura orgânica refere-se a um modo de produção agrícola, cujas características técnicas são definidas em função do contexto social em que a mesma se insere, considerando-se o tipo de agricultor envolvido, a forma de organização social da produção e sua interação com o mercado (ASSIS & ROMEIRO, 2002).

A agricultura orgânica tem por princípio estabelecer sistemas de produção com base em tecnologias de processos, ou seja, um conjunto de procedimentos que envolvam a planta, o solo e as condições climáticas, produzindo alimento sadio, com características e sabor originais, e que atenda as expectativas do consumidor (PENTEADO, 2000).

Contudo, observa-se, atualmente, que o perfil da demanda por produtos orgânicos tem favorecido a expansão de experiências em agricultura orgânica, que não seguem de modo rigoroso esses princípios agroecológicos. Em outras palavras, conforme Assis & Romeiro (2002), a agricultura orgânica é estabelecida a partir de um processo social que apresenta alguns vieses expressos em diferentes formas de encaminhamento tecnológico e de inserção no mercado, onde em função de como esta ocorre, os limites teóricos da agroecologia são respeitados em maior ou em menor grau.

A atração desse mercado se deve ao preço mais elevado dos produtos orgânicos, que ocorre em função da demanda de um público disposto a pagar mais, por um alimento com qualidades, nem sempre facilmente tangíveis, mas que envolvem relação de confiança entre produtor, certificador e consumidor. Contudo, se por um lado a oferta ainda hoje é insuficiente para atender à demanda de um público consumidor ávido por alimentos orgânicos em diversidade e quantidade, por outro, esse mesmo público apresenta limites em sua disposição a pagar.

Em relação aos custos de conversão para sistemas agroecológicos de produção, relacionados à perda inicial de produtividade, verifica-se que o custo total dessa conversão apresenta uma relação direta de proporcionalidade com o padrão inicial de produtividade. Além disso, esses custos de conversão expressam-se de forma diferente em função do estrato socioeconômico do produtor envolvido, bem como do padrão tecnológico no momento da mudança de sistema de produção.

Assim, enquanto os agricultores que adotaram intensivamente tecnologias do pacote da *Revolução Verde* – especialmente agricultores patronais –, caracterizam-se por apresentarem perdas iniciais de produtividade com a mudança para sistemas agroecológicos de produção, que representa importante componente do custo dessa conversão, agricultores que não adotaram intensivamente tecnologias do pacote dessa *Revolução Verde* – essencialmente agricultores familiares – podem, ao contrário, obter ganhos de produtividade com a mudança para sistemas de produção com base na agroecologia.

Outro componente de custo importante a ser considerado no processo de adoção de sistemas de produção agroecológicos por parte dos agricultores, refere-se ao aumento na demanda por mão de obra. Enquanto para agricultores patronais esse fato representa custo importante, para a produção familiar apresenta-se de forma menos relevante, à medida que não determina, para esta, desembolso financeiro.

Por sua vez, agricultores familiares apresentam dificuldades de organização e de obtenção de informações, os quais restringem a difusão ampla de sistemas agroecológicos de produção junto a eles. Assim, a atuação do Poder Público – com políticas específicas que promovam tal processo junto a esse estrato socioeconômico de agricultores – é fundamental, conforme será desenvolvido no próximo tópico, para que o mesmo ocorra de forma mais ampla, face às limitações estruturais das iniciativas da sociedade.

Perspectivas de sistemas agroecológicos de produção no Brasil

A partir do que foi apresentado anteriormente neste capítulo, considera-se que os limites teóricos da agroecologia se adaptam mais facilmente à realidade da agricultura familiar, uma vez que esta possui estruturas de produção diversificadas e com um nível de complexidade desejado, sem prejuízo das atividades de supervisão e controle do processo de trabalho.

Essa opção pela produção familiar se embasa ainda no fato de que, a utilização de modelos agroecológicos de produção apresenta-se como importante instrumento para o desenvolvimento de agricultores familiares, especialmente os de menor nível de capitalização.

Considera-se ainda que as políticas públicas voltadas para a difusão de modelos de produção, com base na agroecologia, devem ser construídas a partir da articulação das decisões locais e das demandas sociais. Assim, para o caso brasileiro, são necessárias políticas que propiciem incremento e distribuição da renda e dos meios de produção a contingentes maiores da população que carecem de inclusão social no cenário atual.

Assim, para uma difusão ampliada de sistemas agroecológicos de produção, com base em mecanismos de política pública (agrícola

e ambiental), é preciso influir no comportamento social, econômico e político da sociedade. É necessário perceber a presença humana não como causa dos problemas ambientais da agricultura, mas sua atividade inadequada que, como tal, deve ser coibida, ou seja, modificada na sua forma de usar os recursos naturais. Contudo, isso deve ser feito com a participação ativa da comunidade local, que deve ser informada sobre formas alternativas de coexistência racional entre o homem e o ambiente, ao mesmo tempo em que deve ter seus valores culturais respeitados.

Isso deve ser feito a partir de uma ação local de pensar e agir de forma articulada entre os diferentes atores sociais, pois, como afirma Moreno (1997), um problema ambiental somente pode ser gerido socialmente se os agentes da sociedade (comunidade científica, meios de comunicação, associações de ecologistas, etc.), o percebem, o formulam, o observam, o definem, em outras palavras, o comunicam. Portanto, a conversão de um problema ambiental em social depende mais da capacidade de observação da sociedade, que da magnitude objetiva da ameaça ambiental.

Portanto, preconiza-se que o desenvolvimento agrícola sustentável deve ser implementado em base local e regional, na medida em que é nessas instâncias que se pode contrapor alguma espécie de controle social legitimamente instituído à capacidade de influência do grande capital. No entanto, especialmente nos países subdesenvolvidos, o fortalecimento do poder local, quando não precedido de uma participação efetiva e democrática das comunidades envolvidas, tende a revigorar o poder conservador das classes dominantes locais. Assim, faz-se necessário que essas formas de controle social estejam articuladas entre si, de modo a garantir que essas bases locais – nas quais se desenvolveram – preservem sua autonomia.

Corroborando essa ideia, ao revelar interesses comuns, a aproximação entre produtores, comerciantes e consumidores locais amplia o número de pessoas envolvidas e comprometidas com a proposta de desenvolvimento agrícola sustentável, principalmente ao considerar que o processo de adoção de sistemas

agroecológicos de produção não pode ser visto como dependente exclusivamente da decisão do agricultor, devendo o contexto sociopolítico em que o processo ocorre ser levado em consideração.

Assim, apesar do reconhecimento das perspectivas de mercado altamente promissoras para produtos oriundos de sistemas agroecológicos de produção, e de que o preço mais elevado atualmente verificado em mercado de produtos orgânicos representar um estímulo à permanência dos produtores na atividade agrícola, destaca-se a necessidade de se ter alguns cuidados relativos à inserção da produção agroecológica nesse mercado. Nesse caso, deve-se ter sempre em consideração que o mercado de produtos orgânicos pode ser importante meio potencializador de processos de desenvolvimento rural sustentável, mas nunca ter esse mercado como objetivo principal a ser atingido.

Destaca-se a necessidade de minimizar os impactos da inserção da produção oriunda de sistemas agroecológicos de produção, de modo que esses não se afastem dos pressupostos teóricos da ciência que os embasam. Além disso, quando considera-se que sistemas familiares de produção são os que apresentam melhores condições de se ajustarem a esses pressupostos, é importante dizer que não se trata de decretar a inviabilidade de uma produção agroecológica por parte de grandes produtores patronais, mas que sistemas com essa forma de organização social da produção possuem não só sérias restrições ao desenho de sistemas diversificados, como também grandes dificuldades ao atendimento das demandas sociais de um processo de desenvolvimento rural sustentável.

Fundamentalmente, o desenvolvimento rural sustentável depende de decisões políticas que procurem por meio do uso coordenado de instrumentos de política agrícola e ambiental, estimular a adoção, pelos agricultores, de modelos agroecológicos de produção, internalizando no sistema econômico os danos à natureza provocados pela atividade humana inadequada, o que somente será possível com uma firmeza de propósitos da ação do Poder Público (duradoura e integrada em seus diferentes níveis),

associada ao envolvimento efetivo da sociedade na construção de soluções, especialmente no local, para os problemas ambientais provocados pela agricultura convencional.

Referências

ALMEIDA, D. L. de. Sistema Integrado de Produção Agroecológica – Fazendinha agroecológica km 47. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1, Vitória, 1998. **Anais...** Vitória: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (EMCAPA), 1998. p.77-94. (EMBRAPA-EMCAPA. Documentos 96).

ALMEIDA, S. G. de; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 122 p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia** - As bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. 237 p.

ALTIERI, M. A. Agricultura alternativa nos EUA; avanços e perspectiva. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM AGRICULTURA ALTERNATIVA, Londrina, 1984. **Anais...** Londrina: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 1987. p.117-151.

ASSIS, R. L. de; AREZZO, D. C. de; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H. Aspectos técnicos da agricultura orgânica fluminense. **Revista Universidade Rural - Série Ciências da Vida**, Seropédica, v. 20, n. 1-2, p.1-16, 1998.

ASSIS, R. L. de; AREZZO, D. C. de; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H. Caracterização dos agricultores orgânicos fluminenses e análise

de suas experiências. **Geografia**, Rio Claro, v. 20, n. 1, p. 153-160, 1995.

ASSIS, R. L. de; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 6, p. 67-80, 2002.

BOSERUP, E. **Evolução Agrária e Pressão Demográfica**. São Paulo: Editora Hucitec, 1987. 141 p.

CARMO, M. S. do; COMITRE, V.; DULLEY, R. D. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 87-97, 1988.

CARMO, M. S. do; MAGALHÃES, M. M. Agricultura sustentável: Avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 7, p. 7-98, 1999.

COSTA, M. B. B. da. Agricultura moderna e sua crítica; Uma saída em relação as vertentes da agricultura alternativa. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM AGRICULTURA ALTERNATIVA, Londrina, 1984. **Anais...** Londrina: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 1987. p. 68-91.

DAROLT, M. R. Agricultura orgânica: A região metropolitana de Curitiba em destaque. **Agricultura Biodinâmica**, Botucatu, v. 82, p. 42-48, 1999.

DULLEY, R. D.; CARMO, M. S. Viabilidade econômica do sistema de produção na agricultura alternativa. **Revista de Economia Rural**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 225-250, 1987.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: Origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.

FONSECA, M. F. de A. C. **A Construção social do mercado de alimentos orgânicos**: Estratégias dos diferentes atores da rede de produção e comercialização de frutas, legumes e verduras (FLV) in natura no estado do Rio de Janeiro. 2000. 235 f. Tese (Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

GRAZIANO NETO, F. **Questão agrária e ecologia**; Crítica a moderna agricultura. São Paulo: Editora Brasiliense, 1982. 156 p. (Coleção Primeiros Vãos, 12).

JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Proposta**, Rio de Janeiro, v. 27, p. 34-40, 1985.

JESUS, E. L. de. Da Agricultura alternativa à agroecologia: Para além das disputas conceituais. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v. 1-2, p. 13-27, 1996.

LAMPKIN, N. **Organic farming**. Cambridge: Farming Press, 1990. 715 p.

LAMPKIN, N. Agricultura biológica en Europa in situación de la Agricultura Biológica - El Setor en España y en Europa. **Boletín de la Asociación Vida Sana para el Fomento de la Cultura y el Desarrollo Biológicos**, Barcelona, p. 6-7, 1995.

LAMPKIN, N.; PADEL, S. **The Economics of organic farming** – An international perspective. Bristol: CAB International, 1994. 468 p.

MORENO, J. L. S. Principios filosóficos de la gestión ambiental. In: BALLESTEROS, J.; ADÁN, J. P., (Ed.). **Sociedad y medio**

ambiente. Madrid: Editorial Trota, 1997. p. 323-336.

NASCIMENTO JR., D. Agricultura orgânica no Estado de São Paulo. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v. 2, n. 2, p. 62-66, 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Alternative agriculture**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 448 p.

NDIAYE, A.; BAËTA, L. M.; ASSIS, R. L. de; FEIDEN, A. Análise da viabilidade econômica de produção de olerícolas em sistemas agroecológicos de produção. **Agricultura Biodinâmica**, Botucatu, v. 82, p. 33-37, 1999.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**: Normas e técnicas de cultivo. Campinas: Editora Grafimagem, 2000. 110 p.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1998. 272 p.

ROMEIRO, A. R. Agricultura sustentável, tecnologia e desenvolvimento rural. **Agricultura Sustentável**. Jaguariúna, v. 3, n. 1/2, p. 34-42, 1996.

VEIGA, J. E. da. **O Desenvolvimento agrícola** - Uma visão histórica. São Paulo: EDUSP: Editora Hucitec, 1991. 219 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica**. Brasília: CNPq, 1984. 128 p.

Capítulo 8

Agricultura Urbana

Adriana Maria de Aquino
Denis Monteiro

Introdução

A urbanização apresenta-se como um dos principais problemas da humanidade. A FAO/Sofa (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, 2003) estima que, para 2015, mais de 26 cidades em todo o mundo estarão com mais de 10 milhões de habitantes. De acordo com a FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1998), para alimentar essa população, seria necessário importar, pelo menos, 6 mil toneladas de alimentos por dia. Dessa crescente urbanização, além do fornecimento de alimentos, resultam outros problemas como a conservação ambiental e a oferta de empregos.

A associação quase instantânea entre agricultura e meio rural pode levar a uma sensação de incompatibilidade entre agricultura e meio urbano. Entretanto, a agricultura urbana não é uma atividade recente e, de alguma forma, se expressa nas áreas urbanas mesmo que timidamente, sendo elevado e crescente o interesse que essa atividade tem despertado tanto nos urbanistas, quanto nos pesquisadores e responsáveis pela elaboração de políticas, sabendo-se que onde se estabeleceu com eficiência, desempenhou um papel muito importante na alimentação das populações urbanas,

garantindo sua sobrevivência (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1999).

Conceito de agricultura urbana

Embora o conceito de agricultura urbana esteja em construção, já vem sendo utilizado por organismos internacionais, como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Pnud – e pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO –, além de diversas ONGs e governos do mundo inteiro.

A questão conceitual da agricultura urbana passa pelo questionamento sobre “o que há de próprio na agricultura urbana, para que ela seja considerada objeto de investigação e de políticas específicas”. Assim, os principais elementos de definição da agricultura urbana são os tipos de atividades econômicas desenvolvidas, as categorias e as subcategorias de produtos (alimentares e não alimentares), característica locacional (intraurbano e periurbano), tipos de áreas onde a agricultura urbana é praticada, tipos de sistemas de produção e destino dos produtos e escala de produção.

Embora haja muita controvérsia em torno do tema, o elemento mais comum nas definições sobre a agricultura urbana tem sido a localização em relação à proximidade das cidades (intra ou periurbanas). Entretanto, não é a localização urbana que distingue a agricultura urbana da agricultura rural, senão o fato de que está integrada e interage com o ecossistema urbano. Na Tabela 1, são apresentadas características-chave que diferenciam uma da outra, conforme Campilan et al. (2002).

Tabela 1. Comparação das características-chave da agricultura rural e urbana/periurbana.

Situação rural	Situação urbana/periurbana
Em relação à organização da produção, se apresenta de forma padronizada e homogênea.	Não exibe um padrão; móvel e transitória; parcialmente sobre a terra ou sem terra.
Agricultura como principal modo de vida e com dedicação exclusiva.	A agricultura é frequentemente uma atividade secundária e de envolvimento parcial.
A maioria dos membros da comunidade participa da atividade agrícola.	O percentual dos membros da comunidade envolvidos na atividade agrícola é muito variável.
Recebe facilmente apoio da sociedade.	Reconhecimento e apoio ocorrem de forma diversa no âmbito da sociedade.
Espaço específico e diferenciado.	Competição pelo uso da terra entre o uso agrícola e não agrícola.
Cultivo, em geral, segundo a estação	Cultivo o ano todo.
Geralmente longe dos mercados	Perto dos mercados, o que favorece o cultivo de produtos perecíveis.
Alta prioridade na agenda política	Com frequência, apresenta políticas vagas ou inexistentes.

Fonte: modificado de Campilan et al. (2002).

A sustentabilidade da agricultura urbana apoia-se no manejo agroecológico, que inclui o uso de substratos e manejo orgânico do solo, técnicas de rotação e associações de cultivos e manejo fitossanitário alternativo ao convencionalmente utilizado, bem como na utilização de cada metro quadrado disponível para maior produção o ano todo, e integração interdisciplinar e interinstitucional para assessorar a produção urbana (COMPANIONI et al., 2001).

Com esse enfoque, entende-se, aqui, agricultura urbana como sendo:

“A produção de alimentos dentro de perímetro urbano e periurbano, aplicando métodos intensivos, tendo em conta a interrelação homem–cultivo–animal–meio ambiente e as facilidades da infra-estrutura urbanística que propiciam a estabilidade da força de trabalho e a produção diversificada de cultivos e animais durante todo o ano, baseadas em práticas sustentáveis que permitem a reciclagem dos resíduos” (GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA, 2001).

Agroecologia e agricultura urbana

A agricultura ecológica é considerada especialmente apropriada para o entorno urbano por várias razões. Em relação ao mercado, essa forma de produção tornou-se um instrumento interessante para viabilização da agricultura em pequena escala, em regime de administração familiar tanto em sistemas de parcelas individuais, como em explorações associativas, posto que a baixa dependência de insumos externos facilita a adoção dessa forma de produção por esse tipo de agricultor (ASSIS, 2003).

Além disso, os sistemas agrícolas conduzidos por meio do manejo orgânico, com enfoque agroecológico, têm o compromisso de manter ou recuperar a biodiversidade dos agroecossistemas e do entorno, ao mesmo tempo em que possibilitam aumento de renda para a família, ao agregar valor aos produtos e ampliar o mercado, facilitando a comercialização.

Alguns governos também promovem a agroecologia como demonstram os programas desenvolvidos pelo Grupo Nacional de Agricultura Urbana do Ministério de Agricultura de Cuba, que incorpora como parte de seu programa, “a formação de uma consciência agroecológica de conservação do ambiente junto a altas produções de qualidade” (SANTANDREAU; PERAZZOLI, 2003). Atualmente, em Cuba, toda a produção de hortaliças é orgânica e provém da agricultura urbana (AQUINO, 2002). Considerando que quase 80% da população cubana é urbana (HERNÁNDEZ, 1999), essa forma de produção traz vantagens para a população, como a garantia de abastecimento durante todo o ano e em todo o país, economia de combustível para o transporte, melhor qualidade dos alimentos, maior produtividade e maior oferta de emprego (COMPANIONI et al., 2001).

O manejo adequado do solo é um dos pilares da agricultura orgânica. Há que se desenvolver e aplicar soluções criativas para minimizar o uso de insumos industrializados e maximizar o uso dos recursos naturais, a par da preocupação com controle da erosão e com a conservação da fertilidade e da biota do sistema solo/planta (ALMEIDA, 1998).

As áreas urbanas caracterizam-se pela alta produção de resíduos orgânicos, tanto de origem doméstica, quanto de áreas comerciais e industriais como padarias, açougues, bagaço de cana-de-açúcar, lixo, entre outros. O aproveitamento dos resíduos orgânicos urbanos como adubo para a produção agrícola, entretanto, requer a geração de conhecimentos que possibilite a adequada forma de prepará-los, garantindo um produto estabilizado e de boa qualidade, que forneça nutrientes e condicione o solo de forma adequada. Assim, a geração de insumos orgânicos, voltados para a agricultura urbana, constitui um dos aspectos mais importantes envolvidos nesse sistema de produção.

A garantia do fornecimento de insumos orgânicos, a adequação de novos substratos à produção de mudas, o resgate e a preservação de cultivares adaptadas às condições locais, a adequação das épocas de plantio, o uso de defensivos alternativos que não sejam poluentes, bem como a geração e a adaptação de sistemas de produção ao ecossistema urbano são aspectos fundamentais a serem desenvolvidos, visando o sucesso da produção agrícola em área urbana.

No tocante à produção de mudas, a utilização de substratos alternativos em vez de substratos industrializados é fundamental, principalmente no estabelecimento de um sistema de produção orgânica urbana, bem como pela necessidade em disponibilizar tecnologias de baixo custo, voltadas para a agricultura familiar e urbana.

No que se refere à ocorrência de pragas e doenças vegetais, a produção agrícola tem um dos principais limitantes ao seu desempenho. No Brasil, ao longo das últimas décadas, a utilização de agrotóxicos tem sido a base por meio da qual o setor agrícola vem enfrentando a questão.

O consumo de agrotóxicos no País – herbicidas, fungicidas entre outros –, tem sido crescente, alcançando, atualmente, vendas anuais que superam US\$ 2,5 bilhões. Esse aspecto é muito sério em áreas urbanas, não somente pelo elevado custo, mas também

pela proximidade das residências, aumentando o risco de contaminação. A solução que se vislumbra é a utilização de defensivos alternativos que incluem: agentes de biocontrole, diversos fertilizantes líquidos, as caldas sulfocálcicas viçosa e bordalesa, feromônios, extratos de plantas, entre outros.

Agricultura urbana na América Latina com ênfase no Brasil e em Cuba

Até a primeira metade do século 20, as zonas rurais da América Latina concentravam um dos maiores níveis de pobreza. Entretanto, com o passar dos anos, os pobres têm migrado para as cidades, em busca de melhores oportunidades e melhoria da qualidade de vida.

Assim, nos últimos anos, a taxa de urbanização das cidades latino-americanas tem crescido muito, fazendo com que, atualmente, a América Latina abrigue 4 das 15 maiores cidades do mundo: a Cidade do México, no México, Buenos Aires, na Argentina, São Paulo e Rio de Janeiro, no Brasil e, pela primeira vez, na história, existem mais pobres urbanos que rurais (SANTANDREAU; PERAZZOLI, 2003).

Nos países em desenvolvimento, a produção agrícola nas cidades se disseminou como uma resposta dos pobres urbanos às fortes crises econômicas e às políticas de ajuste estrutural, introduzidas nesses países, as quais geraram aumento dos preços dos alimentos, redução dos salários reais, redundância no mercado formal de emprego, entre outros (DRESCHER et al., 2000). Cuba, México, Argentina, Chile, entre outros, são exemplos de países onde os movimentos de agricultura urbana surgiram em função das crises políticas e socioeconômicas.

No Brasil, existem algumas iniciativas, voltadas para a agricultura urbana, provenientes de políticas públicas municipais e de ONGs. Em Porto Alegre, RS, vem se desenvolvendo uma política

pública de arborização com espécies arbóreas nativas e frutíferas, que além de harmonizar o visual paisagístico da cidade, proporciona refúgio e alimento para a fauna local (pássaros e insetos), produzindo, também, frutas para a população urbana (SANTANDREAU; PERAZZOLI, 2003).

Em 1986, em Teresina, PI, foi implantado o Programa de Hortas Comunitárias, que tem como objetivos básicos o aumento na produção de hortaliças, a geração de emprego e renda, e a melhoria alimentar das famílias beneficiadas. As hortas são implantadas em áreas urbanas identificadas como grandes bolsões de pobreza, sendo a produção de hortaliças feita de forma intensiva, e a horta conduzida por várias famílias que exploram seus lotes de forma individual. A produção de culturas é concentrada, basicamente, em três hortaliças folhosas: cebolinha (*Allium schoenoprasum*), coentro (*Coriandum sativum*) e alface (*Lactuca sativa*).

Os fatores que condicionam a exploração dessas culturas são:

- O tamanho da área, visto que essas culturas permitem maior densidade.
- Ciclo mais curto, possibilitando um retorno mais rápido.
- Culturas com maior difusão e uso pela população, pois fazem parte do hábito alimentar dos teresinenses, o que facilita a comercialização.

Algumas culturas são também exploradas em menor escala: o quiabo (*Hibiscus esculentus*), a beringela (*Solanum melogema*), a couve (*Brassica oleracea*), a pimenta (*Capsicum* spp.) e algumas plantas medicinais como erva-cidreira (*Melissa officinalis*); capim-santo (*Cymbopogon citratus*); boldo – *Coleus* sp.; malva-do-reino (*Malva sylvestris*); babosa (*Aloes humilis*); confrei (*Symphytum officinale*); e hortelã (*Mentha piperita*).

Com esse programa, tem sido possível a agregação da família em torno da produção e da comercialização de hortaliças, obtendo, com isso, uma renda mensal de 1 a 2 salários mínimos. A Prefeitura

Municipal, ONGs, Fundação Nacional para o Bem-estar do Menor – Funabem – e Serviço Social do Estado do Piauí – Serse –, apoiaram a implantação desse programa.

Atualmente, o Projeto Multissetorial Integrado Vila/Bairro é referência nacional, sendo reconhecido como um dos melhores projetos do Brasil no Programa Caixa Melhores Práticas, e premiado duas vezes consecutivas, como semifinalista no concurso *Gestão Pública e Cidadania*, realizado pela Fundação Getúlio Vargas, em parceria com a Fundação Ford (IPES, 2003).

No Brasil, outra iniciativa importante foi a do Programa de Verticalização da Pequena Produção Agrícola – Prove. Esse programa foi criado no Distrito Federal, em 1995, mas não recebeu apoio dos governos posteriores a 1998. O programa tinha como objetivo promover a pequena produção agrícola, seu processamento e comercialização em áreas urbanas e periurbanas do Distrito Federal, envolvendo sistemas de hortas, frutas e a criação de animais (CARVALHO, 2002).

A partir de 1999, foi criada uma ONG chamada Aprove, que apoiou esse programa em outras Unidades da Federação e no exterior, sendo que em Mato Grosso do Sul, o Prove/Pantanal é o que se apresenta com o maior número de agroindústrias (mais de 200), segundo Carvalho (comunicação pessoal¹).

De acordo com a experiência do Prove, para criar oportunidades para pequenas agroindústrias como ocorreu no Distrito Federal, foi necessário revisar e reformular a legislação, para inspeção de produtos animais e vegetais (CARVALHO, 2002).

Ainda no Brasil, tem-se conhecimento de algumas iniciativas dessa natureza, como em Belo Horizonte, MG, em Campos e em Niterói, RJ, por exemplo. Contudo, existem poucas publicações formais sobre essas e, possivelmente, de muitas outras experiências no País. Muitas vezes, uma das limitações refere-se à continuidade do trabalho, pela dependência da vontade do Poder Público, cujo interesse varia entre o período de uma administração e outra.

A maioria das informações disponíveis sobre agricultura urbana envolve predominantemente o cultivo de hortaliças, sendo que o cultivo de outras culturas, bem como a criação de animais em áreas urbanas e periurbanas também vêm sendo praticadas por um número cada vez maior de famílias, destacando-se a criação de patos, codornas, coelhos, galinhas e suínos (MADALENO, 2002).

Sendo a agricultura urbana organizada com o comprometimento de todos os setores governamentais e da sociedade, Cuba se apresenta como o país mais bem organizado e mais bem-sucedido. Lá, com o modelo adotado, a produção de hortaliças, que em 1994 era de 4.200 t/a deu um salto para 2 milhões de toneladas em 2001 (CUBA, 1999, 2001).

Em Cuba, o movimento de agricultura urbana é dirigido pelo Grupo Nacional de Agricultura Urbana – Gnau –, sendo apoiado por todos os setores envolvidos na produção de alimentos. O Ministério da Agricultura de Cuba e as organizações sociais trabalham em conjunto, procurando solucionar os problemas locais, em particular, e com os próprios recursos. O Gnau, composto por 26 integrantes – representando 17 instituições científicas e 7 ministérios –, executa suas atividades por meio de diferentes subprogramas. A cada ano, com o avanço da agricultura urbana, os subprogramas têm se ampliado e atualmente são 28, sendo 12 de cultivos, 7 de pecuária e 9 de apoio.

Os subprogramas são desenvolvidos em todo o país, englobando temas específicos como produção de hortaliças, plantas medicinais, condimentos, plantas ornamentais, fruteiras, arroz popular, café, cacau, banana, raízes e tubérculos tropicais, oleaginosas, feijão, milho, sorgo, espécies florestais, criação de animais – galinhas, coelhos, caprinos, suínos, abelhas e peixes, além de subprogramas temáticos (Tabela 2).

Tabela 2. Subprogramas atuais de agricultura urbana em Cuba.

1. Hortaliças e condimentos frescos

15. Cunicultura

2. Plantas medicinais e condimentos secos	16. Ovino e caprino
3. Plantas ornamentais e flores	17. Suínos
4. Frutas	18. Bovinos
5. Cultivo protegido	19. Piscicultura
6. Arroz popular	20. Controle, uso e conservação da terra
7. Espécies florestais, café e cacau	21. Matéria orgânica
8. Banana popular	22. Sementes
9. Raízes e tubérculos tropicais	23. Irrigação e drenagem
10. Oleaginosas	24. Alimento animal
11. Feijão	25. Comercialização
12. Milho e sorgo	26. Pequena agroindústria
13. Apicultura	27. Ciência, tecnologia e capacitação
14. Avicultura	28. Meio ambiente

Fonte: Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2001.

A produção de hortaliças e de condimentos frescos foi a primeira atividade realizada pela agricultura urbana em Cuba, portanto é a mais desenvolvida. Existem várias modalidades de produção de agricultura urbana em Cuba: organopônicos, hortas intensivas, pátios, parcelas, etc.

Os organopônicos e hortas intensivas constituem as modalidades mais destacadas nos últimos anos em todo o país, contribuindo de maneira significativa para o resgate do acervo hortícola, sendo considerado um exemplo de como se deve acionar de forma conjunta, os cientistas e os produtores (CUBA, 2000).

Os organopônicos constituem um sistema fechado de produção de hortaliças e condimentos, sem vinculação direta com o solo. São construídos em áreas improdutivas, planas, próximas ao destinatário da produção final (CUBA, 2000). Em Cuba, algumas estruturas para hidropônicos foram aproveitadas para produção em organopônicos. Como a hidroponia é o cultivo em água, organopônicos seria o cultivo em substrato orgânico. Assim, acredita-se que esse nome pouco comum tenha sido derivado da hidroponia.

Ao contrário dos organopônicos, as hortas intensivas se desenvolvem em solos de boa fertilidade, onde as propriedades físicas facilitam a drenagem e a friabilidade. De acordo com Minag (CUBA, 2000), as áreas não devem ser propensas a inundações ou a arrastes de águas superficiais, e devem estar livres de sombra excessiva provocada por árvores ou edifícios, e apresentar acesso fácil ao fluxo dos destinatários da produção final.

Tanto em hortas intensivas como nos organopônicos, objetiva-se obter o máximo de aproveitamento da área, como por exemplo plantando na periferia, aproveitando a cerca para cultivos hortícolas trepadores, entre outras técnicas.

Em Cuba, o uso intensivo da matéria orgânica é fator determinante para a produção com altos rendimentos na agricultura urbana. Devido à importância dessa atividade, existe um subprograma de matéria orgânica com o objetivo de organizar, fomentar e desenvolver toda essa atividade. Esse subprograma tem trabalhado para a criação de centros específicos, que asseguram o processamento e a distribuição da matéria orgânica em diferentes províncias, municípios e conselhos populares, sendo desenvolvida a minhocultura que é muito difundida no País.

Perspectivas futuras

A partir da década de 1990, o número de estudos relacionados ao tema da agricultura urbana tem crescido bastante, refletindo as preocupações com os processos de urbanização acelerada das 3 últimas décadas do século 20 e os desafios surgidos a partir daí, entre os quais a pobreza urbana e a garantia do abastecimento alimentar das populações.

A agricultura urbana pode ser observada tanto nos países ricos como nos pobres, mas o volume de informações referentes a esses últimos é maior, provavelmente por serem alvos preferenciais de

apoio técnico e financeiro das instituições internacionais de desenvolvimento.

Em nível internacional, destacam-se diversos programas e iniciativas relacionadas à agricultura urbana, dentre as quais a rede de agricultura urbana The Urban Agriculture Network – Tuan –, com sede em Washington, D.C., Estados Unidos, o grupo de suporte para agricultura urbana Support Group on Urban Agriculture – SGUA –, o programa Cities Feeding People, da ONG canadense International Development Research Center – IDRC –, e o Resource Centre for Urban Agriculture and Forestry – Ruaf –, ligado à ONG holandesa ETC, responsável pela publicação da *Revista de Agricultura Urbana*, de periodicidade trimestral e publicada em vários idiomas.

Em 1996, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Pnud – publicou um livro sobre o tema da agricultura urbana, intitulado *Urban Agriculture – Food, Jobs and Sustainable Cities*, utilizado como referência no assunto.

Além do Pnud e da FAO, outros organismos das Nações Unidas, como o United Nations Childrens Fund – Unicef –, o Programa de Gestão Urbana – PGU –, e o United Nations Centre for Human Settlements – Unchs –, têm devotado alguma atenção ao tema.

A partir da segunda metade da década de 1990, diversos seminários e oficinas vêm discutindo o tema, e resultados de investigações começam a aparecer de forma mais sistemática. Um marco nas discussões sobre o tema foi o seminário ocorrido em Havana, Cuba, em 1999, sob o título *Growing cities, growing food – Urban agriculture on the policy agenda*, onde foram tratados aspectos temáticos (conceituação, cidades sustentáveis, segurança alimentar, aspectos institucionais e políticas públicas) e estudos de caso.

Na América Latina, está constituída a Rede Latino-Americana de Agricultura Urbana – Red Aguila –, que congrega organizações que trabalham com o tema na região.

No Brasil, há algumas iniciativas isoladas, tanto de projetos de investigação quanto de ações e políticas públicas e fóruns de discussão. Para citar alguns exemplos, em agosto de 2002, aconteceu, na cidade de São Paulo, o *I Seminário Regional da Agricultura Urbana e Periurbana*, como instrumento de inclusão social na Região Metropolitana de São Paulo, com a presença de autoridades municipais discutindo políticas públicas de apoio à agricultura urbana. Em setembro de 2002, em parceria com outras instituições, a Pesagro/Rio organizou um seminário sobre agricultura urbana.

O momento político atual é bastante propício para o desenvolvimento da agricultura urbana no Brasil, na medida que apresenta-se como importante ferramenta para atendimento dos objetivos do *Programa Fome Zero* do governo brasileiro, devendo mudar o cenário atual da produção agrícola, criando maiores oportunidades para a geração de emprego, melhoria ambiental e fundamentalmente contribuindo para a segurança alimentar. Assim, novas pesquisas também estarão sendo demandadas para a geração de tecnologias, principalmente agroecológicas, mais adaptadas ao ecossistema urbano.

Referências

ALMEIDA, D. L. Sistema integrado de produção agroecológica (“Fazendinha Agroecológica km 47”). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1., 1998, Vitória. **Anais...** Vitória: Emcapa, 1998. p.77-94.

AQUINO, A. M de. **Agricultura urbana de Cuba**: análise de alguns aspectos técnicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 25 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 160).

ASSIS, R. L. de. Globalização, desenvolvimento sustentável e ação local: o caso da agricultura orgânica. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 20, n.1, p.79-96, 2003.

CAMPILAN, D.; DRECHSEL, P.; JÖCKER, D. Monitoreo Y evaluación de impacto. **Revista Agricultura Urbana**, La Habana, n. 5, p.27-29, 2002.

CARVALHO, J. L. H. de. PROVE - Programa de verticalização de la pequeña producción agrícola. **Revista Agricultura Urbana**, La Habana, n. 5, p. 35-36, 2002.

COMPANIONI, N.; PÁEZ, E.; OJEDA, Y.; MURPHY, C. La agricultura urbana em Cuba. In: FUNES, F.; GARCÍA, L.; BOURQUE, M.; PÉREZ, N.; ROSSET, P. (Ed.) **Transformando el campo cubano**. La Habana: ACTAF, 2001. p. 93-110.

CUBA. Ministério de la Agricultura. **Informes anuales 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001**. La Habana, 1994-2001.

CUBA. Ministério de la Agricultura. **Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos**. La Habana, 2000. 145 p.

DRESCHER, A. W.; JACOBI, P.; AMEND, J. Seguridad alimentaria urbana – agricultura urbana, una respuesta a la crisis? **Revista de Agricultura Urbana**, La Habana, n. 1, p.8-10, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Majority of people live in cities by 2005. Disponível em: <<http://www.fao.org/NEWS/FACTFILE/FF9811-ETML>>. Acesso em: maio 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Issues in urban agriculture – studies suggest that up to

two-thirds of city and peri-urban households are involve in farming. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/magazine/9901ap2.htm>>. Acesso em: set. 1999.

GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA (La Habana, Cuba). **Lineamentos para los subprogramas de agricultura urbana para el año 2002 y sistema evaluativo**. La Habana, 2001. 84 p.

HERNÁNDEZ, C. R. A. **Cem preguntas y respuestas sobre Cuba**. 8. ed. Madrid: Pablo de la Torriente, 1999. 138 p.

INSTITUTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL. Políticas públicas e suas intervenções a nível municipal em agricultura urbana na cidade de Teresina-PI, Brasil. Disponível em: <www.ipes.arcoinfo.org/recursos/attachments/07>. Acesso em: 12 maio 2003.

MADALENO, I. M. **A Cidade das mangueiras**: agricultura urbana em Belém do Pará. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2002. 193 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación-the state of food and agriculture**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org./es/ESA/soja-s.htm>>. Acesso em: set. 2003.

SANTANDREAU, A.; PERAZZOLI, A. G. Biodiversidade, pobreza e agricultura urbana ecológica.. Disponível em: <http://www.montevideo.gub.uy/mvd_rural/rural_biodiv.pdf>. Acesso em: 5 maio 2003.

Capítulo 9

Agricultura Orgânica na União Europeia

Maria Cristina Prata Neves

Introdução

Diversas correntes que compõem o movimento que chamamos de agricultura orgânica foram originadas e difundidas na Europa, antes de serem levadas a outras regiões do mundo. A mais antiga delas é a agricultura biodinâmica, desenvolvida a partir da filosofia antroposófica de Rudolf Steiner (Áustria), em 1924. Em 1930, Hans Müller foi um ativista da causa ecológica na Suíça e criou as bases de uma agricultura orgânica-biológica.

Na década de 1940, Sir Albert Howard e Lady Eve Balfour (Inglaterra) publicaram livros disseminando os conceitos da agricultura orgânica e criaram a Soil Science Association. Na França e na Alemanha, Claude Aubert (1977) e Hartmut Vogtmann (1980) disseminaram os princípios da agricultura biológica e ecológica, respectivamente.

Todas essas correntes, com as correntes de agricultura natural surgidas no Japão, e a permacultura, que surgiu na Austrália, entre outras, passaram a ser citadas, coletivamente, como agricultura alternativa, depois que o Ministério da Agricultura e Pesca da Holanda publicou um documento conhecido como *Relatório*

Holandês, onde todos os modelos não convencionais de agricultura foram englobados sob essa denominação.

A agricultura orgânica de hoje é resultante desse amplo movimento. Em comum, todas as correntes buscam desenvolver sistemas para a produção de alimentos em harmonia com o homem e o meio ambiente e sustentáveis no tempo e no espaço. Para harmonizar conceitos, estabelecer padrões básicos e, ao mesmo tempo resguardar a diversidade do movimento, houve necessidade de um fórum. Assim, foi criada a International Federation of the Organic Agriculture Movement – Ifoam – (Federação Internacional do Movimento da Agricultura Orgânica), uma organização não governamental sediada em Bonn, Alemanha, que atualmente abriga 770 organizações (incluindo-se certificadoras, processadores e distribuidores), além de pesquisadores de 107 países.

Área atual da agricultura orgânica na Europa

Ainda na década de 1960, na Europa, muitas fazendas foram convertidas para a agricultura orgânica, mas a conversão se tornou bastante acelerada no início da década de 1990, quando os governos passaram a conceder subsídios para a agricultura orgânica como forma de proteção para o meio ambiente. Não apenas na Europa – mas também no Japão e nos Estados Unidos da América –, o desenvolvimento do mercado de orgânicos criou demandas internacionais para esses produtos, que vêm estimulando o desenvolvimento da agricultura orgânica em todo o mundo. Atualmente, cerca de 130 países já têm produção orgânica de alguns alimentos e fibras.

A agricultura orgânica foi sendo disseminada, lentamente, até o final da década de 1980. A década de 1990 viu aumentar o interesse do público pelas questões de saúde e nutrição, bem como o aumento da conscientização para a necessidade de se preservar

a natureza e, em consequência, os produtos orgânicos passaram a ter maior demanda de mercado (Figura 1).

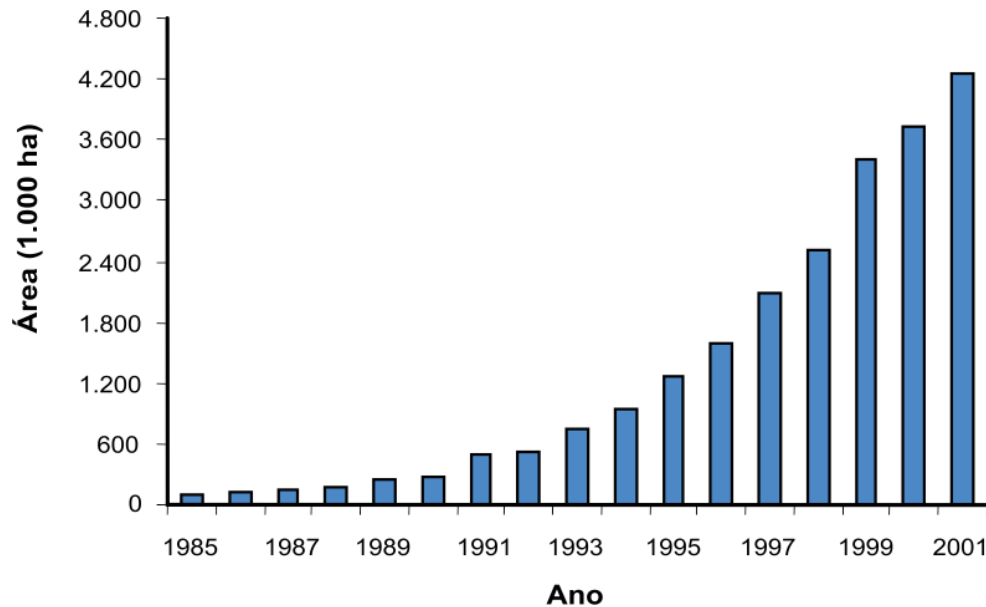


Figura 1. Desenvolvimento da agricultura orgânica na Europa (dados x 1.000 ha).
Fonte: adaptado dos dados de Yussefi e Willer (2002).

A demanda foi estimulada pelos meios de comunicação, pelos partidos políticos verdes, pela desconfiança do consumidor em relação aos produtos transgênicos e pelos escândalos envolvendo alimentos. O escândalo de maior repercussão foi aquele relacionado com a doença denominada encefalopatia espongiforme bovina (BSE), popularmente chamada mal-da-vaca-louca. Outros exemplos são a epidemia de peste suína e a contaminação de alimentos com dioxinas.

Em 1992, com a Regulamentação Europeia (EU – Regulation 2092/91), a agricultura orgânica passou a contar com o interesse e o incentivo dos governos. Contudo, Yussefi e Willer (2002) avaliam que 2000 pode ser considerado um marco histórico para a agricultura orgânica na Europa, por causa da crise causada pelo mal-da-vaca-louca, que aumentou ainda mais a preocupação da

sociedade pela segurança dos alimentos e o interesse por produtos orgânicos (Figura 1). Como resultado, em 2001, os países membros da União Europeia passaram a discutir uma agenda para o desenvolvimento da agricultura orgânica, com previsão de subsídios para a conversão das áreas de produção. De acordo com levantamento efetuado pela Foundation Ecology & Agriculture, da Alemanha, e a Research Institute of Organic Agriculture, da Suíça, que a cada ano coletam informações em todo o mundo (YUSSEFI; WILLER, 2002), a área orgânica mundial é estimada em 17 milhões de hectares. Desse total, 25% estão na União Europeia (UE).

A Itália é o país europeu com a maior área orgânica (cerca de 1 milhão de hectares), seguida da Alemanha (546 mil hectares), Inglaterra (527 mil hectares) e Espanha (380 mil hectares). Tem também o maior número de fazendas orgânicas (51 mil fazendas) (Tabela 1). A Suíça tem o segundo maior número de propriedades orgânicas (19 mil), mas como são pequenas, totalizam apenas uma área de 95 mil hectares. Entretanto, essa área representa cerca de 9% da área agrícola total do país. Altas porcentagens da área agrícola sob manejo orgânico são também registradas para a Áustria (8,6%) e para a Itália (6,8%).

Tabela 1. Área sob manejo orgânico, porcentagem da área agrícola total, número e área média das fazendas orgânicas nos oito países onde a agricultura orgânica está mais desenvolvida, total da União Européia e Brasil.

Países	Área sob manejo orgânico (ha)	% da área agrícola total	Número de fazendas orgânicas	Tamanho médio das fazendas orgânicas (ha)
Itália	1.040.337	6,76	51.120	20,33
Alemanha	546.023	3,20	12.732	42,88
Grã-Bretanha	527.323	3,33	3.563	147,99
Espanha	380.838	1,30	13.424	28,37
França	371.000	1,31	9.283	39,96
Áustria	271.950	8,64	19.031	14,29

Suécia	171.682	5,20	3.329	51,44
Dinamarca	165.258	6,20	3.466	47,68
Total da União Europeia	4.252.930	(quase 2%)	150.000	28,35
Brasil	803.180	0,23	12.590	63,80

Fonte: segundo Yussefi e Willer (2002).

Mercado de produtos orgânicos

O mercado de produtos orgânicos ainda é pequeno em todo o mundo. Contudo, é o segmento do setor de alimento que tem apresentado as maiores taxas de crescimento. Segundo uma pesquisa feita pela Promar International (1999), as pequenas margens de lucro nos produtos convencionais e a crescente preocupação da sociedade com a segurança dos alimentos e com a qualidade ambiental tornaram os produtos orgânicos uma opção atraente para os processadores e distribuidores.

Desde 1990, a taxa de crescimento dos produtos orgânicos ultrapassou a taxa dos produtos convencionais por mais de 18 pontos percentuais. O mercado de produtos orgânicos representa 1 entre as 10 principais tendências de consumo no novo século (SLOAN, 1999). Deve passar do atual patamar de 1% a 2% de participação no total de vendas de alimentos para cerca de 10%, até 2005, nos países industrializados. Entretanto, como enfatizado em ambos estudos, não é possível afirmar se esse crescimento será mantido.

Ainda não há estatísticas sobre o mercado total de produtos orgânicos e os dados existentes não englobam as vendas diretas nem as feiras livres. De acordo com Yussefi e Willer (2002), o mercado mundial de produtos orgânicos, totalizando US\$ 17,5 bilhões, é dominado pela Europa e pela Alemanha, em particular. Contudo, é preciso atentar que as maiores taxas de crescimento

têm sido registradas na Dinamarca e na Suíça, onde em alguns anos já alcançaram valores anuais de até 40%.

Os canais preferenciais para venda de produtos orgânicos ao consumidor variam com a cultura dos diferentes países. Na Suécia, na Dinamarca e na Grã-Bretanha, os supermercados, por exemplo, dominam a distribuição dos produtos, mas a venda em lojas especializadas – também chamadas de lojas de produtos naturais ou *health shops* –, representa um canal muito importante de venda em países como a Holanda e a Alemanha, onde tem sido dominante desde o início da comercialização dos produtos orgânicos (YUSSEFI; WILLER, 2002). O segmento de vendas diretas ao consumidor, muito popular no Japão, por exemplo, só tem um pouco de expressão na Alemanha (Figura 2).

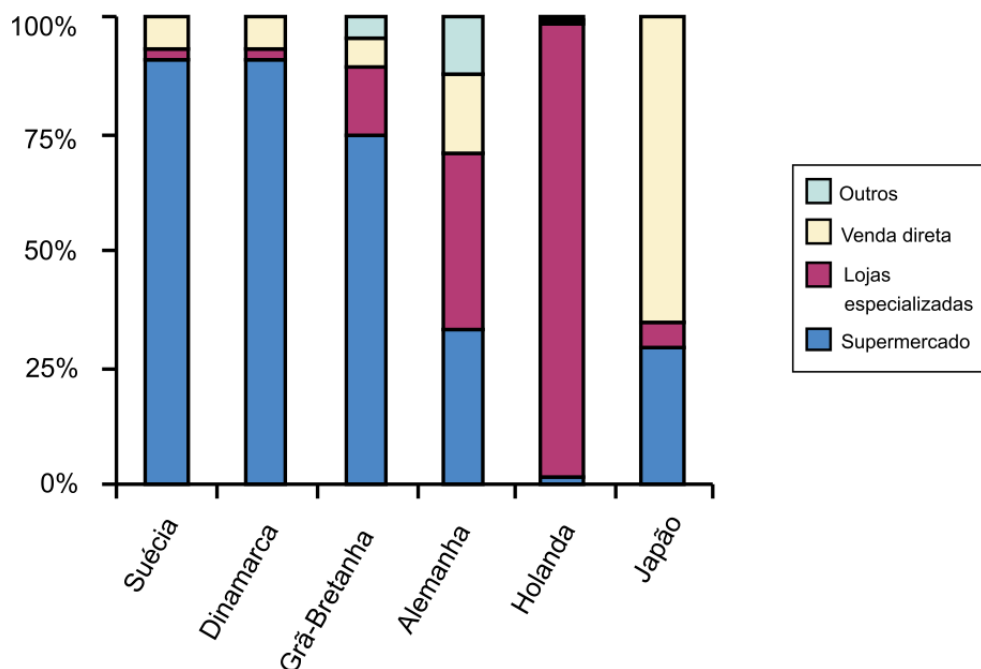


Figura 2. Principais canais de comercialização de produtos orgânicos em alguns dos maiores mercados da Europa e dados comparativos do Japão (YUSSEFI; WILLER, 2002).

Enquanto a Alemanha tem o maior mercado de produtos orgânicos em termos de volume total, a maior taxa de crescimento

de mercado é da Grã-Bretanha (YUSSEFI; WILLER, 2002) e as maiores taxas de participação de produtos orgânicos no mercado são encontradas na Dinamarca (Tabela 2) e na Suécia e na Suíça (G. Rundgren)¹.

Tabela 2. Participação de alguns produtos orgânicos no mercado da Dinamarca (comunicação pessoal).²

Produtos	Participação no mercado em 1998 (%)
Leite	16
Manteiga	31
Queijo	2
Ovo	21
Carne bovina	2
Carne suína	1
Salsicha	37
Cenoura	31
Cebola	10
Batata	9
Cogumelo	65
Pão	46

Dentre as razões discutidas para a maior participação dos produtos orgânicos no mercado da Dinamarca, estão o canal de comercialização via supermercados e a existência de um selo dominante ou um selo nacional para os produtos.

Outra maneira de se analisar o mercado é estimar como o total de vendas se relaciona com o número de habitantes do país. Nesse parâmetro, a Dinamarca (US\$ 113,59) e a Suíça (US\$ 95,32) apresentam os maiores gastos per capita com produtos orgânicos dentre os 13 países com maiores mercados de produtos orgânicos no mundo (YUSSEFI; WILLER, 2002).

Programas e metas

Na Europa, a agricultura orgânica tem seu crescimento estimulado por programas e metas de governo que preveem subsídios para os agricultores. O interesse do estado pela agricultura orgânica vem desde 1991, com a regulamentação do setor.

Desde 1994, programas de incentivo para proteção ambiental vêm sendo implementados, estimulando a conversão das propriedades à agricultura orgânica e fornecendo subsídios. Contudo, logo foi observado que o subsídio individual a agricultores não era suficiente para incentivar a conversão e manter os agricultores convertidos. Assim, alguns países começaram a desenvolver programas, como, por exemplo, o marketing para promoção dos produtos orgânicos, o serviço de extensão rural e a divulgação de informações para os consumidores.

Em 2001, pela primeira vez, foi discutida pelo Comissariado Europeu, a ideia de um plano geral para agricultura orgânica em toda a União Europeia. Naquele mesmo ano, durante a conferência *Organic Food and Farming – Towards Partnership Action*, na Dinamarca, os ministros de agricultura de 12 países clamaram por um plano para o desenvolvimento da agricultura orgânica.

Na *Declaração de Copenhagen*, assinada por 12 ministros de agricultura e pelos representantes da Ifoam, da Associação Europeia de Agricultores, da Associação Europeia de Cooperativas de Consumidores e do Conselho Europeu do Meio Ambiente, ficou estabelecido um plano de ação para a agricultura orgânica que prevê a análise das barreiras e o potencial de crescimento do segmento que cobre todas os aspectos da produção e processamento dos produtos orgânicos, entre outros itens.

De acordo com Yussef e Willer (2002), como apenas subsídios ambientais foram insuficientes para estimular os agricultores na conversão e na manutenção das áreas sob manejo orgânico, alguns

países europeus adotaram uma política de programas de subsídios aliados a metas.

A França, em seu Plano Plurianual de Desenvolvimento e Promoção da Agricultura Biológica (iniciado em 1998), estabelece a conversão de 1 milhão de hectares e 25 mil agricultores até 2005. A Noruega estabeleceu a conversão de 10% da sua área agrícola até 2009, e a Dinamarca tem metas para triplicar o número de produtores orgânicos, chegando a 10% do total de produtores e uma área de 20 mil hectares a mais até 2005 (em relação a 1999). A Alemanha tem metas arrojadas de conversão e pretende converter 20% da área agrícola total até 2010. Tem também amplo suporte para pesquisa, marketing e transferência de tecnologias.

Na Suécia, há metas para banir o uso de agrotóxico até 2005 e aumentar a área orgânica para 20% da área agrícola total. Além disso, naquele país, até 2005, todos os produtos para bebês, desde fraldas, produtos de limpeza e brinquedos até alimentos e roupas, serão orgânicos ou terão eco-selos (Gunnar Rundgren).

Estudo de caso sobre a agricultura orgânica na Suécia

A Suécia é um país com 449.964 km², com apenas 8,9 milhões de habitantes. Tem uma enorme quantidade de lagos, cerca de 100 mil, que representam 9% da área do país. A Suécia é única, também, por apresentar uma das mais altas taxas de ocupação de solo com florestas. Cerca de 54% da área do país é coberta por florestas manejadas e áreas de preservação. Na Tabela 3 são apresentados alguns dados comparativos entre as produções agrícolas convencional e orgânica certificada na Suécia.

Tabela 3. Números da agricultura convencional e orgânica na Suécia, em 2000.

Agricultura convencional	Agricultura orgânica certificada
Área: 2.747.000 ha	Área: 272.000 ha (10% do total)

Propriedades: 80.119

Propriedades: 3.329 (4,1% do total)

Tamanho médio: 34 ha (5 mil fazendas com mais de 100 ha)

Tamanho médio: 52 ha

A área agrícola representa apenas 9% da área do país, onde a maioria das fazendas (75%) também tem florestas. Numa tendência que parece ser dominante em muitas regiões, a faixa etária dos agricultores é muito alta. Cerca de 61% dos agricultores têm mais de 50 anos.

A Suécia é o único país onde todos os restaurantes de trem servem refeições orgânicas certificadas e onde o McDonald's serve produtos lácteos (sorvetes e shakes) orgânicos em suas lojas.

Regulamentação da agricultura orgânica

De acordo com a regulamentação sueca, os produtos para exibirem o selo orgânico precisam estar certificados por 1 das 2 organizações reconhecidas oficialmente, a Krav e a Associação Sueca Deméter (biodinâmica), cujos selos são reconhecidos e aceitos no mercado.

A Krav é organizada como uma associação de 26 membros que representam os diferentes segmentos da cadeia de produção, desde agricultores, processadores, comércio e consumidores, até ambientalistas e associações de proteção aos animais. É interessante notar que o presidente da Confederação Sueca de Agricultura, órgão que congrega os produtores convencionais, fez a conversão de sua fazenda e é agora um produtor orgânico.

As três atividades da Krav são o estabelecimento de padrões para a agricultura orgânica na Suécia, a certificação e o uso do selo e as informações sobre produção. Tem cerca de 60 empregados, a maioria inspetores.

A marca Krav é dominante, a ponto dos supermercados declararem expressamente somente adquirir produtos com essa marca, visto que os consumidores não reconhecem ou não confiam em outras marcas. A Krav tem creditação da Ifoam e acordos de reciprocidade com outras certificadoras credenciadas pela Ifoam, como, por exemplo, o Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural – IBD –, no Brasil.

Dados coletados junto à Krav mostram que, ao final do ano 2000, havia 3.330 agricultores, 590 lojas comerciais, 580 processadores e importadores, 225 restaurantes e cozinhas industriais, 16 tecelagens e 3.340 produtos, sendo 1.020 importados, certificados pela Krav, na Suécia.

Perfil dos agricultores orgânicos

Três fazendas visitadas representam bem os tipos de produtores orgânicos da Suécia. Foram visitadas duas fazendas de leite orgânico. A fazenda Nira Lant tem 200 ha e foi convertida em orgânica, em 1999. Maneja 85 vacas em regime de semiconfinamento, com duas ordenhas (mecanizadas) por dia. Da área total, 50 ha são mantidos com pastagem (*timothy grass* e trevo), 110 ha são usados para a produção de forragem e grãos para o inverno, e 20 ha são de floresta manejada. O estrume produzido é todo coletado num grande tanque a céu aberto, e usado na produção de grãos (aveia e trigo).

O produtor apontou o maior valor de mercado (cerca de 16% a mais por litro de leite) como uma razão importante para a conversão. Contudo, reclamou da maior necessidade de mão de obra a um custo de US\$1.500/homem, por mês. O produtor depende de mão de obra externa, na sua propriedade.

A fazenda Stora Hällsta tem produção integrada de grão e de leite orgânicos. É essencialmente familiar. Nela, trabalham dois casais. São 87 ha, dos quais 40 ha são florestas e campo, e o

restante é dedicado à produção de grãos. A conversão foi gradual, com início em 1989 (25 ha) e término em 1992. São 37 vacas e 60 novilhas, com uma produção de 6 t a 6,5 t de leite ao ano.

Antes da conversão, a produção chegava a 7,5 t. Os proprietários agregam valor aos seus produtos, manejando, também, um moinho de farinha, uma padaria e uma lojinha. Contudo, para manter o moinho, eles adquirem trigo orgânico de diversos produtores da região.

Os motivos apresentados pela família para conversão da fazenda foi o custo de produção – mais adequado ao empreendimento familiar –, a necessidade de poucos insumos e a possibilidade de produzir sem agrotóxicos. Relataram que houve um problema de contaminação e doença de um dos membros da família e a propriedade chegou a ser exposta a venda antes da tomada de decisão para conversão. Relataram, também, que agora, que diversificaram as atividades com o moinho e a padaria, conseguem melhor preço para seus produtos e que o fator mais importante é a possibilidade de produzir preservando a biodiversidade e a beleza da fazenda, que teve os campos restaurados após a conversão.

Outra fazenda, a Torfolk Gärd, que é dedicada à horticultura, também foi visitada. Torfolk Gärd é uma espécie de fazenda-modelo, pois pertence ao atual presidente da Ifoam. Alia produção de hortaliças, produção protegida de tomates e pepinos, atividade extrativista de coleta de cogumelos e frutas silvestres, dispõe de uma bem montada fábrica de geleias e sucos, e tem uma lojinha.

No campo, as culturas (repolho, alface, ruibarbo, nabo e cebola) são rotacionadas com 2 anos de pastagem (*timothy grass* e trevo) por meio de arrendamento das áreas. A propriedade faz uso de muitos implementos e justifica o uso pelo custo da mão de obra avulsa na Suécia (US\$ 15/hora). Torfolk tem 18 ha de solo agricultável e 40 ha são mantidos com florestas e pertencem a 4 pessoas, todas sem tradição agrícola, mas com enorme engajamento ecológico-social. Para auxiliar na produção, 4 a 5

peçoas são contratadas em base permanente e, além dessas peçoas, alguns empregados temporários são admitidos no verão.

Torfolk produz e importa frutas e processa frutas sob a forma de sucos e geleias. Produz, também, molhos de tomate, e vende vinagre, vinho, entre outros produtos. A marca tem os slogans “*Sabor da mais pura natureza*” e “*Produzimos alimentos que nós mesmos queremos comer*”.

Conversão para o manejo orgânico

Para grande parte dos produtores, o principal incentivo na tomada de decisão, em favor da conversão ao manejo orgânico de suas propriedades é financeiro. Maior lucro, advindo de menores custos de produção ou do prêmio, é apontado como fator decisivo. Entretanto, os fatores não financeiros são também muito importantes na tomada de decisão: muitos agricultores familiares preferem a agricultura orgânica porque é mais saudável para o agricultor e sua família; é mais saudável, também, para os animais e o meio ambiente; é melhor para o solo, mas há os que fazem a conversão por motivos filosóficos, de produzir alimentos em harmonia com a natureza.

Processadora e distribuidora

A visita técnica aos diversos segmentos da cadeia produtiva de orgânicos na Suécia incluiu uma torrefadora (Löfberg Lila). A torrefadora é pequena, mas reconhecida na Suécia, por vender café de alta qualidade. Desde 1992, a torrefadora colocou, no mercado, uma linha de cafés orgânicos e de mercado justo.

O diretor-presidente da Löfberg Lila reclamou que, no início, o maior problema encontrado foi a péssima qualidade do café

produzido organicamente, o que contrariava a linha de marketing da torrefadora. Relatou que a qualidade tem melhorado muito, mas considera que isso tem sido conseguido por meio de muitas viagens ao redor do mundo, à procura dos melhores cafés orgânicos.

Pelo segmento de distribuição, foi visitada a empresa Kung Markatta, atacadista de produtos orgânicos e dietéticos especiais. A empresa é certificada pela Krav e comercializa, também, produtos com certificação de mercado justo. Alia cuidados especiais com o meio ambiente, usando embalagens ecológicas, material reciclável, e preocupa-se, também, com os aspectos sociais. Ela emprega cinco empregados com necessidades especiais (deficiência física), destacando um funcionário para supervisionar essa equipe especial. A Kung Markatta é uma empresa de porte médio, atuando como importadora e distribuidora. Vende cerca de 800 tipos de produtos e tem sua própria marca.

Comercialização de produtos orgânicos em supermercados na Suécia

Na Suécia, duas grandes redes vendem produtos orgânicos: a Gröna Konsun e a Hemköp. A rede Gröna Konsun tem 450 lojas, das quais 200 são certificadas para comercializar legumes, frutas e verduras orgânicas frescas, sem embalagem. Tem feito um enorme esforço para aumentar a oferta de produtos orgânicos que era de 4,5% dos produtos expostos em 2001, mas tem muita dificuldade de encontrar produtos. As dificuldades citadas são: oferta limitada, preço alto e baixa qualidade de alguns produtos. A linha mais completa é a de alimentos para bebês, dominada por uma multinacional produtora de alimentos, tendo em vista a meta estabelecida pelo governo.

Os supermercados já exibem grandes marcas e, nas prateleiras, podem ser encontrados pratos prontos congelados, enlatados,

massas, cereais matinais, molhos, produtos lácteos, sucos de fruta, etc.

Há uma grande variedade de cafés, uma vez que a Suécia tem o maior consumo per capita desse produto. Podem ser encontrados carne fresca e processada, óleos, vinagres e azeites, vinhos e ovos. Existe ampla oferta de legumes, frutas e verduras frescas ou processadas. Há, também, produtos orgânicos na categoria *snaks* (salgadinhos, batatas fritas, biscoitos, etc.), além de cerveja e refrigerantes.

Em geral, o que se observa é que nas prateleiras, os iogurtes e leites orgânicos acabam primeiro. Em 1997, havia 350 fazendas de leite orgânico, produzindo cerca de 62 mil toneladas de leite, o que representava 2,4% do total de leite produzido no país. Em 2000, a participação do leite orgânico passou para 5% e há metas para conversão de mais fazendas (WORLD TRADE ORGANIZATION, 1999).

Feira de produtores e Parque Rosendhal Garden

No centro de Estocolmo, há uma feira de produtos orgânicos, onde se podem observar barracas exibindo selos da agricultura biodinâmica e selos da Krav. A feira funciona aos sábados, e atrai grande quantidade de pessoas. São vendidos legumes, frutas, verduras e flores, produtos de origem animal (ovos, embutidos, *bacon*, etc.) e muitas variedades de cogumelos.

O Parque Rosendhal fica localizado numa das ilhas de Estocolmo, onde um grupo de jovens de orientação biodinâmica cultiva uma área onde existem um jardim botânico, jardins de flores ornamentais, pomares e hortas. No parque, há, também, uma padaria e estufas com flores e verduras. Uma loja de produtos orgânicos vende os produtos e uma cantina serve alimentos

orgânicos produzidos no parque. Há também uma área aberta ao público, e um restaurante com serviço à la carte.

Qualidade ambiental

Na Suécia, a conscientização ambiental não atinge apenas os alimentos. Os setores de papel e de produtos de limpeza e higiene já dispõem de produtos com certificação de qualidade ambiental, o eco-selo *Falcon*. No setor de papel, há informações de que 95% de todo papel comercializado tem certificação ambiental.

Universidade de Uppsala

A Universidade de Uppsala é a mais importante da Suécia. O campo experimental de Ekhaga foi convertido em área orgânica, desde 1990. Tal como tem ocorrido no Brasil, há ainda muita desconfiança nos meios científicos com relação à agricultura orgânica. A principal prova disso é a baixa participação dos professores nesses projetos.

Em 2001, havia, em Ekhaga, três teses em andamento: um estudo sobre criação de porcos, um sobre criação de frangos de corte, e outro sobre criação de gado leiteiro. Além disso, há trabalhos de longo prazo, sobre produção de cereais.

Perspectivas da agricultura orgânica na Europa

De acordo com o International Trade Centre, órgão da Organização Mundial do Comércio – OMC – (WORLD TRADE

ORGANIZATION,1999), o mercado de produtos orgânicos já não é mais um nicho e está crescendo de forma substancial, especialmente nos países europeus. Como a demanda supera, em muito, a oferta, os preços são altos e muitos dos produtos são importados (50% e 70% dos produtos vendidos são importados pela Alemanha e Grã-Bretanha, respectivamente).

O perfil dos consumidores indica que quem consome esses produtos são os moradores dos grandes centros urbanos e de cidades universitárias, que esses consumidores são jovens e altamente conscientizados sobre a necessidade de preservação do meio ambiente e de ética no trato com os animais.

O marketing dos produtos orgânicos é genérico e nunca é direcionado para um produto em particular, porque não há segurança no fornecimento contínuo, nem disponibilidade no mercado. O marketing também se limita às qualidades ambientais. É enfatizada, também, a ausência de produtos transgênicos, mas nunca se apregoa a ausência de pesticidas, talvez por ser uma qualidade difícil de se garantir.

Referências

PROMAR. **From sub-culture to supermarket: organic oods grow up.** [Tarporley, Cheshire, UK]: Promar International, 1999. v. 2.SLOAN, A. E. Top ten trends to watch and work on for the millennium. **Food Technology**, Chicago, v. 53, p. 40-60, 1999.

STEINER, R. **Fundamentos da agricultura biodinâmica: vida nova para a terra.** São Paulo: Antroposófica, 1993. Tradução de G. Bannwart.

WORLD TRADE ORGANIZATION. United Nations Conference Trade and Development. International Trade Centre. **Organic food**

and beverages: world supply and major european markets.
Genebra, 1999. 271 p.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. **Organic agriculture worldwide.**
Dürkheim: SÖL- Stiftung Ökologie & Landbau, 2002.

Capítulo 10

Tensões, Negociações e Desafios nos Processos de Certificação na Agricultura Orgânica

*Maria Fernanda de A. C. Fonseca
Fabiana Góes de Almeida Nobre*

Introdução

O sistema agroalimentar (SAA) mundial sofreu mudanças, indo de uma produção de commodities, visando atingir uma massa de consumidores (quantidade) para obtenção de produtos de qualidade, objetivando a segmentação. Ao tratarmos da dinâmica econômica da qualidade no SAA mundial, observamos que as questões sanitárias e nutricionais dos alimentos fazem da qualidade uma preocupação antiga e permanente.

A saturação dos mercados e o crescimento da concorrência, associados à maior transformação industrial e ao consumo de massa, e tendo como pano de fundo a internacionalização (adaptações sucessivas de um produto aos novos mercados nacionais) e a liberalização das trocas, levam ao estímulo e ao reposicionamento da qualidade. As questões éticas, em torno da qualidade dos alimentos, também passam a ser enfocadas.

Uma característica de nossos tempos na dinâmica do SAA mundial é a mudança do centro de decisões/poder/orientação tecnológica à produção, inicialmente no setor agrícola, passando pelo setor industrial e indo para a distribuição (varejistas), o que nos termos de Wilkinson (2000), é questionado se o SAA passou de uma dinâmica centrada na ditadura da oferta pela busca por uma dinâmica ditada pela democracia da demanda, principalmente, com os avanços na área de informática, com a possibilidade de customização dos mercados em contraposição à produção de massa (quantidade) do final do século 19.

Entretanto, no cenário recente, estamos assistindo à ditadura do varejo, motivada, em parte, pela concentração do setor varejista em grandes empresas. Apesar disso, no Brasil, a concentração do faturamento das cinco maiores empresas varejistas em 2001 era de 39%, considerada baixa quando comparada com a concentração na França (83%), no Canadá (69%), no Reino Unido (68%), na Alemanha (51%) e nos Estados Unidos da América (41%).

Aqui, a saída encontrada pelos fornecedores de produtos industriais convencionais tem sido a fuga da dependência excessiva das grandes redes varejistas (super e hipermercados), pulverizando as vendas nos médios e nos pequenos varejistas¹, que têm participação crescente ano a ano, representando, em 2001, 58,1% no faturamento do varejo brasileiro, enquanto os supermercados/hipermercados representaram 17,9%, ficando os bares e as farmácias com 24% das vendas (BLECHER, 2002).

Essa fuga dos fornecedores dos grandes supermercados também está acontecendo com os processadores/distribuidores de produtos orgânicos, que procuram, cada vez mais, a entrega em domicílio, por exemplo.

Em relação ao consumo de produtos orgânicos, no final da década de 1980 e começo da década de 1990, vários relatórios de pesquisas de mercado apontaram para o forte e rápido crescimento da demanda pelos consumidores de produtos orgânicos e produtos verdes, tanto na América do Norte quanto na Europa e no Japão,

sendo que esse mercado alcançou um percentual do mercado varejista, dependendo do produto e do país, com estimativas variando entre 2% a 5% em 2000 (WILLER; YUSSEFI, 2001).

A mudança nos hábitos alimentares também se faz importante na conscientização das questões ligadas à segurança alimentar de uma sociedade, optando-se por estimular hábitos regionais de consumo, principalmente por meio de programas nas escolas públicas ou privadas (merenda escolar e hortas orgânicas).

O exemplo vindo da Itália e da Dinamarca, onde as escolas públicas desenvolvem um trabalho de merenda escolar orgânica, é uma realidade a ser perseguida por todos nós. Na Suécia, o governo estimula o consumo de produtos orgânicos produzidos localmente, bem como o consumo de produtos na safra (FONSECA, 2000a).

No Sul e no Sudeste do Brasil, alguns municípios desenvolvem programas de merenda escolar baseados no fornecimento local, estimulando, muitas vezes, o enfoque orgânico e agroecológico (EOA). Esse avanço na produção e na comercialização dos produtos orgânicos (naturais e ecológicos) vem promovendo mudanças no SAA e nos países, nos relacionamentos entre os segmentos, bem como na disputa pelos escassos recursos (financeiros, principalmente, mas também humanos) nos países de baixa renda, para o desenvolvimento do EOA.

O que há de comum nas propostas alternativas de condução de sistemas agrícolas é o objetivo de desenvolver uma agricultura ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável. As definições transmitem a visão de um sistema produtivo que garanta ao mesmo tempo:

- Manutenção, a longo prazo, dos recursos naturais e da produtividade agrícola.
- Mínimo de impactos adversos ao ambiente.
- Otimização da produção com um mínimo de uso de insumos externos.

- Satisfação das necessidades humanas, de alimentos e renda, e atendimento às necessidades das famílias e das comunidades rurais (ALMEIDA et al., 1996).

Acrescente-se, a isso, os benefícios que a sociedade urbana e o ambiente urbano receberão, direta ou indiretamente (menor migração campo/cidade, menores gastos com saúde por acesso a alimentos saudáveis, menos violência por estar gerando emprego e renda, menores gastos com a saúde dos agricultores e trabalhadores rurais, por não estarem mais expostos à possibilidade de intoxicações pelo uso de agrotóxicos, etc.), com esse novo olhar para a natureza e suas relações com o homem. Esses mercados alimentares foram construídos por ações de políticas públicas e privadas ao longo das últimas décadas, com a participação de todos os atores (FONSECA, 2000b).

Algumas tensões e negociações entre enfoque orgânico e enfoque agroecológico

Depois de muito tempo marginalizado, o EOA está se tornando cada vez mais aceito pelo *mainstream*. A mais significativa manifestação disso é o reconhecimento pela FAO² e pela Unctad³, do papel do EOA num futuro muito próximo, com expansão significativa da produção e do conhecimento básico em torno do EOA, bem como das exportações de produtos orgânicos oriundos dos países de baixa renda (PARROT; MARSDEN, 2002).

Os sistemas e métodos usados nos países de baixa renda variam muito, indo desde aqueles que primariamente alcançam exigências de alimento para a família, onde os excedentes são objeto de trocas (escambo), até aqueles que vendem para o mercado (frequentemente de exportação), implicando em muitas racionalidades diferentes entre os produtores das diferentes regiões.

Os sistemas agrícolas – que consideram, exclusivamente, métodos naturais de construção da fertilidade do solo e combate a pragas e doenças, enraizados em contextos ecológicos, agronômicos e culturais específicos –, podem ser classificados em duas categorias, de acordo com as prioridades dos engajados:

- A produção orgânica certificada, inspecionada e verificada como produzida organicamente (eficiência dos processos de certificação).
- A produção orgânica de fato, disseminando conhecimento existente via treinamento, pesquisa participativa e experimentação.

Para os produtores orgânicos certificados, o que interessa primordialmente nesse processo de certificação é a obtenção do selo, que dará a ele a credibilidade para a venda, ao mesmo tempo em que os consumidores terão garantia na compra de um produto certificado segundo regras conhecidas e estabelecidas pelas instituições participantes (RUNDERGREN, 1998).

A produção orgânica de fato aparece como sendo prevalecente em regiões pobres de recursos ou marginalmente agrícolas, onde populações locais têm um engajamento limitado com a economia monetária, orientadas praticamente para o autoconsumo, mas também produzem uma série de culturas para venda. Nessas situações, os produtores têm pouca alternativa, além de contar com os recursos naturais disponíveis no local, para manter a fertilidade do solo e combater pragas e doenças.

Segundo Altieri (1998), a agroecologia é especialmente enraizada na experiência dos países do Sul (particularmente América Latina), contendo um componente social mais explícito do que o enfoque orgânico, cujo foco (atualmente), está mais sobre as normas técnicas verificáveis, tendência industrial nos termos de Sylvander (1997). Além disso, a pesquisa agroecológica é mais fortemente orientada em direção às ciências sociais, incorporando um enfoque ecológico humano.

A pesquisa agroecológica é mais culturalmente específica e mais explicitamente adota a filosofia *farmer first*, priorizando o agricultor como protagonista, esquecendo-se, por vezes, de que a agroecologia deve envolver, também, os consumidores e outros segmentos da sociedade.

Entretanto, sistemas agroecológicos ainda não fornecem normas reconhecidas internacionalmente. Portanto, não fornecem as mesmas oportunidades para atrair prêmios no mercado como os sistemas certificados orgânicos. Embora haja alguma tensão entre o enfoque direcionado pela norma da produção orgânica, e o enfoque mais culturalmente relativista da agroecologia, praticantes e defensores dos dois enfoques dividem uma ampla filosofia e uma agenda comum e, em muitos casos, trabalham juntos.

A proposição agroecológica surgiu (e ainda se apresenta) como aspiração geral a outra forma de desenvolvimento. Ao mesmo tempo em que surgem e tentam afirmar novas noções, as ações e os agentes agroecológicos visam colocar em prática um novo tipo de movimento coletivo. Atualmente, a condição de marginalização e de exclusão de certos grupos sociais – e a necessidade urgente em se obter resultados imediatos no plano da reprodução social – constituem fatores contrários à capacidade de afirmação dessas novas ideias, pelo menos em curto e médio prazos.

A grande heterogeneidade – que ainda caracteriza a perspectiva agroecológica, particularmente em relação ao seu padrão tecnológico e suas formas sociais –, tem se constituído numa barreira ao avanço dessas ideias. Este parece ser, paradoxalmente, o grande diferencial emulador do debate sobre a problemática da agricultura e da questão agrária no Brasil, ressaltando-se, muitas vezes, a sua contribuição para o tema da agricultura familiar.

Do ponto de vista metodológico, ainda não se conseguiu operacionalizar a noção de agroecologia. Essa compõe um sistema heterogêneo de intervenções, de variáveis, de elementos que precisam ser privilegiados a todo o momento, o que faz com que consideremos que ao interferirmos num elemento ou numa linha de

produção, estamos interferindo no seu conjunto. Falta um domínio teórico maior e prático sobre o funcionamento desses sistemas (ALMEIDA, 2002).

Leigos *versus* peritos (social *versus* técnico)

A confiança no setor dos alimentos oriundos da agricultura orgânica é bem superior àquela dos setores alimentares tradicionais, conforme detectado em numerosos estudos e pesquisas nos países industrializados para conhecer as reações dos consumidores face a esses alimentos e a razão dessa tendência (ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE, 2000).

A escolha dos consumidores é motivada, essencialmente, pela salubridade e a inocuidade dos alimentos orgânicos, assim como pelas preocupações ecológicas com o bem-estar animal. Será a tendência orgânica mais uma entre as tendências atuais no mercado alimentar, paralela à demanda crescente por alimentos prontos para consumir, por uma maior variedade de alimentos, e de alimentos funcionais?

Um alimento de qualidade no movimento orgânico sempre teve a preocupação de que fosse mais do que uma avaliação das características prontamente acessíveis do alimento (aparência), devendo incluir a avaliação dos métodos produtivos, das questões sociais e éticas. Além disso, a qualidade orgânica deve ser mais do que uma ferramenta de marketing, havendo necessidade de um foco maior nas relações entre agricultores, processadores, comerciantes e consumidores no contexto do desenvolvimento local e regional.

A qualidade orgânica está ligada a um processo e envolve a construção de conhecimento, sendo necessário estabelecer mecanismos de capacitação de todos os atores envolvidos. Por ter um papel tão determinante nesse mercado e pelo vulto que esse

mercado vem tomando, a própria certificação também virou um negócio, que já chega a valores em torno de US\$ 200 milhões por ano, quantia correspondente ao valor médio de 1% do faturamento das unidades produtivas cobrado pelo uso do selo dos organismos certificadores nos produtos orgânicos.

Segundo Ducasse-Cournac e Leclerc (2000),

“a qualidade é um conjunto de propriedades e de características, mensuráveis ou não, de um produto ou de um serviço, que lhe confere a aptidão de satisfazer as necessidades expressas ou subentendidas de seu usuário”.

A noção de qualidade é relativa ao usuário do produto ou do serviço envolvido. A cadeia dos produtos agrícolas envolve, pelo menos, três atores:

Os produtores – Que serão particularmente atentos à qualidade agronômica e zootécnica (potencial de rendimento, rusticidade, resistência a doenças e pragas, e precocidade).

Os transformadores e os distribuidores – Que serão particularmente ligados à qualidade tecnológica do produto (produção, conservação, transformação, transporte, etc.).

Os consumidores – Para os quais a noção de qualidade se reagrupa em diferentes expectativas:

- Hedonismo (qualidade visual e gustativa).
- Nutrição e saúde (qualidade nutricional) – Teores de proteínas, vitaminas, etc., qualidade sanitária – produtos isentos de resíduos de pesticidas, metais pesados, microrganismos patogênicos, níveis aceitáveis de nitrato, etc., e qualidade holística determinada pelo método de análise global.
- Preocupações ambientais – Qualidade ecológica com os impactos da produção sobre toda a cadeia no meio ambiente, poluições e problema dos organismos geneticamente modificados – OGMs.
- Preocupações éticas e sociais (qualidade ética envolvendo condições sociais, morais, desafios políticos da produção e

do consumo).

Atualmente o vigor no comércio internacional e as normas e legislações na agricultura orgânica, em vigor, dão muita ênfase às qualidades agronômicas, tecnológicas e ecológicas, e pouca ênfase às zootécnicas, esquecendo-se de valorizar as demais qualidades que guardam forte apelo junto aos consumidores dos produtos orgânicos e verdes.

Deve-se notar que essas objeções não são para advogar pelo abandono da ciência ou para negligenciar o que a ciência ensina a respeito da saúde, do meio ambiente ou sobre o risco de segurança alimentar. É simplesmente para dizer que as normas – mesmo as normas regulatórias na arena da saúde e da segurança – têm dimensões normativas que não podem ser decididas somente na base científica. Haverá de ter um procedimento justo para integrar a ciência com normas culturais e morais.

A reclamação é que cientistas e negociadores (comerciais e políticos) têm, até agora, demonstrado insensibilidade para a problemática natural da tomada de decisão reguladora em qualquer uma das três dimensões citadas acima. Harmonizar normas internacionais é, de fato, a negociação de cultura e visões de mundo no seu senso mais fundamental (MICHELSEN, 2001).

De acordo com Guivant (2000), baseando-se em A. Giddens, existiam condições para a emergência de valores universais dentro de uma ética de responsabilidade tanto individual como coletiva. Toda pessoa, ou seja, todo membro da sociedade é, de fato, um sociólogo participante; cada indivíduo interpreta o comportamento, as expressões e os motivos de seu ou de sua companheira, e comanda seu ou sua realidade, baseado nessas informações e experiências passadas.

Entre as questões objeto de reflexividade nos termos de Giddens, de acordo com Guivant (2000), que se estendem a todos os planos da vida (como educar filhos, que tipo de relacionamento procuramos, etc.), incluem-se as alternativas aos tipos de dietas

saudáveis. Essa reflexividade é acompanhada de descrédito sobre o conhecimento dos peritos.

A reflexividade dos consumidores dos países de alta renda expressa-se no crescimento do mercado de produtos orgânicos ou naturais, ainda que o próprio conceito de natural e orgânico esteja sujeito a diferentes interpretações. Há uma especificidade da dinâmica dos riscos nos países de baixa renda, não que os países estejam atrasados em termos de reflexividade em relação aos países de alta renda.

O não questionamento público deve ser contextualizado em relação a outros fatores que afetam a sociedade brasileira. Entre estes, destacam-se os seguintes:

- Falta de tradição dos atores sociais na defesa de seus direitos enquanto consumidores.
- Descrédito generalizado em relação às instituições públicas.
- Tendência à concentração das preocupações sobre o corpo e a saúde em dietas de emagrecimento, que não têm vinculação direta ou impacto sobre o tipo ou sobre a qualidade dos alimentos consumidos in natura.

Particularmente, no contexto brasileiro, a reflexividade dos atores sociais se manifesta ainda de forma incipiente, no que se refere à questão da segurança alimentar. As características dessa reflexividade e as perspectivas de sua transformação são temas ainda a serem aprofundados em pesquisas futuras.

A noção ética na agricultura orgânica leva em conta as considerações sociais e ambientais, quem sabe, filosóficas. Considerando os consumidores, devemos ficar vigilantes face aos diferentes problemas que envolvem a agricultura em geral e que podem ser aplicados à agricultura orgânica, tanto na Europa quanto no resto do mundo:

- Qualidade ambiental.

- Balanços energéticos.
- Condições de trabalho.
- Aspectos de consumo local (milhagem do alimento) e sazonalidade.

Todas as considerações sociais devem estar envolvidas na agricultura orgânica (os custos sociais da poluição, o maior potencial em gerar empregos).

No que diz respeito aos produtos orgânicos vindos dos países de baixa renda, atenção particular deve ser dada sobre os aspectos sociais, como fazem as associações de comércio equitativo/justo (Max Havellar, Solidar'Monde, Artisans du Monde...) (CIERPKA, 2002) que dão uma garantia ética sobre a produção.

Desde 1992, durante a *9ª Conferência da Ifoam*, em São Paulo, Brasil, se iniciaram as discussões para inclusão dos critérios de justiça social nas normas básicas da Ifoam, aprovados em 1998. Continuam como sendo pontos ainda a serem melhores definidos e praticados no processo de produção e na comercialização dos produtos orgânicos.

No Brasil, os aspectos ligados à justiça social foram contemplados, embora superficialmente, nos princípios gerais das regulamentações relativas aos produtos orgânicos Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN 7/99 – Mapa) (BRASIL, 1999) e na Instrução Normativa nº 006, de 10 de janeiro de 2002 (IN 6/02 – Mapa) (BRASIL, 2002), como um dos critérios a ser observado pelos organismos certificadores numa unidade produtora orgânica, mas não bem explicado como serão avaliados pelos inspetores dessas organizações.

Outra tensão diz respeito à composição das instâncias que regulam a elaboração das normas e da acreditação dos organismos certificadores da produção orgânica no âmbito estadual, quando veta a participação de leigos, ou seja, só técnicos podem ser membros do Colegiado Estadual para Produção Orgânica.

Mais uma tensão diz respeito ao impedimento para que produtores possam fazer parte do grupo de inspetores para controle interno das unidades produtoras. Esse conceito de que os técnicos são superiores aos profissionais do campo (produtores) elitiza o saber e vai contra um dos princípios que defende o EOA, que é a valorização do saber tradicional.

Existe tensão em aceitar a opinião dos agricultores familiares e agroextrativistas na tomada de decisões (o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural – CMDR – é um bom exercício) bem como na composição das instâncias reguladoras, tanto por parte dos técnicos quanto por parte das representações dos agricultores patronais e dos órgãos públicos e privados, decorrente da visão de que agricultura era ou é atraso.

Há necessidade de considerarmos que no âmbito das políticas públicas existem diferenças, embora com princípios gerais comuns. As recomendações e critérios técnicos, sociais e econômicos devem ser diferentes, adaptados às diversas realidades.

Deve-se buscar a construção de um modelo de desenvolvimento alternativo baseado no padrão tecnológico da agricultura orgânica e com práticas agroecológicas, e nos valores preconizados pelo comércio justo, bem como num comércio responsável tanto na agricultura e na indústria patronal de grande porte, quanto por uma economia solidária.

Certificação por auditoria/inspeção *versus* Certificação por formação participativa

No mundo, um programa de garantia bastante conhecido e que serviu de base a muitas legislações, inclusive no Brasil, foi o da Ifoam. O Programa de Garantia da Ifoam, aprovado em 1998, é baseado em dois pilares:

- Nas *Normas Básicas da Ifoam – IBS (Ifoam Basics Standards)* (princípios gerais, recomendações e critérios mínimos para produção, processamento, transporte, armazenagem, rotulagem dos orgânicos) ⁴.
- Nos critérios de avaliação das operações dos organismos certificadores – ICCP (*Ifoam Criteria for Certification Programms*), desenvolvidos diretamente do *Guia ISO/IEC 65*.

Entretanto, a Ifoam identificou uma necessidade de elaboração mais adequada do documento ISO (International Standard Organization), porque a certificação da agricultura orgânica é uma certificação de um processo de produção mais do que de um produto final, mas também devido à natureza genérica do Guia ISO, que tem a intenção de ser usado em todos os setores, mas é predominantemente orientado em direção ao setor industrial e fabril.

Uma necessidade similar para ampliar o Guia ISO/IEC foi identificada na União Europeia, onde a referência com a concordância a EN 45011 (a manifestação europeia do *Guia ISO/IEC 65*) é suplementada pelas Exigências Mínimas de Inspeção e Medidas de Precatórias do Anexo III da Regulamentação EC 2092/91 (COMMINS; WAI, 2002).

O *Guia ISO/IEC 65* e os critérios da Ifoam lidam com muitas questões em comum:

- A estrutura do organismo certificador.
- A independência e a objetividade, incluindo a regulamentação de conflitos de interesse.
- Cláusulas confidenciais.
- Competência do pessoal do órgão certificador e de pessoas subcontratadas.
- Gerenciamento da qualidade.
- Controle documental e manutenção de dados.
- Procedimentos de certificação.
- Controle de marcas e certificados.

- Transparência.

Em algumas dessas áreas, os critérios da Ifoam estabeleceram exigências em adição⁵ aquelas do *Guia ISO/IEC 65*.

No Brasil, os processos de certificação, em vigor até o momento da publicação da IN 007/99, que estabeleceu normas para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade para produtos orgânicos de origem vegetal e animal, estava apoiada em dois pilares:

- Na certificação participativa, operada pelas chamadas redes de credibilidade ou de confiança, baseada no trabalho que organizações não governamentais – ONGs – e associações fazem junto às comunidades rurais e urbanas. Geralmente, atuam nos mercados locais e regionais, assessorando na produção, na organização dos produtores e na comercialização dos produtos.
- Na certificação por auditoria, geralmente são empresas que não se envolvem diretamente com a formação, a organização e o assessoramento aos agricultores, porque fazem oferta gratuita. Geralmente, atuam em mercados para exportação, e em grandes empreendimentos. Na margem desse processo, encontram-se as organizações públicas, que só recentemente começaram a se envolver com o setor de agricultura orgânica (SOUZA; BULHÕES, 2002).

Durante todo o processo de discussão e de elaboração da IN 7/99, esses dois modelos estiveram em debate. Havia acordo quanto às técnicas relativas à agricultura orgânica e um certo consenso conceitual sobre o que deveria ser um produto orgânico. As tensões entre as ONGs, ante à inexperiência e à falta de opinião de representantes do governo, se davam no campo do (i) mérito da certificação – se era necessário ou mesmo conveniente ter uma regulamentação para a certificação de produtos orgânicos, e (ii) modelo de certificação, que incluía definir quem seriam os

organismos certificadores e qual o processo de certificação a ser adotado.

A respeito do mérito da certificação, os defensores da certificação tinham como principal argumento a confiabilidade que os produtos obteriam nos mercados, aumentando a possibilidade de acesso dos produtos nacionais nos mercados cada vez mais demandantes nos países de alta renda. Portanto, a certificação seria um instrumento de mercado que habilitaria os produtos orgânicos a alcançarem mercados não locais.

As ONGs contrárias à certificação propunham que quem deveria ser certificado seria o produto obtido na agricultura convencional, com indicação do potencial de contaminação, dando como argumentos o custo da certificação que oneraria tanto os produtores quanto os consumidores, o risco de oligopolização dos organismos certificadores face à impossibilidade dos pequenos organismos certificadores arcarem com os custos de acreditação junto a um órgão internacional. Portanto, a certificação seria excludente e dificultaria o processo de expansão da agricultura orgânica, prejudicando produtores e consumidores.

Outras razões para o dissenso eram:

- Níveis de mercado (local, regional, justo, institucional *versus* internacional, supermercados, commodities).
- Relação produtor/consumidor (redes de credibilidade preocupam-se mais com os produtores, os organismos certificadores preocupam-se mais com o consumidor final).
- Aspectos ético-ideológicos prévios (rotulagem do produto com agrotóxico, certificação participativa com a colaboração de produtores e de consumidores organizados em grupos, mercado interno, produto orgânico com preço alto para os pobres nos países de baixa renda *versus* autonomia dos organismos certificadores, vínculo maior com empresariado rural e com produtores com maior nível de área, organização e renda, mercado externo, os técnicos têm maior

credibilidade externa que os agricultores, processo autoritário, intervencionista).

Com a publicação da IN 7/99, foi mantida a possibilidade dos dois modelos de certificação. Entretanto, com a publicação da IN 6/02, que trata das exigências que os organismos certificadores têm que cumprir para serem acreditados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa –, e continuarem certificando os processos e produtos das comunidades rurais, foi preconizado o processo por auditoria.

Com isso, a dificuldade da certificação participativa aumentou, pois haverá necessidade de se adaptar aos processos burocráticos e custosos, que envolvem o trabalho de registro dos compromissos não previstos numa rede de geração de credibilidade. Agora, essa tensão está se traduzindo quando do estabelecimento da reciprocidade (reconhecimento e equivalência de processo) entre os organismos certificadores exigida pelos canais de comercialização (processadores e distribuidores, principalmente), bem como pelos produtores que entregam para vários canais de comercialização, e pelos organismos acreditadores dos organismos certificadores.

Principais desafios ligados à certificação

A maioria das regulamentações dos países de alta renda – importadores de produtos orgânicos – foi desenvolvida tendo como referência as condições locais e pouco ou nenhum espaço para contribuições por parte dos países de baixa renda, que possuem condições climáticas, sociais, econômicas e culturais, totalmente diferentes que a dos países de alta renda. Além disso, os atacadistas requerem certificação de uma entre centenas de normas/padrões diferentes.

Grande parte das exportações orgânicas de países de baixa renda é certificada por organismos certificadores internacionais, com

confiabilidade e credenciamento no exterior, elevando os custos. O sistema Ifoam só é possível para os sócios, diferente do sistema ISO (que é aberto). Mesmo assim, o custo de se tornar membro é alto para os pequenos produtores organizados dos países de baixa renda, o que leva a Ifoam a ter um forte viés dos países de alta renda.

Os principais entraves à adoção da certificação dizem respeito à complexidade técnica e burocrática, ao não financiamento do período de conversão, às logísticas do SAA, à concentração da competência nos países do Norte, à insensibilidade às práticas locais, à pouca consideração aos critérios sociais, e às questões ligadas à milhagem dos alimentos⁶ (discussões no Norte) e à sazonalidade, bem como à transparência das margens nos diferentes segmentos da cadeia (discussões no Sul).

O custo do processo de certificação por auditoria varia de acordo com os critérios de análise adotados pelos organismos certificadores, levando-se em consideração os seguintes itens:

- Tamanho da área a ser certificada.
- Despesas com inspeção (transporte, alimentação e hospedagem).
- Elaboração de relatórios.
- Análise laboratorial do solo e da água e, quando necessário, do produto.
- Visitas de inspeção.
- Acompanhamento e emissão do certificado.

As despesas com hospedagem, alimentação, transporte e locomoção dos inspetores correm por conta dos produtores.

Alguns organismos certificadores cobram ainda percentuais sobre o faturamento do empreendimento, ou valor pelo uso da marca, tornando-se, na visão de alguns, “sócios” do empreendimento. Essa prática vem sendo motivo de tensões no segmento da agricultura orgânica.

Segundo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES –, no exercício de 2001, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos disponibilizou US\$ 1 milhão para reembolso dos produtores orgânicos em até 70% das despesas com certificação, limitado a US\$ 500 por produtor (de acordo com o *Usda-News*, citado em OSMOND et al. 2002).

Existe, também, o caso dos importadores ou de indústrias convencionais com linhas orgânicas, que pagam o custo da certificação por auditoria, para terem acesso à matéria-prima orgânica certificada nos países de baixa renda. Na União Europeia, também houve apoio aos processos de certificação por auditoria.

Nos processos de certificação participativa, os associados contribuem com uma mensalidade pequena, e os processos de certificação recebem recursos dos projetos de desenvolvimento sustentável para efetuar os controles internos. O processo de certificação participativa cobra uma mensalidade de seus sócios, com valores compatíveis com a realidade econômica destes, procurando incorporar os processos de certificação às ações dos projetos de assistência técnica na produção, usando práticas agroecológicas na organização dos agricultores, agroextrativistas, trabalhadores rurais e suas famílias.

Uma dificuldade para a aceitação das normas brasileiras pelos mercados europeus diz respeito ao período de conversão de uma cultura anual e uma cultura perene convencional para orgânica (PALLET; NICOLAS, 2001). Enquanto no Brasil exige-se 12 e 18 meses para culturas anuais e perenes, respectivamente, na União Europeia a exigência é de 24 e 36 meses, respectivamente. Sabe-se que, nos trópicos, o processo de purificação de um sistema agrícola é mais rápido devido às altas temperaturas, ao intemperismo (muita chuva), e à rápida decomposição, existindo, portanto, justificativas técnicas e científicas para a adoção de menor tempo para a conversão total em produção orgânica (HARKALAY, 2000).

Outro problema diz respeito à reciprocidade (reconhecimento e equivalência de processos) entre os organismos certificadores, dificultando a comercialização dos produtos, tanto no mercado interno quanto externo. Para agilizar reconhecimento internacional, necessitamos de uma legislação que caracterize a verdadeira agricultura orgânica.

Os procedimentos adotados na certificação participativa, devido à sua complexidade e enraizamento em relações sociais fortes, heterogêneas, precisam ser melhor formalizados/registrados (registros passo a passo, adaptação dos registros, contratos, mapas das áreas), o que dificulta a obtenção da reciprocidade entre organismos certificadores. Normalmente, as normas técnicas de produção diferem muito pouco entre os organismos certificadores, estando as maiores diferenças nos princípios gerais e na forma de proceder a certificação.

Os organismos certificadores que seguem a certificação participativa partem do pressuposto de que há uma credibilidade no trabalho das instituições, não havendo necessidade de auditores externos, que são dispendiosos e não conhecem os locais que irão inspecionar.

As certificações por um consultor externo, que faz poucas visitas anuais aos produtores ou uma só, oneram o processo, pois são seguramente menos eficientes na manutenção dos princípios gerais, recomendações e critérios da agricultura orgânica, do que uma entidade séria que estivesse trabalhando constantemente no local. Além disso, a certificação por auditoria também é baseada na confiança, uma vez que sustenta-se, fundamentalmente, em algumas ou numa visita anual, quando são checados os procedimentos produtivos, muitos deles registrados pelos próprios produtores, não podendo dar mais credibilidade, ser mais eficiente, que as redes de certificação com ações mais intensas no local.

Para ajudar a baixar os custos da certificação, algumas ações precisam ser feitas:

- Assistência de doadores de recursos e divisão dos custos com parceiros nos países de alta renda.
- Treinamento de inspetores locais e de outros profissionais que trabalhem para um organismo certificador nacional ou órgão certificador internacional operando no País, que pode envolver uma forma de cocertificação.
- Desenvolvimento de um sistema internacional para harmonização e equivalência.
- Desenvolvimento de organismos certificadores regional/nacional.

Em países de baixa renda com amplos setores orgânicos as possibilidades ampliam-se para:

- Desenvolvimento de normas nacionais e de um sistema de certificação e acreditação nacional.
- Acreditação internacional de organismos certificadores nacionais.
- Negociação de acordos bilaterais de equivalência (TWARO; VOSSENAR, 2002).

É hora de os países do Norte e empresas multinacionais financiarem a formação e a capacitação nos países do Sul, para possibilitar a participação num modelo de desenvolvimento, como liberdade de escolha.

A dificuldade em harmonizar normas e processos de certificação entre os movimentos ligados à agricultura orgânica sempre foi uma preocupação dos produtores e de outros atores envolvidos com essas formas alternativas de hábitos de consumo e de comercialização. Há condições para se estabelecer sinergias, ao identificarmos as forças de cada sistema e as equivalências entre eles, ajudando a entender onde estão as oportunidades para melhorar o processo de troca de experiências, educação, ou inspeção e redução de custos. Cumprir, com isso, significa dividir

informações entre os organismos certificadores, fato problemático, pois envolve confiabilidade e confidencialidade de dados.

Uma distinção deve ser necessária entre os dados primários e os dados levantados para interpretação e avaliação dos inspetores. Outra questão é dividir os custos para se conseguir a informação. Se um dos principais objetivos para harmonizar é reduzir custos, então os acordos devem ser trabalhados de modo que para se obter a informação, os custos sejam divididos equitativamente reduzindo-os e possibilitando uma socialização padronizada das informações relativas à agricultura orgânica no Brasil.

A simplificação na divisão da informação – pela harmonização dos formatos – é um dos mecanismos que pode aumentar a utilidade dos dados divididos e reduzir o tempo total e os custos da coleta das informações e das análises.

Além disso, é necessário democratizar a informação, por meio de encontros conjuntos de técnicos, de produtores e de consumidores, onde vários tópicos possam ser tratados, no intuito de evitar duplicação de procedimentos e melhorar a troca de experiências e o processo de inspeção e verificação, podendo-se abordar temas relativos a:

- Questões institucionais nas organizações de produtores (fluxo de informação).
- Gerenciamento de bacias hidrográficas, medindo impactos nos recursos naturais (com café, por exemplo, demanda por lenha e proteção da bacia).
- Avaliação da saúde financeira da organização (relacionamento entre a diversidade biológica e a produção).

Outras questões que podem ser exploradas nesses encontros dizem respeito ao valor agregado, às margens na cadeia, e à diversificação, um tema pouco abordado e especificado nas normas. Os produtores veem isso como questões críticas de suma

importância para suas estratégias de desenvolvimento em longo prazo (COURVILLE, 1999).

Outra questão seria como os processos de certificação podem encorajar iniciativas de conversão para sistemas de produção dentro do EOA, de forma mais explícita, mais clara, seguindo os princípios de um processo de certificação por formação. Uma contribuição importante é a discussão científica para fundamentar as normas técnicas de produção e agroextrativismo de sistemas da agricultura orgânica.

É importante ter em mente que o futuro está em informar/formar jovens sobre essa nova perspectiva de mundo. Há que se buscar uma ética que não é a que se pratica atualmente, tanto no meio acadêmico científico, quanto nas relações comerciais e sociais. O EOA não deve dividir seus esforços, apesar de algumas tensões, consideradas normais num processo ligado a movimentos sociais.

É hora de somar, e não de dividir, pois as ameaças do modelo de desenvolvimento estabelecido no século passado são maiores do que as divergências no EOA para a pequena produção familiar, pequenas agroindústrias e consumidores em países de baixa renda. A preocupação dos opositores do EOA, ao criticarem o enfoque, mostra que estamos conseguindo atingir parte dos nossos objetivos de construir, juntos, um mundo melhor, mais sustentável e justo para todos.

Referências

ALMEIDA, J. A agroecologia entre o movimento social e a domesticação pelo mercado. Florianópolis, SC: Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, 2002. 20 p.

ALMEIDA, S.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. A crise sócio-ambiental e a conversão ecológica da agricultura brasileira. Rio

de Janeiro: AS-PTA, 1996.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

BLECHER, N. A ditadura do varejo. **Revista Exame**, São Paulo, Edição 768, v. 36, n. 12, p. 44-52, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 maio 1999. Seção 1, p. 11-14.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 006, de 10 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o glossário de termos empregados no credenciamento, certificação e inspeção da produção orgânica, os critérios de credenciamento de entidades certificadoras de produtos orgânicos e as diretrizes para procedimentos de inspeção e certificação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 janeiro 2002. Seção 1, p. 16-20.

CIERPKA, T. **Organic agriculture and fair trade two concepts based on the same holistic principal**. Disponível em: <<http://www.ifoam.org/social/orgagrifairtrade.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2002.

COMMINS, K.; WAI, O. K. Status of national organic regulations. In: IFOAM CONFERENCE ON ORGANIC GUARANTEE SYSTEMS. INTERNATIONAL HARMONISATION AND EQUIVALENCE IN ORGANIC AGRICULTURE, 2002, Nuremberg, Germany. **Reader...** Nuremberg, 2002. p. 8-11.

COURVILLE, S. Creating synergy by combining inspections. In: IFOAM ORGANIC TRADE CONFERENCE- QUALITY & COMMUNICATION FOR THE ORGANIC MARKET 6., 1999, FLORENCE, ITALY. **Proceedings...** Tholey-Theley, Germany, 1999. p. 100-108.

DUCASSE-COURNAC, A. M.; LECLERC, B. **La qualite des produits issus de l'agriculture biologique: synthèse bibliographique.** Paris: ITAB, 2000. 33 p.

FONSECA, M. F. Ações de políticas públicas e privadas no estímulo aos alimentos orgânicos, ecológicos, biodinâmicos, naturais. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA E POLÍTICAS PÚBLICAS, 1., 2000, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Rede Agroecologia Rio, 2000a. 20 p.

FONSECA, M. F. **A construção social do mercado de alimentos orgânicos:** estratégias dos diferentes atores da rede de produção e comercialização de frutas, legumes e verduras *in natura* no Estado do Rio de Janeiro. 2000. 210 p. Tese (Mestrado)– CPDA, UFRRJ, Seropédica, RJ, 2000b.

GUIVANT, J. Reflexividade na sociedade de risco: conflitos entre leigos e peritos sobre agrotóxicos. In: HERCULANO, J. S. B. (Ed.). **Qualidade de vida e riscos ambientais.** Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense, 2000. p. 281-303.

HARKALAY, A. Certificação ambiental. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PRODUTOS ORGÂNICOS E MERCADOS VERDES, 1., 1999, Petrolina, PE; Juazeiro, BA. **Anais...** Petrolina: Banco do Nordeste do Brasil, 2000. p. 93-104

MICHELSEN, J. Recent development and political acceptance of organic farming in Europe. In: MICHELSEN, J. (Ed.). Politics,

ideology and practice of organic farming. **Sociologia Ruralis**, Malden, USA, v. 41. p. 3-19, 2001. Edição especial.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. **Influence de l'agriculture biologique sur l'innocuité et la qualité des aliments**. Porto, Portugal, 2000. 17 p. Trabalho apresentado VINGT-DEUXIÈME CONFÉRENCE RÉGIONALE DE LA FAO POUR L'EUROPE, Porto, Portugal, 2000. Point 10.1 de l'ordre du jour.

OSMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. da. **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. 35 p.

PALLET, D.; NICOLAS, B. **La filière biologique brésilienne: potentiels et limites de développement**. São Paulo: Cendotec, 2001. 62 p.

PARROT, N.; MARSDEN, T. **The real green revolution**. UK: Greenpeace Environmental Trust, 2002. 148 p.

RUNDERGREN, G. **What is certification. Building trust in organics. A guide to setting up organic certification programmes**. Alemanha: Ifoam, 1998.

SOUZA, R.; BULHÕES, F. M. Perfil e desenvolvimento do modelo de certificação de produtos alimentares orgânicos no Brasil. In: INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS, 5.; SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 5., 2002, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2002. 20 p.

SYLVANDER, B. Le rôle de la certification dans les changements de régime de coordination: la agriculture biologique, du réseau à

l'industrie. **Revue d'Economie Industrielle**, Paris, n. 80, p. 47-66, 1997.

TWARO, S.; VOSSENER, R. Obstacles facing developing country exports of organic products. In: IFOAM CONFERENCE ON ORGANIC GUARANTEE SYSTEMS. INTERNATIONAL HARMONISATION AND EQUIVALENCE IN ORGANIC AGRICULTURE, 2002, Nuremberg, Germany. **Proceedings...** Reader Nuremberg, 2002. p. 47-50.

WILKINSON, J. Da ditadura da oferta a democracia da demanda: o caso dos transgênicos e dos orgânicos. In: CONGRESSO MUNDIAL DE SOCIOLOGIA RURAL, 10., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro:SOBER, 2000. p. 15.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. **Organic agriculture worldwide 2000: statistics and perspectives**. German: Ifoam, 2001. 133 p.

Capítulo 11

Certificação como Garantia da Qualidade dos Produtos Orgânicos

Maria Cristina Prata Neves

Introdução

Na disputa por uma fatia do mercado, as empresas procuram diferenciar seus produtos. O modo mais comum de comunicar aos consumidores as qualidades especiais de produtos é usando selos incorporados na rotulagem.

Durante as últimas décadas, observamos um enorme aumento no uso de selos. Há os que proclamam qualidades no atendimento a clientes (ISO 9000), qualidades ambientais (selo ISO 14000, certificação de produto não transgênico), requisitos de pureza (Abic), comprovação de eficiência (selo de aprovação da Associação Brasileira de Odontologia – ABO), a origem (mais comum para azeites, queijos e vinhos) ou a ética (selo de empresa amiga da criança e o selo de mercado justo). Os selos podem ajudar a distinguir o produto frente à concorrência e justificar a conquista de um prêmio, um diferencial no preço do produto (Figura 1).



Figura 1. Exemplos de selos de qualidade em produtos.

Isso acontece porque um vinho tem certo valor no mercado, mas um vinho da região de Bordeaux tem valor maior. A distinção é assegurada nos certificados de origem comprovada estampados no rótulo, em forma de selo. Do mesmo modo, um ovo tem um certo valor no mercado, mas um ovo dito orgânico, que foi produzido de acordo com os princípios da agricultura orgânica (que não permitem o uso de agrotóxicos, hormônios, antibióticos e de produtos transgênicos), e que é proveniente de galinhas que têm acesso a pasto, que correm, se empoleiram para dormir, ciscam e comem bichinhos, minhocas, portanto, que não vivem confinadas em minúsculas gaiolas, entre outros princípios da agricultura orgânica, tem certamente valor maior. Caracteriza-se, assim, um prêmio, um valor a mais pela qualidade orgânica.

O valor da mensagem sintetizada no selo é assegurado pela certificação que confere confiança nas qualidades apregoadas pelos selos exibidos na rotulagem.

Certificação

Certificação é o procedimento de verificação e de confirmação da conformidade do produto ou do processo com relação a padrões estabelecidos. É um meio de assegurar, ao consumidor, o cumprimento desses padrões. A confirmação pode ser feita pelo produtor, diretamente ao consumidor. É o caso das vendas de cestas entregues em domicílio, onde uma relação de confiança é estabelecida entre o produtor e o consumidor. A confirmação também pode ser feita pelo distribuidor. O melhor exemplo é a garantia apregoada por algumas empresas sobre a origem dos produtos expostos em seus supermercados. Entretanto, quando a cadeia de produção se torna complexa, mais distante fica o consumidor do produtor, surgindo a necessidade de uma confirmação feita por uma terceira pessoa, a certificadora. Normalmente, quando se fala em certificação, entende-se que os procedimentos são feitos por essa terceira pessoa, a certificadora, baseada num sistema independente de verificação de confirmação da conformidade.

Tanto produtos como processos e serviços podem ser certificados, e cada tipo de certificação deve desenvolver seus próprios procedimentos de verificação, bem como punições resultantes da não observação dos padrões estabelecidos.

Certificação de produtos orgânicos

A agricultura orgânica é um sistema de produção e de processamento cujos resultados são denominados produtos orgânicos. Assim, a certificação da agricultura orgânica trata da conformidade de um processo de produção.

Normalmente, a certificação da produção orgânica é um procedimento em vários níveis que certifica o produtor (os campos

ou as facilidades usadas na produção), o sistema de produção, o processamento e o sistema de distribuição (incluindo a documentação e as medidas de precaução tomadas para manter a integridade do produto em toda a cadeia de custódia). O selo, que pode ser uma logomarca, é agregado à rotulagem do produto, ao final do processo.

Quando as vendas se dão por atacado, um certificado acompanha as transações comerciais, porque a qualidade orgânica não pode ser testada tendo como base características presentes no produto final, mas verificadas nas áreas de produção e nas processadoras. Testes no produto final servem apenas para identificar produtos que não são orgânicos (resíduos substanciais de produtos não permitidos, como, por exemplo, agrotóxicos, etc.).

Para um produto ser certificado, toda a cadeia de produção e todos os operadores, incluindo os agricultores, os processadores, as indústrias, os exportadores, os importadores, os atacadistas, os distribuidores, bem como os pontos de venda, devem ser certificados como atuando em conformidade com os padrões e a regulamentação da agricultura orgânica. É possível que diversas certificadoras atuem na certificação de diferentes operadores de uma mesma cadeia.

A certificação orgânica tem sido um instrumento poderoso na criação de um ambiente de confiança para o mercado de produtos orgânicos (RUNDGREN, 1998a). A promessa de alimentos mais saudáveis, com enorme apelo aos consumidores que se dispõem inclusive a pagar mais por isso, obriga os produtores a garantir tal qualidade (WORLD TRADE ORGANIZATION, 1999). A seriedade no sistema de certificação é fator essencial para construir uma linha de exportação de produtos orgânicos, visto que a falta de credibilidade pode afetar seriamente a confiança do consumidor com relação aos produtos.

De acordo com Rundgren (1998b), a certificação traz outros benefícios:

- Facilita o planejamento da produção, pois há necessidade de documentação. Isso pode melhorar a eficiência da unidade de produção.
- Facilita o mercado, o serviço de extensão e a pesquisa. Os dados coletados pela certificação podem ser muito úteis para o planejamento do mercado, o trabalho de difusão e a pesquisa.
- Cria transparência, tornando pública a informação sobre produtores e produtos.
- Aumenta a credibilidade e melhora a imagem da agricultura orgânica.
- Facilita a introdução de créditos especiais ou subsídios, porque define o grupo que será beneficiado.

Padrões para a agricultura orgânica

A certificação de produtos orgânicos é o reconhecimento de que o produto foi produzido de acordo com os padrões de produção orgânica. Os padrões para agricultura orgânica podem ser estabelecidos por associações de produtores que organizam um sistema de certificação, com regras e procedimentos, e passam a certificar os produtores associados em relação a esses padrões. Contudo, quando o país estabelece uma regulamentação oficial para a produção orgânica, então os padrões privados devem, no mínimo, atender aos padrões oficiais, embora possam acrescentar procedimentos especiais.

A certificadora pode usar padrões privados ou padrões oficiais para suas atividades, ou pode usar padrões aceitos internacionalmente, como os estabelecidos pela Ifoam (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS, 2000) ou pelo *Codex Alimentarius* (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, 2001). Contudo, nos países onde o produto vai ser

comercializado, as demandas regulatórias devem ser sempre consideradas, porque a certificação é uma mensagem dirigida ao consumidor.

A agricultura orgânica de hoje é resultante de um amplo movimento formado por diversas correntes que buscam desenvolver sistemas alternativos para a produção de alimentos em harmonia com o homem e o meio ambiente. Cada corrente estabeleceu suas práticas. No início do movimento orgânico, não havia padrões, apenas princípios idealísticos como, por exemplo, promover a fertilidade do solo. À medida que os conhecimentos se acumularam, foram sendo estabelecidos métodos de manejo do solo, práticas de cultivo das plantas e de criação dos animais, bem como tecnologias de processamento dos produtos que passaram a ser descritos na forma de padrões.

Os padrões constituem um arcabouço de práticas necessárias, permitidas, desejáveis ou proibidas no sistema de cultivo e no processamento orgânico. Os padrões são dinâmicos, o que significa que uma vez estabelecidos, devem ser continuamente revisados e desenvolvidos (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS, 2000). Devem ser também formulados, de modo claro e comunicados a todos os operadores participantes do sistema de certificação.

Padrões da Ifoam

Como entre as correntes de agricultura alternativa existem diferenças em relação a determinados aspectos do manejo do sistema solo/planta e das criações de animais, houve necessidade de um fórum que se ocupasse da tarefa de harmonizar conceitos, estabelecer padrões básicos, resguardando a diversidade do movimento (RUNDGREN, 1999).

Em 1972, foi fundada a Federação Internacional do Movimento da Agricultura Orgânica – Ifoam –, uma ONG sediada em Bonn,

Alemanha, que atualmente abriga 770 organizações, incluindo desde certificadoras, processadores, distribuidores e pesquisadores de 107 países.

A Ifoam gerencia um sistema de avaliação e de acompanhamento para certificação, harmonizando, no contexto internacional, as normas técnicas relativas à agricultura orgânica. A missão da Ifoam é fornecer uma plataforma para troca de experiências e de cooperação, ao mesmo tempo em que se empenha em estabelecer padrões que sejam aceitos pelo movimento orgânico em todo o mundo.

O estabelecimento de padrões é altamente participativo e democrático. Toda emenda ou adição segue um longo processo de consulta a todas as organizações membro. Em seguida, essa emenda ou edição é avaliada pelo Comitê de Padrões da Ifoam, antes de ser levada a debate e votação nas assembleias gerais que ocorrem durante o Congresso Internacional dessa entidade, a cada 2 anos.

Os padrões estabelecidos pela Ifoam e publicados no *Ifoam Basic Standards for Organic Production and Processing* (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS, 2000) são privados porque a Ifoam é uma ONG. Contudo, devido à sua aceitação internacional pelo movimento orgânico, seus padrões servem de base para o trabalho de certificação de inúmeras empresas certificadoras em todo o mundo e para o programa de creditação de certificadoras pelo Serviço Internacional de Creditação Orgânica – Iloas. A Iloas é uma entidade criada pela Ifoam, mas juridicamente independente, que desenvolve serviços de creditação de certificadoras, base de todo o sistema de garantia da qualidade dos produtos orgânicos.



A creditação de certificadoras junto à Ifoam é feita por meio da avaliação do serviço das certificadoras contra critérios estabelecidos pela própria Ifoam e mediante avaliação dos padrões usados pela certificadora contra os padrões da Ifoam.

A Ifoam não faz certificações de produtores nem estabelece padrões para serem seguidos por produtores. As normas da Ifoam estabelecem requisitos mínimos para o estabelecimento de padrões regionais, nacionais ou privados. Fornece as condições mínimas para que produtos possam ser considerados orgânicos e estabelece condições para o serviço de inspeção e de certificação de produtores orgânicos, preocupando-se em dar consistência e coerência para a diversidade de práticas que constituem a essência da agricultura orgânica (RUNDGREN, 1998a).

Desde 1999, a Ifoam foi registrada pela Organização Internacional de Padronização – ISO –, como uma organização internacional de padronização para a agricultura orgânica. Recentemente, seus padrões se tornaram referência para as normas do *Codex Alimentarius* (FAO/OMS) e da legislação orgânica da União Europeia e da Argentina. Atualmente, a Ifoam tem uma relação de cooperação formal com a FAO.

A Ifoam (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS, 2000) define como orgânicos todos os sistemas agrícolas que produzem alimentos e fibras de forma correta, sem danificar o meio ambiente e voltados para a melhoria da qualidade de vida dos consumidores e para as questões socioeconômicas. Esses sistemas consideram a fertilidade do solo como fator de sucesso para a produção. Respeitando-se as capacidades naturais de plantas, de animais e do ambiente, a qualidade é otimizada em todos os aspectos agronômicos e ecológicos. Tanto na etapa de produção como na fase de processamento, o aspecto holístico da agricultura orgânica fica evidente quando se analisam os 17 princípios listados pela Ifoam (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS, 2000), nos quais se baseia:

- Produzir alimento de alta qualidade e em quantidade suficiente.
- Interagir com os sistemas naturais e os ciclos biogeoquímicos de modo construtivo e promotor da vida.

- Considerar o impacto social e ecológico da produção e do processamento, em seu aspecto mais amplo.
- Estimular e aumentar os ciclos biológicos dentro do sistema de produção, envolvendo microrganismos, flora e fauna do solo, plantas e animais.
- Desenvolver um ecossistema aquático sustentável e rico.
- Manter e aumentar, a longo prazo, a fertilidade do solo.
- Manter a diversidade genética do sistema de produção e áreas circunvizinhas, incluindo a proteção dos habitats de plantas e animais.
- Promover o uso saudável da água e os cuidados apropriados dos recursos hídricos e de toda a vida deles dependente.
- Maximizar o uso de recursos renováveis localmente disponíveis.
- Estabelecer um balanço harmonioso entre a produção vegetal e a criação de animais.
- Possibilitar, aos animais de produção, condições de vida que correspondam ao seu papel ecológico e permitam seu comportamento natural.
- Minimizar todas as formas de poluição.
- Processar os produtos orgânicos, usando fontes renováveis de energia.
- Permitir que todas as pessoas envolvidas na produção e no processamento orgânico tenham qualidade de vida que atenda suas necessidades básicas e que permita adequado retorno econômico e satisfação pessoal, incluindo condições seguras de trabalho.
- Progredir de modo que toda a cadeia de produção (produção primária, processamento e distribuição) seja socialmente justa e ecologicamente responsável.

Os princípios devem, entretanto, ser implementados dentro das condições socioeconômicas, geoclimáticas e culturais locais.

Codex Alimentarius

A Comissão do *Codex Alimentarius* foi estabelecida em 1962, para executar o programa conjunto da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação – FAO –, e a Organização Mundial da Saúde – OMS – sobre normas alimentares, com a finalidade de proteger a saúde dos consumidores, facilitar o comércio internacional e assegurar práticas equitativas no comércio de alimentos, e promover a coordenação internacional de todos os padrões para alimentos.

Essa comissão é formada por representantes dos governos dos países membro. As normas do *Codex Alimentarius* representam o consenso internacional sobre cada tema e fornecem o arcabouço para o desenvolvimento de regulamentações nacionais.

Em 1991, a comissão de rotulagem iniciou a discussão de normas para produtos orgânicos, que culminou com a publicação em 1999, das *Normas para Produção, Processamento, Rotulagem e Marketing de Alimentos de Origem Vegetal Organicamente Produzidos* e que, desde 2001, incluem, também, a produção animal (bovinos, equinos, ovinos, caprinos, suínos, aves e apicultura) (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, 2001).

A formulação das *Normas Codex* foi baseada nos padrões da Ifoam, cujo delegado participa dos trabalhos. As *Normas Codex para Alimentos Orgânicos* representam os requerimentos mínimos para que um produto possa ser rotulado como orgânico no mercado internacional e contêm, também, disposições de caráter consultivo, na forma de diretrizes, práticas, e recomendações para ajudar a alcançar os objetivos finais do *Codex Alimentarius*, que é a harmonização dos requisitos para os produtos orgânicos em nível internacional, e o assessoramento dos governos quanto aos regulamentos nacionais nessa área.

Segundo o *Codex Alimentarius* (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA

ALIMENTACIÓN, 2001),

“a agricultura orgânica é o manejo holístico da produção que promove e aumenta o vigor do agroecossistema, incluindo a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo. Enfatiza o uso preferencial de práticas de manejo no lugar do uso de insumos externos à unidade de produção. Isso é conseguido pelo uso, sempre que possível, de métodos agrônômicos, biológicos e mecânicos, ao invés do uso de materiais sintéticos para desempenhar qualquer função específica dentro do sistema”.

Segundo o Codex, o sistema de produção orgânico deve:

- Aumentar a diversidade biológica do sistema em seu conjunto.
- Incrementar a atividade biológica do solo.
- Manter a fertilidade do solo em longo prazo.
- Reciclar os resíduos de origem animal e vegetal a fim de devolver os nutrientes ao solo, reduzindo ao mínimo o uso de recursos não renováveis.
- Basear-se nos recursos renováveis e em sistemas agrícolas organizados no local.
- Promover o uso sustentável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas.
- Manipular os produtos agrícolas, usando métodos de processamento cuidadosos, com o objetivo de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais dos produtos em todas as etapas do processamento.
- Estabelecer períodos de conversão cuja duração adequada dependerá de fatores específicos de cada lugar, do histórico de ocupação da terra e o tipo de produção (animal ou vegetal) em questão.

Tipos especiais de certificação

A certificação acarreta em custos para o produtor, que pode representar um obstáculo para os pequenos produtores nos países em desenvolvimento (RUNDGREN, 2001a). Os custos da certificação incluem a inscrição, diárias de inspeção e despesas de deslocamento de auditores e análises de resíduos nos produtos. O uso da marca de certificação também tem um custo, podendo ser pré ou pós-fixado.

Com o objetivo de estimular a expansão da agricultura orgânica em todo o mundo e atender aos anseios dos pequenos agricultores, a Ifoam estabeleceu, também, critérios para certificações especiais.

Subcontratação

A certificação por subcontratação é comum. Esse tipo de certificação permite que um operador principal (atacadista, distribuidora, processador ou qualquer outro operador interessado, como por exemplo, uma cooperativa) possa organizar um grupo de fornecedores, geralmente pequenos produtores, e solicitar a certificação para o grupo. Nesse sistema, os agricultores não precisam arcar com os custos da certificação, que passam ser da responsabilidade do operador principal.

Uma das grandes desvantagens é que, geralmente, o interesse do operador é por apenas um dos produtos manejados pelos agricultores. Logo, o restante da produção não fica coberto pelo selo da certificadora. Outra desvantagem, ainda maior, é o fato de o agricultor ficar vinculado ao operador principal, não podendo escolher melhores ofertas para seus produtos.

Grupos de agricultores

De acordo com os critérios da Ifoam, para um grupo se constituir e se beneficiar das facilidades da certificação em grupo – muito menos onerosa para os produtores – deve ter propriedades semelhantes no tamanho, no tipo de manejo e nas culturas. Esse grupo deve, também, estar próximo, de preferência numa mesma região, mas o seu tamanho deve ser suficiente para permitir o sistema de controle interno viável. Deve haver ainda uma organização central, uma cooperativa ou associação, com responsabilidades junto à certificadora.

Todos os agricultores devem entender e acatar as exigências da agricultura orgânica. Devem, também, assinar um contrato de adesão ao projeto, não sendo permitido que abandonem e depois retornem ao mesmo. O projeto deve ser monitorado por um sistema de controle interno, executado por um oficial de campo, que deve conhecer o sistema de cultivo.

As inspeções devem ser feitas pelo menos duas vezes ao ano, devendo haver salvaguardas suficientes para resolver todos os conflitos de interesse. Há necessidade de se manter mapas atualizados, situando todas as unidades participantes e de se estabelecer critérios rígidos contra fraudes (RUNDGREN, 1998a).

A certificação de grupos tem permitido a expansão da produção orgânica de café e de algodão na América Latina e África, e de chá e de arroz na Ásia.

Regulamentações nacionais

Certificação e regulamentação são coisas distintas. A regulamentação é uma ação governamental. Apoiadas nos critérios descritos na regulamentação são feitas as inspeções com a finalidade de verificar fraudes e tomar ações legais cabíveis. A certificação é uma declaração afirmativa de adequação aos padrões estabelecidos. A certificadora, geralmente uma entidade privada,

promove suas inspeções de modo a assegurar, por escrito, que os padrões adotados estão sendo observados.

Com o aumento da importância do mercado de produtos orgânicos, muitos governos sentiram a necessidade de regulamentar esse comércio. A França e o Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, foram os pioneiros na regulamentação que se dá, muitas vezes, a pedido dos próprios produtores que sentem necessidade da proteção governamental contra práticas fraudulentas. Atualmente, os principais países importadores regulamentaram seus mercados de orgânicos, criando a necessidade de os governos dos países produtores estabelecerem equivalências para os produtos, buscando reciprocidade nas relações.

União Europeia

Em 1991, a União Europeia regulamentou o mercado na Europa, com a publicação do *Council Regulation – EEC – 2092/91*, que vem sofrendo inúmeras emendas. Inicialmente, cobria apenas a produção vegetal, mas desde 2000, inclui normas para produção animal.



A regulamentação europeia fornece padrões de produção e medidas de inspeção que devem ser implementadas para assegurar a integridade da produção. A regulamentação lista os insumos que podem ser usados e identifica as práticas de produção que são desejáveis ou que são proibidas. A regulamentação europeia usou, como referência, os padrões da Ifoam e as maiores divergências dizem respeito aos períodos de conversão.

A regulamentação europeia causou o maior impacto no mercado de orgânicos mundial, pois a Europa é grande importadora desses produtos e muitos países passaram a considerar, também, a regulamentação de seu mercado de orgânicos.

Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América iniciaram a regulamentação do mercado de produtos orgânicos com a publicação do *Organic Food Production Act* em 1990, que necessitava de inúmeras regulamentações adicionais. Ao longo dos anos, estas foram sendo estabelecidas por meio do National Organic Standards Board.



Em 1998, uma proposta final foi colocada em consulta pública, sendo repudiada pelo setor orgânico e pelas associações de consumidores porque liberava o uso de transgênicos e de radiação, e o aproveitamento de lodo de esgoto na agricultura orgânica. Mais de 300 mil comentários (cartas e e-mails) foram recebidos pela comissão. A proposta foi refeita e publicada em dezembro de 2000, demorando 10 anos para que houvesse consenso entre os diversos participantes da cadeia de produção orgânica. Pela regulamentação atual, fica proibido o uso de pesticidas sintéticos e de fertilizantes, a irradiação de produtos e o uso de organismos geneticamente modificados em qualquer produto com rótulo orgânico.

Japão e outros países

O Japão é um importante importador de produtos orgânicos. Espera-se que a regulamentação de seu mercado de orgânicos, em 2000, tenha impacto nos países com os quais comercializa. A Argentina regulamentou a agricultura orgânica desde 1994 e países como a Austrália e o Canadá ainda estão desenvolvendo suas regulamentações.



Brasil

No Brasil, o aumento da demanda de produtos orgânicos para exportação impulsionou o interesse pela agricultura orgânica. Após muitos anos de discussão em relação às formas de certificação, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa – passou a coordenar a regulamentação da agricultura orgânica, colocando em Consulta Pública uma portaria que estabelecia normas para a agricultura orgânica, para apreciação e manifestação da sociedade civil. Essa portaria culminou com a Instrução Normativa N° 7, de 17/5/99, do Mapa. Entretanto, essa Instrução Normativa não tinha a força de uma lei.

Em dezembro de 2003, o Congresso Nacional sancionou a Lei 10.831, que define os produtos orgânicos e dispõe sobre sua comercialização e certificação. Essa lei ainda depende de regulamentação, para se tornar totalmente operacional.

De acordo com a Instrução Normativa 7,

“considera-se sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados – OGM/transgênicos, ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e transformação”.

É importante enfatizar que os sistemas de certificação são normalmente apoiados em Normas de Sistema¹ e estruturas de creditação², certificação³ e auditoria⁴ e cabe ao Colegiado Nacional para Produção Orgânica, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Mapa –, todo o trabalho de normatização e estruturação do sistema de certificação, inclusive a elaboração de Manuais de Boas Práticas Agrícolas orientados para a agricultura orgânica.

Coerente com a visão de que a agricultura orgânica pode ser um diferencial para agricultores familiares, a Lei 10.831/2003 inclui critérios para certificações especiais de grupos de agricultores e isenções de certificação para venda direta de produtos por agricultores assistidos por organizações sociais.

Certificação da agricultura orgânica no Brasil

A certificação dos produtos para o mercado interno tem sido feita por associações de produtores e ONGs. No mercado de exportação, o Instituto Biodinâmico é a única certificadora brasileira com creditação pela Ifoam, mas, nos últimos anos, várias certificadoras estrangeiras abriram filiais ou estabeleceram parcerias com certificadoras brasileiras, visando, basicamente, o mercado de exportação, segundo dados coletados por Ormond et al. (2002), conforme é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Certificadoras em operação no mercado orgânico brasileiro.

AAO – São Paulo, SP (www.aao.com.br)

Abio – Rio de Janeiro, RJ

ANC – Campinas, SP (anc@correionet.com.br)

Apan – São Paulo, SP, (atendimento@apan.org.br)

BCS – Öko-Garantie, Piracicaba, SP, gbackchi@terra.com.br)

Cepagri – Caçador, SC

Chão Vivo – Santa Maria do Jetibá, ES (pmsmj@escelsa.com.br)

Coolmeia – Porto Alegre, RS, (www.coolmeia.com.br)

Ecocert – Brasil – Porto Alegre, RS, (ecocert@matrix.com.br)

Ecovida – Rede Ecovida de Agroecologia

FVO – Brasil – Recife, PE, (fvo@terra.com.br)

IBD – Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural, Botucatu, SP, (www.ibd.com.br)

Ihao – Chapada dos Guimarães, MT (sorayaihao@bol.com.br)

IMO Control do Brasil – São Paulo, SP (imocontrol@terra.com.br)

Minas Orgânica – Belo Horizonte, MG (lvcorreia@brfree.com.br)

MOA – Rio Claro, SP, www.mokitiokada.org.br)

OIA – Brasil – São Paulo, SP (www.certificacioia.com)

Skal – Brasil – Barreiras, BA, (skalbrasil@daventria.net)

Estabelecer certificadoras locais é bastante dispendioso. No início, há dificuldades em obter reconhecimento no mercado internacional, pode haver conflito de interesses quando as mesmas pessoas atuam como consultores e inspetores e há um custo alto com a capacitação de inspetores. Contudo, tal como enfatizado por Rundgren (2001b), existem, também, inúmeras vantagens em longo prazo, dentre elas, o melhor entendimento das condições locais, da língua e da cultura, e um custo menor com as visitas, tornando possível visitas não anunciadas.

Aceitação dos mercados das marcas de certificação

A certificação é um instrumento de mercado. É uma forma de comunicar, aos consumidores, qualidades especiais nos produtos. Consumidores, produtores, distribuidores e certificadoras têm, cada um, sua conceituação particular do que seja a qualidade orgânica (Figura 2).



Figura 2. Exemplos de selos de certificadoras que atuam no mercado brasileiro.

Com a regulamentação da agricultura orgânica no Brasil, as certificadoras que aqui atuam devem fazer suas verificações, usando padrões que atendam à Lei 10.831/2003. Contudo, é também desejável que essas certificadoras usem padrões expandidos capazes de atender à regulamentação do país onde o produto será comercializado.

Alguns países estabelecem critérios mais rigorosos para seus mercados, independentemente dos padrões estabelecidos seja pela Ifoam, seja pelo *Codex*, seja pela regulamentação regional. É o caso da Dinamarca, que vem aumentando a restrição contra produtos pulverizados com cobre (muito usado na calda bordaleza). Entretanto, o uso do cobre é permitido pela Ifoam e até mesmo pela Regulamentação (EEC) 2092/91. Mesmo assim, se não adaptarem seus padrões aos requisitos desse país, as certificadoras poderão

não ter seu trabalho aceito e conseqüentemente os produtos não poderão ser comercializados naquele mercado.

No mercado sueco, o selo da certificadora Krav domina totalmente o mercado. Conseqüentemente, a certificação pela Krav é indispensável para que produtos possam ser exportados para aquele país. Nesse caso, certificadoras locais podem obter reconhecimento junto à Krav, que passaria a atuar na recertificação dos produtos, conferindo sua marca.

Perspectivas futuras

Conforme enfatizado por Rundgren (1998b), se todos os custos ambientais dos produtos da agricultura convencional fossem integrados no preço, os produtos orgânicos não precisariam de prêmio e seriam mais baratos do que os produtos convencionais. Sem prêmios, haveria menor incentivo para fraude e não haveria necessidade de certificação.

Vemos assim, que a certificação é um instrumento de mercado que deve ser devidamente regulamentado para proteger os consumidores, produtores e distribuidores contra rotulagens enganosas. É também uma garantia de acesso a mercados diferenciados para os produtores. Contudo, a certificação só tem sentido quando o distanciamento entre produtores e consumidores assim exigir. A certificação promove a confiança num mercado anônimo.

A certificação passa a ser desnecessária em esquemas de mercado que colocam produtores e consumidores frente a frente, tal como acontece no esquema de produção estimulada pelo consumidor, conhecido como *consumer supported agriculture* (CSA), nos Estados Unidos, e como *Teikei* (coparceria entre agricultores e consumidores), no Japão. O *Teikei* é o principal canal de distribuição da produção orgânica no Japão.

No Brasil, esse tipo de relacionamento consumidor/produtor ocorre em Fortaleza, CE (informação verbal)⁵.

Nesse esquema de comercialização, consumidores participam junto com o agricultor, do planejamento da produção. Passam a atuar como sócios do empreendimento. Os preços são estabelecidos de comum acordo entre as partes, garantindo estabilidade econômica para o produtor. Os consumidores visitam “suas” fazendas, estabelecendo laços de confiança e de amizade. Esse esquema viabiliza o pequeno produtor e gera um comprometimento da sociedade urbana com a exploração sustentável das terras. Entretanto, depende de uma mudança grande no estilo de vida dos consumidores acostumados à ampla variedade de ofertas dos supermercados.

Referências

INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS. **Basic standards for organic production and processing**. Tholey-Theley, Alemanha, 2000. 68 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. *Codex Alimentarius* Commission. **Alimentos producidos organicamente**. Roma, 2001. 77 p.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FAVARET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.15, p. 3-34, 2002.

RUNDGREN, G. **Building trust in organics**: a guide to set up certification programmes. Tholey-Theley: Ifoam, 1998a. 150 p.

RUNDGREN, G. **Future perspectives for organic certification.** Palestra na IFOAM Scientific Conference, Mar del Plata, Grolink Papers & Studies, 1998b. Disponível em: <<http://www.grolink.se/studies/future.htm>>. Acesso em: 2002.

RUNDGREN, G. **The challenge for developing countries to establish an organic guarantee system.** Grolink Papers & Studies, 2001a. 5 p. Disponível em: <<http://www.grolink.se/studies/future.htm>>. Acesso em: 2002.

RUNDGREN, G. **Standards, certification and regulation.** Grolink Papers & Studies, 2001b. 10 p. Disponível em: <<http://www.grolink.se/studies/future.htm>>. Acesso em: 2002.

RUNDGREN, G. Harmonisation of diversity or diverse harmonization? In: ORGANIC farming in the European Union. Baden, Áustria: Grolink, 1999. Papers & Studies, 1999. 5 p. Disponível em: <<http://www.grolink.se/studies/future.htm>>. Acesso em: 2002.

WORLD TRADE ORGANIZATION. United Nations Conference Trade and Development. International Trade Centre. **Organic food and beverages:** world supply and major European markets. Genebra, 1999. 271 p.

Leitura Recomendada

Codex Alimentarius.

ftp://ftp.fao.org/codex/standard/booklets/Organics/gl01_32e.pdf. IN 07/1999 e IN 06/2000 do Mapa.

Council Regulation (EEC) 2092/91.
<http://home.prolink.de/~hps/#Organic1>

Regulamentação Americana
<http://www.ams.usda.gov/nop/nop2000/nop2/finalrulepages/finalrulemap.htm>

IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing.
http://www.ifoam.org/standard/index_neu.html

Regulamentação Japonesa.
http://www.maff.go.jp/soshiki/syokuhin/hinshitu/organic/eng_yuki_60.

Capítulo 12

O Conceito de Emergia e a Certificação Agroecológica com Visão Sistêmica

Enrique Ortega

Introdução

Na economia capitalista atual, a forma de visualizar um sistema produtivo – para fins de avaliação de seu desempenho – é excessivamente simplificada, veja a Figura 1.

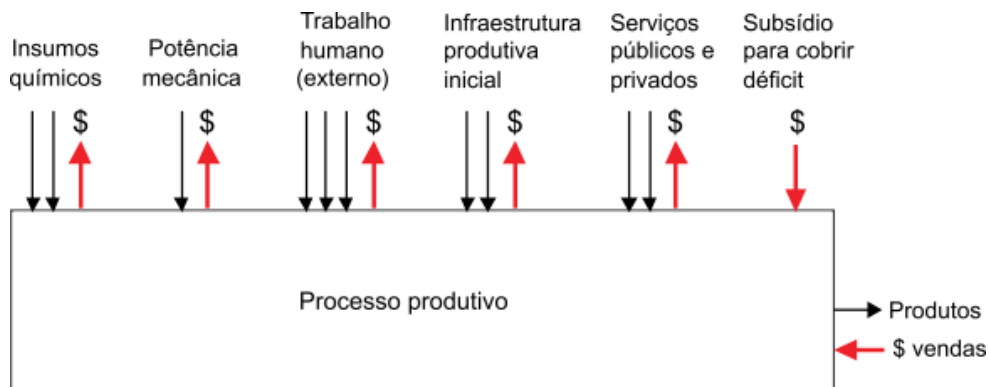


Figura 1. Sistema rural visualizado parcialmente.

A contabilidade empresarial considera apenas os insumos econômicos e uma parte dos produtos, em termos monetários, sem

discutir a justiça dos preços. Como vemos na Figura 2, essa contabilidade reduzida não leva em conta o complexo processo produtivo da agricultura familiar ecológica e não consegue abordar, cientificamente, as novas questões da sustentabilidade, da biodiversidade e da eficiência sistêmica.

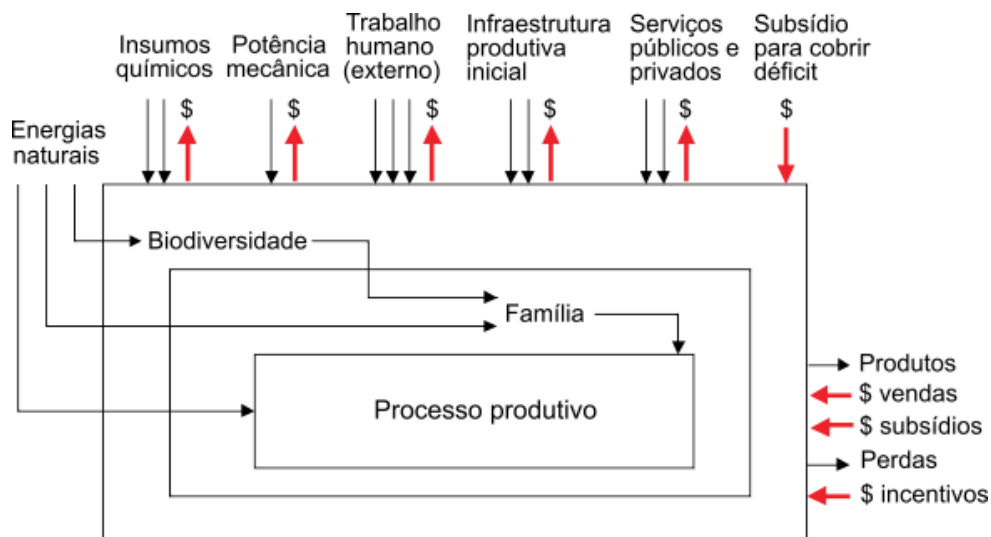


Figura 2. Sistema rural visualizado integralmente.

O uso da contabilidade econômica tradicional ocasiona diversos problemas:

- Não se levam em conta as diversas contribuições da natureza.
- Não se considera o subsistema interno relativo ao trabalho familiar.
- Não se consideram os benefícios da biodiversidade na economia familiar.
- Não se considera o acúmulo de biomassa das áreas dedicadas a reserva legal, reserva permanente, terra em descanso (pousio), brejos, leiras de plantas companheiras.

- Não se determina o grau de sustentabilidade, o saldo energético do sistema, o impacto ambiental.
- Não se consideram os custos de doenças, tratamento médico, e mortes por envenenamento.
- Não se consideram os custos de tratamento de efluentes contaminados.
- Não se incluem os custos sociais do desemprego gerado no meio rural.
- Não se leva em conta o valor da pesquisa desenvolvida localmente.
- Não se estima o valor da biodiversidade preservada ou recuperada.
- Não se avalia a capacidade de suporte do agroecossistema.
- Em termos de dinheiro, o uso dos fluxos de insumos implica na aceitação de preços fixados arbitrariamente pelo mercado. Esses preços não representam devidamente os valores reais dos recursos utilizados.
- Não se mede a relação do intercâmbio do sistema com o exterior.
- Não se qualifica a renovabilidade dos recursos empregados.
- Não se interpretam os laços do sistema com o exterior.
- Não permite estabelecer preços justos.
- Não discute apropriadamente a perversa economia de escala.

Assim, sugere-se a adoção da metodologia de análise sistêmica e energética que avalia todas as contribuições ao processo produtivo em termos de seu custo energético (emergia) que foi desenvolvida em várias décadas de trabalho intenso pelo professor Howard T. Odum, da Universidade da Flórida, Estados Unidos da América, e compilada em forma de livro, em 1996. Essa proposta metodológica ganhou o apoio de diversos pesquisadores do mundo inteiro, os quais se reúnem a cada 2 anos, no Centro de Pesquisa

das Terras Úmidas da Universidade da Flórida, em Gainesville, nos Estados Unidos da América.

A metodologia de análise ecossistêmica-energética tem sido aplicada ao estudo de muitos e variados sistemas, entre eles os agrícolas. Contudo, a maior parte dos casos estudados corresponde aos sistemas rurais dos Estados Unidos da América e da União Europeia, que são altamente intensivos no uso de energias derivadas do petróleo e possuem pouca complexidade biológica (biodiversidade).

No Brasil, vários pesquisadores (ORTEGA, 2003a, 2003b) empregaram a metodologia emergética para descrever diversos sistemas rurais, incluindo algumas fazendas agroecológicas. Tomando como base esse esforço, coloca-se aqui a possibilidade de um desenvolvimento ainda maior dessa metodologia para interpretar, corretamente, o complexo processo agroecológico e, depois de divulgar e discutir suas vantagens, propor seu uso na certificação de produtos rurais.

Bases para uma proposta de certificação agroecológica

Os resultados de algumas pesquisas sobre a representação de agroecossistemas com diagramas de fluxos de energias, as fórmulas de cálculo emergético para o diagnóstico socioambiental e a certificação agroecológica (ORTEGA et al., 2001, 2002a, 2002b; QUEIROZ et al. 2000) são mostrados e discutidos a seguir.

Na Figura 3, usamos a linguagem simbólica dos fluxos de energia para representar um sistema que gera matérias-primas agrícolas e faz o beneficiamento industrial das mesmas para produção de alimentos preservados, incluindo a reciclagem de nutrientes e de materiais industriais, e o tratamento de efluentes.

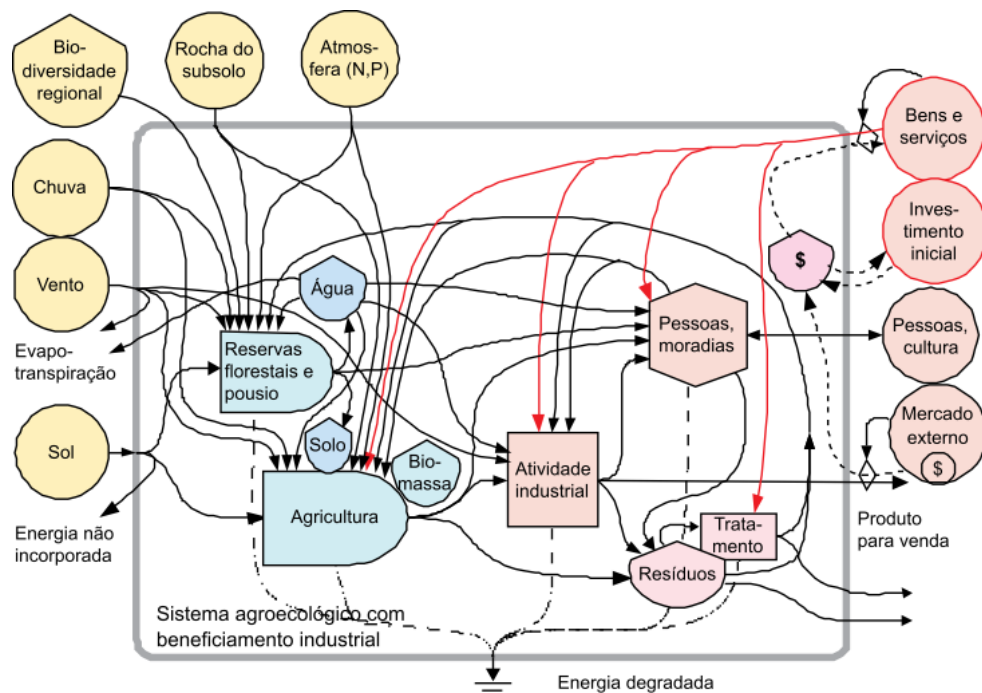


Figura 3. Diagrama de um sistema agroecológico de administração familiar.

A Figura 3 mostra as relações entre a atividade agroindustrial e seu ecossistema:

- Autossuficiência e sustentabilidade.
- Qualidade das matérias-primas.
- Processo de beneficiamento.
- Reciclagem de materiais (agrícolas, industriais e após o consumo familiar).
- Cogeração de energia.
- Tratamento de efluentes.

Os fluxos da natureza, mostrados na margem esquerda do diagrama, determinam a sustentabilidade (renovabilidade) do empreendimento. Esses fluxos dependem da existência de biodiversidade e não são remunerados monetariamente.

Na economia convencional, o preço de um produto corresponde ao somatório das despesas realizadas com insumos, mão de obra e

alguns serviços, mais a margem de lucro desejada. De certa forma e nem sempre com justiça, o preço econômico representa o trabalho humano agregado. Contudo, o preço econômico não considera diversas externalidades:

- A contribuição da natureza na produção e na absorção do impacto ambiental decorrente da produção dos insumos industriais.
- Os custos do tratamento médico de doenças provocadas pelo uso de substâncias tóxicas na lavoura e no processamento industrial.
- Os custos da recuperação ou do tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos e gasosos.
- As despesas da exclusão social (demanda de serviços e geração de trabalho urbano).

A metodologia emergética (ODUM, 1996) se propõe a medir todas as contribuições (moeda, massa, energia, informação) em termos equivalentes (energia solar). Para tal, faz uso da Teoria de Sistemas, da Termodinâmica, da Biologia e de novos princípios do funcionamento de sistemas abertos que estão sendo propostos por diversos pesquisadores, entre eles o da hierarquia universal de energia e o da auto-organização e da maximização do fluxo de energia disponível no sistema, que se propõe ser uma propriedade termodinâmica (ODUM, 2000, 2002).

Os fluxos de energia, insumos materiais e serviços podem estar expressos em diversas unidades, por exemplo: J/ano; kg/ano; \$/ano.

Para converter fluxos expressos em diferentes unidades para o mesmo tipo de energia, a metodologia de análise ecossistêmica e energética usa um fator de conversão de energia que nos diz quanta energia de um tipo é necessária para produzir uma unidade de outro tipo de energia.

Os ecossistemas devem ser analisados energeticamente para calcular a eficiência na produção de cada recurso. Como os valores

da eficiência ecossistêmica são muito pequenos, para reduzir erros, prefere-se, em vez de eficiências, usar seus valores inversos: as transformidades.

Existe uma rede mundial de pesquisadores que calculam as transformidades dos recursos produzidos nos ecossistemas naturais e antrópicos. Os resultados deles são apresentados em livros e tabelas na Internet (ODUM, 1996; ORTEGA, 2002).

Conceito de eficiência ecossistêmica ou termodinâmica:

Eficiência ecossistêmica = Produto/despesas

Eficiência ecossistêmica = Energia produzida/energia incorporada

Eficiência ecossistêmica = (Energia produzida/emergia empregada)

A transformidade é o valor inverso da eficiência ecossistêmica:

Tr = Transformidade = Energia incorporada/energia produzida

Energia

Em inglês, *emergy*, de *embodied energy*, seria a energia incorporada no processo de produção ou custo energético do recurso gerado, ou seja, “emergia é a energia necessária para se obter um produto”.

Um termo mais geral para o produto de um ecossistema é recurso gerado, que pode ser expresso em termos da energia (J) ou de massa produzida (kg) e, como é um fluxo, costuma ser referido a uma área de produção (ha) e a um certo tempo de produção (ano). Por exemplo: 2.000 kg de milho/ha/ano.

Para se produzir qualquer coisa, é necessário usar insumos. Essas contribuições podem ser fornecidas pela natureza ou pelas

atividades econômicas. A contabilidade dos insumos apresenta um problema: os fluxos estão em unidades diferentes.

A solução é converter todos os insumos em termos de energia equivalente, no caso, a energia solar equivalente ou energia.

Na metodologia emergética, usa-se como medida de referência, o custo energético de produção de um recurso em joules (J) de energia solar. Para medir a radiação solar direta, usamos o joule de energia solar. Para qualquer outro recurso, devemos saber a quantidade equivalente de joules de energia solar (sej) que é necessária para produzir o recurso.

Os fluxos de recursos podem ser convertidos em fluxos de energia solar equivalente ou, dito de maneira mais simples, em fluxos de energia. Para conseguir essa transformação, usamos os fatores de conversão denominados transformidades. Cada recurso demanda uma quantidade característica de energia solar equivalente para sua produção, em outras palavras: cada recurso possui uma transformidade específica. Esses valores estão disponíveis em tabelas e fólios.

Após a conversão, todos os fluxos estarão expressos na mesma unidade (sej). Isso nos permite somar e dividir fluxos. Podemos calcular a energia total necessária para a produção do recurso; agregar fluxos de acordo com certas características deles e obter indicadores valiosos (índices emergéticos).

Para expressar as energias dos insumos em termos de uma mesma energia, a metodologia emergética usa, como unidade de referência, a energia solar (joules).

Observação: nas décadas de 1960 e de 1970, houve muita pesquisa no campo de análise energética dos sistemas produtivos devido à crise do petróleo. Na época, usava-se, como energia de referência, a energia necessária para produzir o recurso em termos de barris de petróleo. Por exemplo: a produção de 1.000 kg de fertilizante nitrogenado demandava o uso de 500 barris de petróleo.

Exemplo de cálculo da energia de um produto

Para calcular a energia agregada num lápis, devemos considerar a madeira, a tinta, o grafite, a mão de obra e outros serviços necessários na sua produção pelo ecossistema. Os fluxos desses materiais geralmente se expressam em unidades muito diversas: kg de madeira/lápis, kg de tinta/lápis, J de grafite/lápis, J de trabalho/lápis, \$ de serviços/lápis.

Primeiramente, devemos conhecer o processo de produção de um lápis, para descobrir as quantidades empregadas de cada insumo (Figura 4). Depois, para converter o fluxo de cada recurso em termos de seu valor equivalente em joules de energia solar (sej), usamos as transformidades cujos valores estão disponíveis em livros, manuais e artigos da literatura científica. Nesse caso, precisamos das transformidades da madeira, da tinta, do grafite, do trabalho humano e do dinheiro dos serviços. Esses valores podem estar expressos em: sej/J, sej/kg, sej/\$.

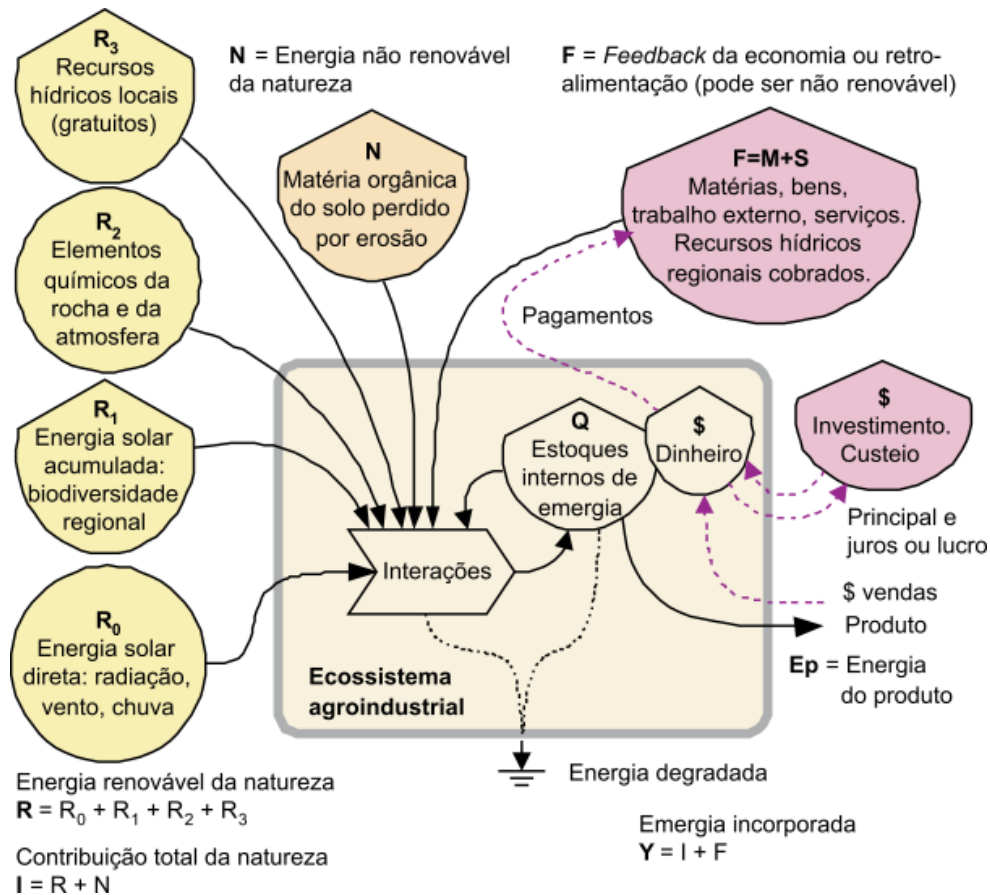


Figura 4. Diagrama da agroindústria em forma resumida.

Feitas as conversões, os fluxos podem ser somados, pois estão expressos na mesma unidade. O somatório fornece o valor da energia solar necessária para produzir o lápis, ou energia do lápis, usando-se joules de energia solar equivalentes como unidade (sej/lápis).

Índices energéticos de um sistema

Quando a energia incorporada num processo é calculada em termos de energia solar equivalente, obtemos a energia solar total, que foi incorporada no recurso (Y).

Como sabemos, o valor da energia (J) ou da massa (kg) do produto (no caso, o lápis), podemos calcular sua transformidade (Tr)

em diversas unidades: sej/J, sej/kg, sej/\$.

Tr em termos de energia: Energia solar/Energia = sej/J
Tr por unidade de massa: Energia solar/Massa = sej/kg
Tr por unidade monetária: Energia solar/Dólar = sej/\$

Na Figura 4, as letras representam os seguintes fluxos:

R = Recursos renováveis da natureza
N = Recursos não-renováveis da natureza
I = R + N = Contribuição total da natureza
M = Materiais vindos das atividades humanas (economia urbana)
S = Serviços da economia (atividades humanas urbanas)
F = M + S = Contribuição das atividades econômicas
Y = I + F = Energia total incorporada pelo sistema

A seguir, apresentamos as fórmulas dos índices emergéticos.

Sobre a sustentabilidade do empreendimento:

% de Renovabilidade = (Energias renováveis/Energia total) x 100
%R = (R/Y) x 100

Medida da energia líquida obtida da natureza pelo investimento realizado:

Razão de energia líquida = Energia total/Energia investida
EYR = Y/F = (F + I) / F = 1.0 + (I/F)

Quanto de investimento econômico é necessário para realizar a produção:

Razão de investimento = Energia investida/Energia capturada da natureza

$$\mathbf{EIR = F/I}$$

Se houver benefício ou perda no intercâmbio de energia com o mercado:

Razão de intercâmbio = Energia do produto/Energia do dinheiro

$$\mathbf{EER = Y / [(kg/ha.ano).(\$ /kg).(sej/\$)]}$$

Taxas de acumulação dos estoques internos:

$$\mathbf{DQ/DT = (Q_f - Q_i) / (T_f - T_i)}$$

$$\mathbf{DQ/Q = (Q_f - Q_i) / Q_i}$$

Para avaliar a qualidade de vida no sistema:

Energia / Pessoa

Energia / Área

Pessoas / Área

Para quantificar a contribuição da mão de obra familiar (local):

LWR = Energia da mão de obra local/ Energia do trabalho humano

Índices socioeconômicos:

% de Rentabilidade = 100 x (Vendas – Custos) / Custos

Investimento / Emprego

Emprego / Área

Questões complementares a serem consideradas

As atividades de beneficiamento, transporte, distribuição e consumo de produtos rurais também causam impactos ambientais que precisam ser levados em conta. Os novos índices considerarão o ciclo de vida do produto e as externalidades. Veja as Figuras 5, 6 e 7.

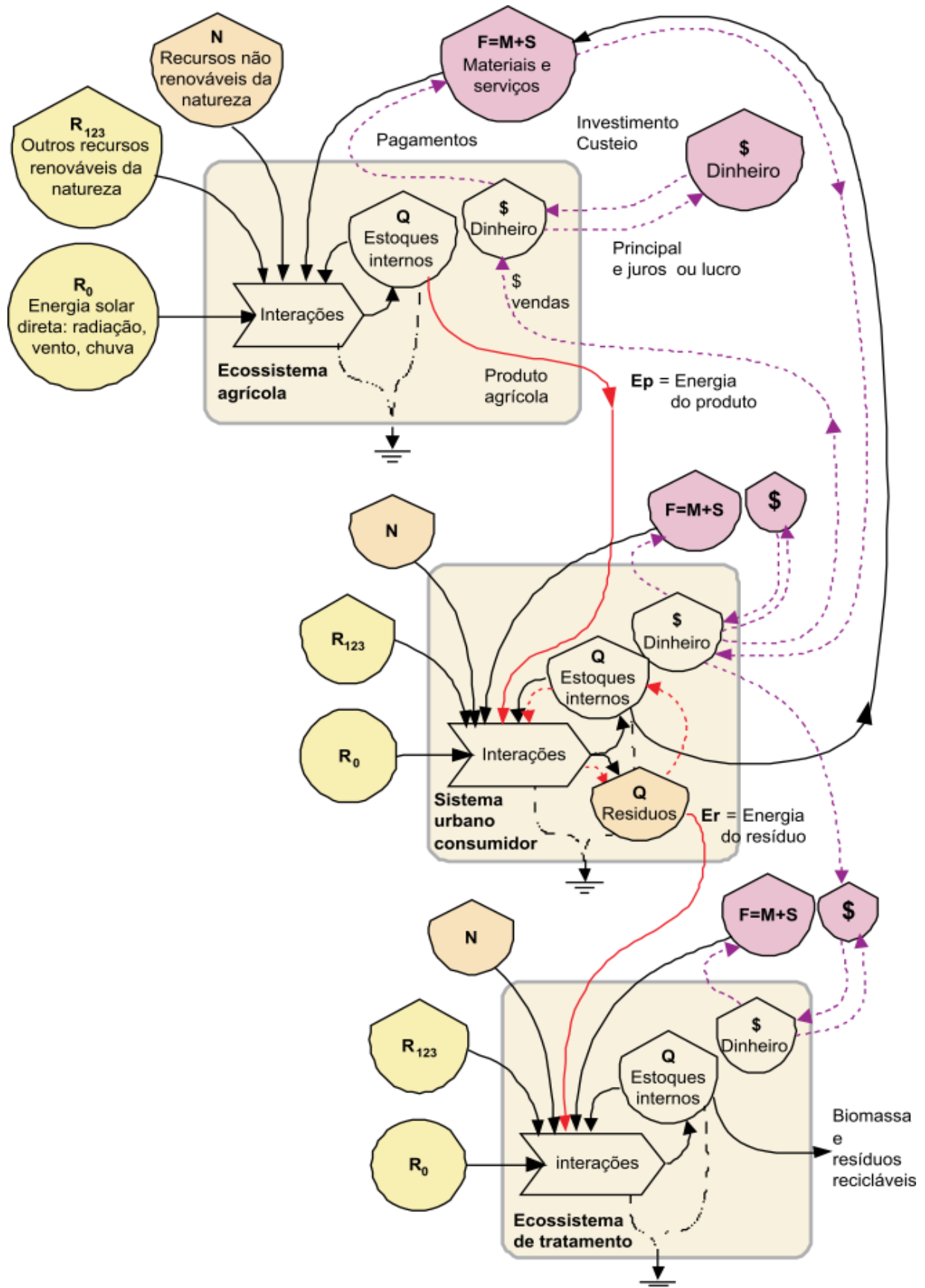


Figura 5. Impactos ambientais indiretos.

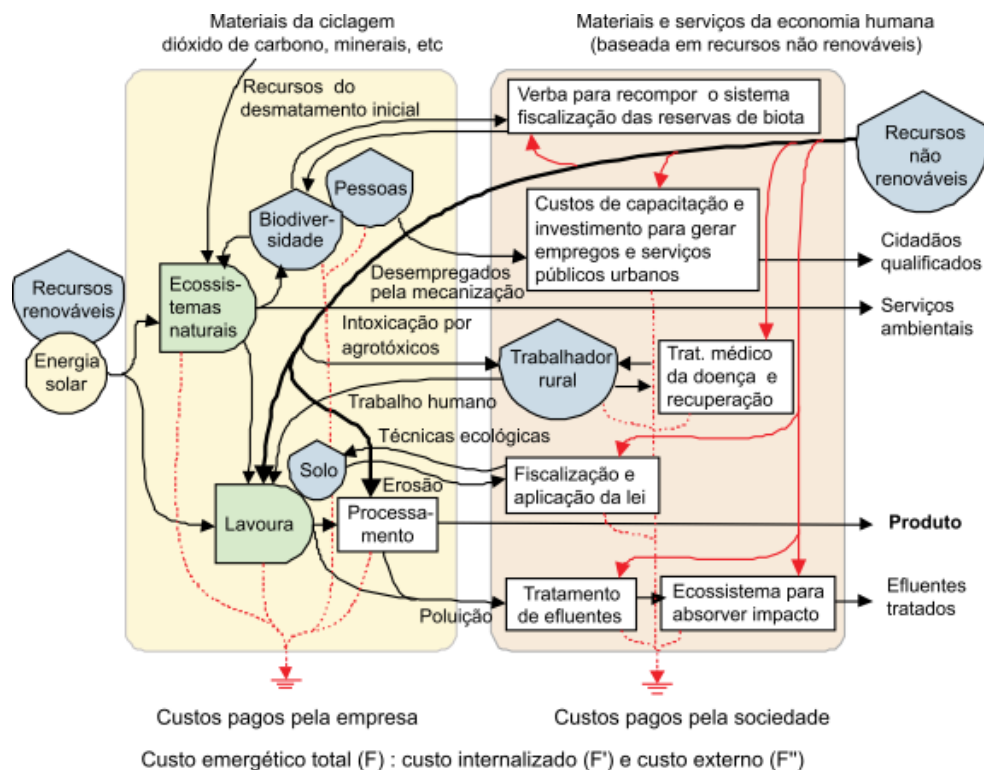


Figura 6. Custos das externalidades negativas.

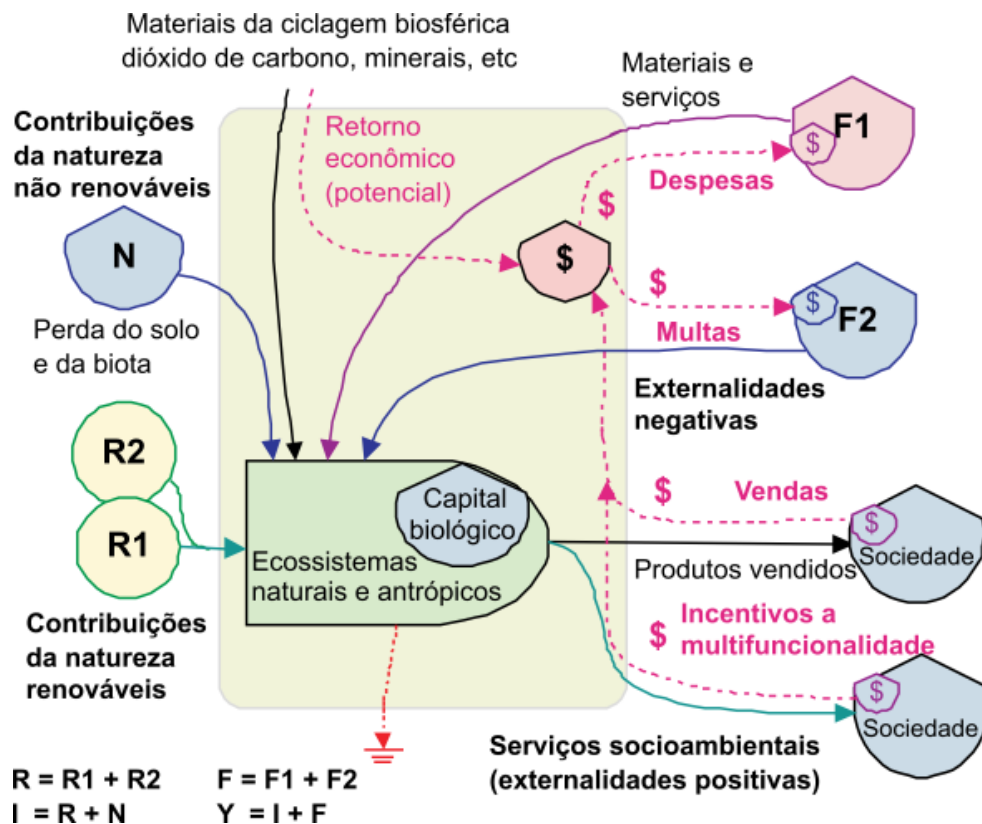


Figura 7. Balanço integral das despesas e entradas.

Cabe destacar entre esses impactos, a necessidade de área preservada (reservas florestais, terras em descanso, brejos) para que os ecossistemas possam se recompor e transformar biológica e fisicamente os resíduos gerados nas distintas etapas da cadeia de produção/consumo/reciclagem. Devem ser feitas pesquisas para estimar os custos das externalidades negativas (tratamento de efluentes, tratamento médico de trabalhadores intoxicados, custo da invalidez, custo de recuperação do ecossistema) bem como os benefícios das externalidades positivas ou multifuncionalidade (água infiltrada, controle biológico, fixação de dióxido de carbono, etc).

Essa certificação agroecológica permitirá identificar o tipo de produtor rural, seu impacto ambiental, o custo real da produção, e os lucros por unidade de área e de unidade produtiva.

Referências

ODUM, H. T. **Emergy accounting**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/htodum/emergyaccount.htm>>. Acesso em: 31 jun. 2002.

ODUM, H. T. **Emergy evaluation**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/agroecol/emergy.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2000.

ODUM, H. T. **Environmental accounting: emergy and environmental decision making**. New York: John Wiley, 1996.

ORTEGA, E. **Contabilidade e diagnóstico dos sistemas usando os valores dos recursos expressos em emergia**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>>. Acesso: 01 set. 2003a.

ORTEGA, E. **Introdução aos diagramas de fluxo de energia em ecossistemas, conceitos básicos de eficiência sistêmica e fórmulas de cálculo emergético**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/plan-disc/TA530-1a.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2002.

ORTEGA, E. (Org.). **Engenharia ecológica e agricultura sustentável**. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>> Acesso: 01 set. 2003b.

ORTEGA, E.; ANAMI, M.; DINIZ, G. Certification of food products using emergy analysis. In: International Workshop "Advances in Energy Studies", 3., 2002, Porto Venere, Italy. **Proceedings...** Porto Venere, Italy, 2002b. In printing.

ORTEGA, E.; MILLER, M.; ANAMI, M.; BESKOW, P. From emergy analysis to public policy: soybean in Brazil. Biennial Emergy Analysis Research Conference: "Energy Quality and Transformities", 2., 2002, Gainesville, Florida. **Proceedings...** Gainesville, Flórida, 2002a. 18 p. In printing.

ORTEGA, E.; OMETTO A. R.; RAMOS P. A. R.; ANAMI, M. H.; LOMBARDI, G.; COELHO, O. F. Emergy comparison of ethanol production in Brazil: traditional versus small distillery with food and electricity production. In: Biennial Emergy Analysis Research Conference: "Energy Quality and Transformities", 2., 2001, Gainesville, Florida. **Proceedings...** Gainesville, Flórida, 2002

QUEIROZ, J. F.; ORTEGA, E.; BOYD, C. E.; JOSÉ, M. G. F. Análise emergética da produção de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*). **Revista Brasileira de Ecologia**, Rio Claro, v. 1-2, p. 61-70, 2000.

Capítulo 13

Manejo Ecológico de Fitoparasitas

Maria do Carmo de Araújo Fernandes

Raul de Lucena Duarte Ribeiro

Elen de Lima Aguiar-Menezes

Introdução

Com o pacote tecnológico adotado a partir da Segunda Guerra Mundial, a modernização da agricultura levou à adoção de práticas corriqueiras, como:

- Simplificação dos agroecossistemas por meio da adoção de sistemas de produção baseados na monocultura.
- Sobreposição de ciclos culturais.
- Mecanização intensiva.
- Irrigações pesadas.
- Adubações muitas vezes excessivas, especialmente com uso de fertilizantes altamente solúveis e uso indiscriminado e massivo de agrotóxicos, com alto aporte e dependência de insumos externos de alto custo (HORNE; MCDERMMOTT, 2001).

Tais práticas incrementaram a produção mundial de alimentos para patamares nunca antes alcançados. Contudo, ainda na década

de 1960, efeitos negativos da adoção dessas práticas, tais como erosão, contaminação dos solos e de mananciais, perda da diversidade da fauna e da flora, ressurgimento e resistência de pragas aos agrotóxicos, começaram a ser notados.

Esse modelo de produção tem contribuído para o crescente e acelerado desequilíbrio ecológico dos agroecossistemas. Rachel Carson, em seu livro *Silent Spring*, publicado em 1962, já denunciava o perigo do uso indiscriminado de inseticidas e seus resíduos no meio ambiente.

Chaboussou (1987) acredita na relação direta entre a incidência de fitoparasitas e práticas rotineiras da agricultura convencional, entre elas o uso de adubos de alta solubilidade e de uma série de agrotóxicos, incluindo os herbicidas, ou ainda, de indutores de estresse que interfiram na fisiologia das plantas, como, por exemplo, regiões e épocas inadequadas de plantio.

Segundo sua teoria da Trofobiose, esses procedimentos podem desencadear desequilíbrios nos processos de síntese de proteínas (proteossíntese) e de liberação de aminoácidos (proteólise). Assim, a maior disponibilidade de aminoácidos livres e diretamente aproveitáveis na seiva das plantas estaria correlacionada ao aumento dos níveis populacionais dos fitoparasitas.

O desequilíbrio nutricional das plantas gera a reprodução exagerada de insetos, ácaros, fungos, bactérias e nematoides, que acabam se tornando pragas altamente danosas às lavouras. Aplicam-se agrotóxicos, buscando-se reduzir drasticamente as populações desses organismos; contudo, permanece o desequilíbrio, quer seja no metabolismo das plantas quer seja na constituição físico-química e biológica do solo ou nas cadeias tróficas.

Assim, mantendo as causas, os efeitos prejudiciais cedo ou tarde reaparecerão, exigindo maior frequência de tratamentos ou doses mais elevadas de agrotóxicos, formando-se um verdadeiro círculo vicioso, conhecido como “a espiral dos agrotóxicos”, pois o foco da

agricultura convencional é o tratamento dos sintomas, isto é, um tratamento curativo.

Portanto, abordagens mais ecológicas devem intervir na causa do problema das pragas, e não tratar os sintomas, o que dá a tais abordagens um caráter preventivo. Na agricultura orgânica, por exemplo, o controle de fitoparasitas é calcado em medidas antiestresse, que permitam que as plantas expressem plenamente seus mecanismos naturais de defesa (AKIBA et al., 1999). Assim, as abordagens mais ecológicas pressupõem o desenho de sistemas agrícolas mais diversificados que os sistemas convencionais.

Por meio da diversificação dos cultivos, incorporam-se, aos sistemas agrícolas, processos ecológicos como autorregulação das populações e ciclagem de nutrientes, que lhes conferem maior estabilidade, resistência a perturbações e capacidade de recuperar-se de eventos de estresse (ALTIERI et al., 2003).

Portanto, o uso da biodiversidade – esse termo é comumente usado para fazer referência a uma combinação de diversidade de espécie e diversidade genética – leva a uma nova perspectiva para o manejo de pragas, uma perspectiva mais ecológica, holística, integradora e sustentável, que defina o manejo ecológico de fitoparasitas.

Neste capítulo, tentaremos sintetizar os aspectos científicos e tecnológicos do manejo ecológico de fitoparasitas, onde a diversidade vegetal desempenha um papel fundamental para o manejo sustentável do agroecossistema como um todo (manejo da água, dos solos, de nutrientes, de culturas e de animais).

Biodiversidade e manejo de fitoparasitas

A biodiversidade abrange desde a variação dentro de cada espécie até o número e a abundância relativa das diferentes espécies no tempo e no espaço, num sistema definido,

desempenhando importantes funções para a manutenção dos ecossistemas em níveis complexos de interações entre as espécies e os processos de autorregulação de fluxo de energia e ciclagem de nutrientes (GLIESSMAN, 2001).

As características intrínsecas da autorregulação dos ecossistemas naturais proporcionadas pela biodiversidade são perdidas em função das perturbações inerentes ao processo produtivo, as quais alcançam sua forma extrema nas monoculturas de larga escala e, assim, requerendo intervenção humana constante. Portanto, uma estratégia-chave na agricultura sustentável é reincorporar a diversidade na paisagem agrícola e manejá-la de forma mais efetiva (GLIESSMAN, 2001; ALTIERI et al., 2003).

Em sistemas agrícolas diversificados, a biodiversidade proporciona serviços ecológicos que vão além da produção de alimentos, fibras, energia e renda. Exemplos incluem a reciclagem de nutrientes, controle do microclima local, regulação dos processos hídricos locais, regulação da abundância dos organismos indesejáveis, etc. (ALTIERI et al., 2003).

Em relação ao manejo de pragas, nenhum outro aspecto dos sistemas agrícolas proporciona serviços ecológicos fundamentais para assegurar a proteção de plantas contra insetos-pragas quanto à diversidade da vegetação (ALTIERI; LETOURNEAU, 1982).

Uma vasta literatura mostra que sistemas agrícolas diversificados podem reduzir a incidência de pragas e aumentar a atividade de inimigos naturais (ALTIERI, 1991a; ANDOW, 1991; LANDIS et al., 2000).

A hipótese dos inimigos naturais, definida por Root (1973), prediz que a abundância dos inimigos naturais tende a ser maior nos sistemas diversificados, uma vez que se aumenta a disponibilidade de micro-habitats mais adequados, de locais de refúgio ou de hibernação e de fontes de pólen e de néctar, recursos que influenciam grandemente na longevidade e na fecundidade das fêmeas de parasitoides e certos predadores (ROOT, 1973; SYME, 1975; TOPHAM; BEARDSLAY, 1975; LEWIS et al., 1997).

Além disso, os sistemas diversificados permitem a presença de maior diversidade de insetos herbívoros, que podem funcionar como fontes alternativas de alimento para os inimigos naturais generalistas e fazê-los permanecer no campo, nas épocas em que a população da praga principal está baixa (ROOT, 1973; ALTIERI, 1987; VANDEERMEER, 1990; ANDOW, 1991).

Contudo, alguns estudos têm mostrado que maiores benefícios quanto ao manejo de pragas podem ser obtidos por meio de uma seleção criteriosa da diversidade vegetal que melhor atenda as necessidades vitais dos inimigos naturais, sem beneficiar as pragas. Como exemplo, podemos citar a oferta de pólen e de néctar, recursos fundamentais para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo de inimigos naturais.

Baggen e Gurr (1997) testaram as plantas *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae), *Anethum graveolens* L. (Apiaceae), *Borago officinalis* L. (Boraginaceae) e *Vicia faba* L. (Fabaceae) como fontes de pólen e de néctar para *Copidosoma koehleri* Blanchard (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoide da traça-da-batata, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), estudando os efeitos dessas fontes sobre a fecundidade e a longevidade desses insetos e índice de parasitismo.

Esses autores demonstraram que essas plantas contribuíram para o aumento dos índices de parasitismo, mas elas também foram exploradas pela praga, aumentando sua fecundidade e sua longevidade. Posteriormente, em teste de laboratório, o parasitoide e a praga foram expostos a *C. sativum*, *B. officinalis*, *Fagopyrum esculentum* Moench (Polygonaceae) e *Tropaeolum majus* L. (Tropeolaceae). Os resultados mostraram que *B. officinalis* seria a melhor planta a ser usada no campo ou uma fonte de alimento seletiva por permitir o acesso aos recursos para o parasitoide, mas não para a praga.

Em experimentos semelhantes ao anterior, Baggen et al. (1999) constataram que entre as plantas testadas como fonte de pólen e de néctar, *Phacelia tanacetifolia* Benth. (Hydrophyllaceae) também

seria uma fonte de alimento seletiva para *C. koehleri*, beneficiando sua longevidade, mas com maior efeito negativo na fecundidade *P. operculella* (Figuras 1 e 2).

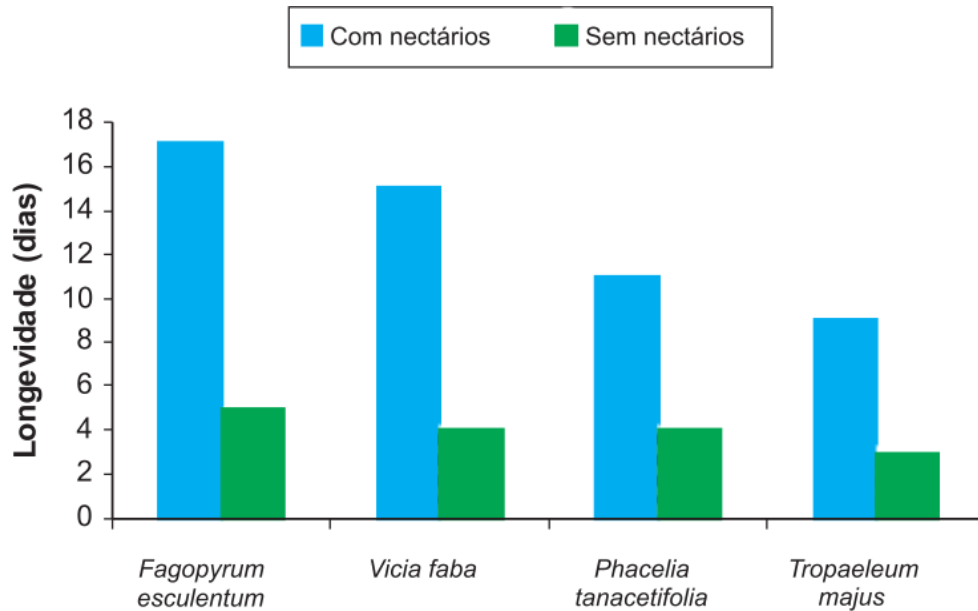


Figura 1. Comparação da longevidade adulta de *Copidosoma koehleri* em gaiolas com ramos de flores com ou sem nectários em diferentes espécies de plantas. Em *V. faba*, utilizou-se nectário extrafloral.

Fonte: adaptado de Baggen et al. (1999).

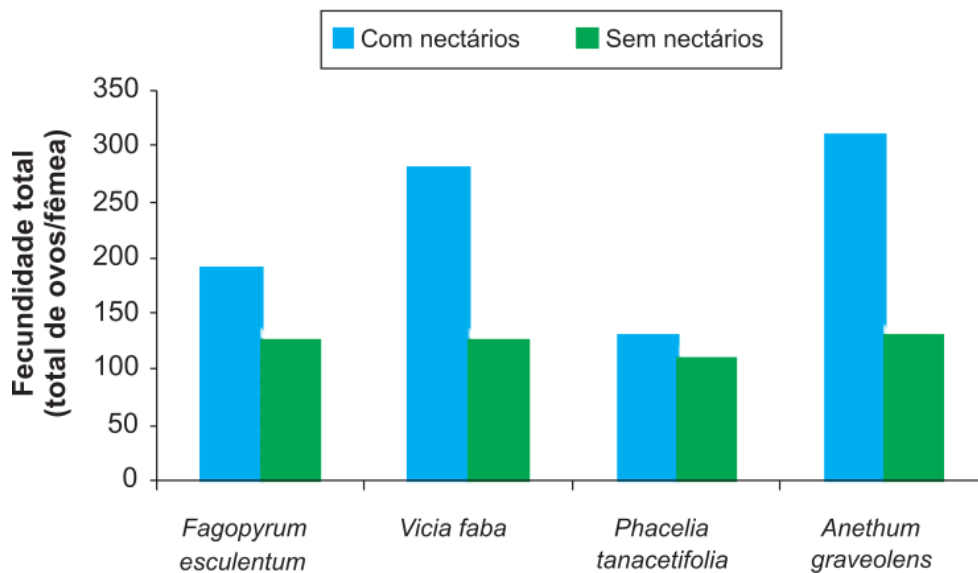


Figura 2. Comparação da fecundidade da traça-da-batata (*Phthorimaea operculella*) em gaiolas com ramos de flores com ou sem nectários em diferentes espécies de plantas. Em *V. faba*, utilizou-se nectário extrafloral.

Fonte: adaptado de Baggen et al. (1999).

Uma implicação prática desses resultados está no fato de que *P. tanacetifolia* é uma planta de uso relativamente amplo no manejo do habitat para favorecer moscas predadoras de pulgões da família Syrphidae, por ser de fácil manejo agrônômico e bastante rica em pólen (HICKMAN; WRATTEN, 1996; WHITYE et al., 1995, ALTIERI et al., 2003).

Nesse contexto, a identificação e a seleção de elementos-chave da biodiversidade que proporcionem os serviços ecológicos-chave, tal como o controle biológico de pragas, pode ser norteado pela compreensão das interações entre os recursos e os inimigos naturais (IDRIS; GRAFIUS, 1995; WRATTEN; EMDEM, 1995; WRATTEN et al., 1998).

Patt et al. (1997), por exemplo, destacam a importância do conhecimento das interações entre as características estruturais das plantas, tais como arquitetura floral (posição dos nectários em relação às outras partes das flores), e as características morfológicas dos insetos, como as dimensões da cabeça e do aparelho bucal. Os autores observaram o comportamento de forrageamento de *Edovum puttleri* Grissel e *Pediobius foveolatus* Crawford (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoides do besouro-do-colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Crysomelidae).

Os resultados mostraram que *E. puttleri* alimentou-se efetivamente apenas nas plantas com nectários expostos, especialmente *Pastinica sativa* L. (Apiaceae), *Ruta graveolatus* L. (Rutaceae), *Bupleurum rotundifolia* L. (Apiaceae) e *Euphorbia cyparissius* (Euphorbiaceae), enquanto *P. foveolatus* alimentou-se efetivamente nas plantas com nectários expostos (*Anethum graveolens* L. (Apiaceae) e *E. cyparissius*) e naquelas com nectários

parcialmente escondidos pelas pétalas e estames, especialmente *C. sativum* L. (Apiaceae). Ambas espécies de parasitoides foram incapazes de acessar os nectários das flores do tipo taça, tais como *Lobularia maritima* L. (Brassicaceae) e *Mentha spicata* (Lamiaceae), e flores agrupadas em capítulos (as Asteraceae como *Ageratum houstonianum* Mill., *Achillea millifolium* L., *Galansoga parviflora* Cav. e *Matricaria chamomila* L.) porque a cabeça desses insetos é mais larga do que a abertura floral.

Esses estudos raros demonstram a necessidade de pesquisas sistemáticas sobre a qualidade da diversificação de plantas no que diz respeito à abundância e à eficiência dos inimigos naturais. Segundo Southwood e Way (1970), a diversidade funcional é o que mais importa, e não a diversidade por si só.

Outras hipóteses têm sido apresentadas para explicar os baixos níveis de populações de pragas em associações de várias espécies de plantas. A hipótese da concentração de recursos prevê que as populações das pragas podem ser diretamente influenciadas pela concentração ou pela dispersão espacial de suas plantas hospedeiras, de modo que muitas pragas, particularmente as especializadas (com estreita gama de hospedeiros), têm maior probabilidade de encontrar e de colonizar plantas hospedeiras em estandes densos ou quase puros e que assim estão fornecendo recursos concentrados e condições físicas uniformes (ROOT, 1973).

Conseqüentemente, quanto mais baixa a concentração do recurso (planta hospedeira), mais difícil será para o inseto-praga localizar a planta hospedeira ou maior poderá ser a probabilidade de que a praga deixe o habitat, uma vez que o tenha localizado, resultando numa taxa de emigração mais rápida em sistemas diversificados do que em monoculturas (KAREIVA, 1983; ANDOW, 1991).

Bach (1980a, 1980b) e Risch (1980, 1981) demonstraram que certos crisomelídeos (*Acalymma*, *Cerotoma* e *Diabrotica* spp.) emigram mais rapidamente de sistemas diversificados de plantas hospedeiras e de plantas não hospedeiras do que de estandes

puros e que o aumento da taxa de emigração foi responsável pelas baixas densidades de crisomelídeos monófagos em sistemas de policultivos comparados com monocultivos.

Power (1987), comparando taxas de movimento da cigarrinha *Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em monocultura de milho e em milho consorciado com feijão (cultura não hospedeira), observou que a taxa de movimento ao longo das fileiras de milho e a taxa de desaparecimento dessa praga foram duas vezes mais rápidas no consórcio que na monocultura, mas a taxa de movimento entre fileiras foi drasticamente reduzida no consórcio.

Há evidências de que alguns insetos de baixa capacidade de vôo, tais como mosca-branca (Homoptera: Aleyrodidae) (BYRNE; BELLOWS JÚNIOR, 1991) e pulgões (*Aphis fabae* Scopoli e *B. brassicae*) (KENNEDY et al., 1959) movem-se a curtas distâncias de planta para planta, até que eles encontrem hospedeiros aceitáveis.

Esse método passivo de procura do hospedeiro pode levar a tais insetos se manterem em densidades mais altas em hospedeiros em policultura, se esses hospedeiros são plantados em densidades mais baixas do que em monocultura (SMITH; MCSORLEY, 2000).

Em alguns casos, a hipótese da visibilidade parece mais apropriada para predizer os efeitos da densidade de plantios e da diversidade vegetal sobre a população das pragas.

Na agricultura, a visibilidade de uma espécie cultivada é proporcional à perda de suas defesas naturais em relação a seus ancestrais ou pela íntima associação com espécies filogeneticamente aparentadas (FEENY, 1976, 1977). Por exemplo, pragas de crucíferas, como *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae) e *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae), ocorrem principalmente em habitats sucessionais abertos e são mais atraídas por plantas hospedeiras estabelecidas e mantidas em solo nu; por sua vez, as moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) ocorrem predominantemente em estandes densos, sendo menos atraídas por cultivos abertos de cereais e de pastagens (BURN et al., 1987).

O efeito de culturas – armadilhas também tem sido proposto para explicar os baixos níveis de populações de pragas em sistemas diversificados (VANDERMEER, 1989).

Na América Central, Rosset et al. (1985) relataram que a lagarta-militar, *Spodoptera sunia* Guenne (Lepidoptera: Noctuidae) foi capaz de destruir totalmente uma monocultura de tomateiro, enquanto o consórcio com o feijoeiro reduziu os danos praticamente a zero; ficou claro que as lagartas estavam sendo atraídas pelas plantas de feijão que atuaram como armadilhas.

Hokkanen (1991) registrou que cerca de dez espécies de insetos-pragas, em três sistemas de produção (algodão, soja e batata), têm sido eficientemente controladas, usando-se culturas-armadilhas (Tabela 1). De acordo com Vandermeer (1989), essas culturas-armadilhas atuam atraindo, preferencialmente, herbívoros generalistas, de tal forma que a espécie a ser protegida é menos atacada por pragas.

Tabela 1. Exemplos de sistemas usando-se culturas-armadilhas, eficientes no controle de pragas.

Praga controlada	Cultura principal	Cultura-armadilha	Local
<i>Lygus hesperus</i> e <i>L. elisus</i>	Algodoeiro	Alfafa	Estados Unidos
<i>Anthonomus grandis</i>	Algodoeiro	Algodão	Estados Unidos
<i>Nezara viridula</i>	Soja	Soja	Estados Unidos
<i>Euchistus</i> spp.	Soja	Soja	Estados Unidos
<i>Acrosternum hilare</i>	Soja	Soja	Brasil
<i>Piezodorus guildini</i>	Soja	Soja ou caupi	Nigéria
<i>Epilachina varivestis</i>	Soja	Soja	Estados Unidos
<i>Cerotoma trifurcata</i>	Soja	Soja	Estados Unidos
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Batata-inglesa	Batata-inglesa	União Soviética e Bulgária

Fonte: Hokkanen, 1991.

Nos sistemas desenvolvidos em bases ecológicas, a eficiência de controle dependerá da época de plantio da cultura-armadilha em relação à cultura principal (KLOEN; ALTIERI, 1990). Modelos eficientes têm sido aqueles nos quais ambas pertencem à mesma espécie (SMITH; MCSORLEY, 2000). Por exemplo, variedades de soja de maturação precoce têm sido usadas como cultura-armadilha para reduzir densidades populacionais do percevejo-verde, *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae) (MCPHERSON; NEWSOM, 1984; TODD; SCHUMANN, 1988).

No Brasil, essa técnica é empregada para aumentar a eficiência de *Trissolcus basalís*, um parasitoide de ovos dessa praga da soja. As liberações do parasitoide, criado em laboratório, devem ser dirigidas a uma cultivar-armadilha (soja-precoce semeada em 10% da área, nas bordas do campo), quando os primeiros percevejos forem detectados (final da floração). Isso promoverá condições para que o parasitoide se multiplique na própria área, atuando sobre a população de percevejos colonizantes, antes de sua dispersão para o restante da área cultivada.

Estratégias de manejo da diversidade vegetal

Pesquisas indicam que a diversidade de espécies de plantas no agroecossistema pode ser usada para melhorar o manejo de pragas (ALTIERI; LETOURNEAU, 1982, 1984; ANDOW, 1991).

Diversos estudos têm demonstrado que é possível estabilizar as comunidades de insetos desenhando-se e construindo-se arquiteturas vegetais que mantenham as populações de inimigos ou que impeçam os herbívoros-pragas de se alimentar ou ovipositar (ALTIERI et al., 2003). Assim, qualquer tentativa de implementar estratégias de manejo de pragas, em sistemas agroecológicos, tem que levar em conta a incorporação de espécies vegetais com múltiplas funções, destacando-se a manutenção de recursos vitais

para os inimigos naturais e a criação de barreiras físicas ou químicas que dificultem a localização das plantas hospedeiras pelos insetos-pragas (ALTIERI et al., 2003).

Embora o comportamento dos insetos herbívoros varie amplamente em função da distribuição, da abundância e da dispersão dos cultivos, a maioria dos estudos mostra que os atributos estruturais (arranjos espacial e temporal das culturas) e o próprio manejo do agroecossistema (diversidade de plantas cultivadas, níveis de uso da água e de insumos, etc.) influenciam a dinâmica populacional desses organismos. Assim, são passíveis de serem manejados no tempo e no espaço (sequências e associações de culturas, diversidade da vegetação espontânea, diversidade genética dentro de cada espécie, etc.).

Controle de fitoparasitas por meio do manejo da vegetação espontânea

A vegetação espontânea influencia a diversidade e a abundância de insetos herbívoros e de seus inimigos naturais no agroecossistema. Um manejo cuidadoso dessa vegetação pode contribuir para a diminuição de populações de pragas (ZANDSTRA; MOTOOKA, 1978; ALTIERI; WHITCOMB, 1979, 1980; RISH et al., 1983). Pelo menos, dois mecanismos estão envolvidos nessa dinâmica.

Em alguns casos, predadores e parasitoides – encontrando farta disponibilidade de recursos alimentares (plantas hospedeiras, presas alternativas, pólen ou néctar) e micro-habitats em cultivos associados à vegetação espontânea –, atingem níveis de abundância e diversidade capazes de impor maior taxa de mortalidade às pragas (EMDEN, 1965; ROOT, 1973; ALTIERI; LETOURNEAU, 1982).

Certas espécies das famílias Umbeliferae, Leguminosae e Compositae têm desempenhado papel ecológico relevante por hospedarem um complexo de artrópodes benéficos que atuam na supressão de populações de pragas (ALTIERI et al., 1977; ALTIERI; WHITCOMB, 1979, 1980).

Flores de plantas que compõem a vegetação espontânea são importantes fontes de alimento para um número de parasitoides. Carboidratos presentes no néctar são essenciais tanto para longevidade e fecundidade de fêmeas quanto para maturação dos ovos de determinadas espécies de parasitoides, com conseqüente influência nas taxas de parasitismo (EMDEN, 1965; LEUIS, 1967, LEWIS et al., 1997).

O pólen parece ser indispensável na produção de ovos de muitas moscas da família Syrphidae e uma fonte significativa de alimento para joaninhas (Coccinellidae). Bichos-lixeiros (Chrysopidae) são atraídos por flores de várias compostas que oferecem néctar, satisfazendo suas necessidades em carboidratos (HAGEN, 1986).

Casos de aumento espetacular de parasitismo em pomares e cultivos anuais com uma cobertura de flores silvestres têm sido relatados. Bobb (1939) observou que em pomares de pêsego de Nova Jersey, Estados Unidos, o controle da mariposa-oriental, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) melhorou com a manutenção da vegetação espontânea, especialmente na presença de *Ambrosia* sp. e de *Polygonum* sp. (Polygonaceae), da erva-formigueira-branca (*Chenopodium album* L., Chenopodiaceae) e da erva-lanceta (*Solidago* sp., Compositae), plantas que apresentam hospedeiros alternativos para o parasitoide *Macrocentrus ancylivorus* Rohwer (Hymenoptera: Braconidae).

Por sua vez, Telenga (1958) assinalou que a eficiência de *Aphytis proclia* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae), como parasitoide do piolho-de-são-josé, *Quadraspidiotus perniciosus* Comstock (Homoptera: Diaspididae), aumentou em decorrência do emprego de *Phacelia tanacetifolia* Benth (Hydrophyllaceae) como

cultivo de cobertura nos pomares; três plantios consecutivos da facélia resultaram no aumento do parasitismo de uma taxa inicial de 5% em solo descoberto para 75%, quando essa planta produtora de néctar foi introduzida no sistema.

A mesma espécie de planta também foi capaz de proporcionar maior abundância do parasitoide *Aphelinus mali* (Hard.) (Hymenoptera: Aphelinidae), contribuindo para o controle de pulgões, bem como da atividade do parasitoide de ovos *Trichogramma* spp. em pomares de macieira.

Telenga (1958) relatou, ainda, que *Cotesia glomeratus* L. (Hymenoptera: Braconidae), um parasitoide de lagartas de duas espécies do gênero *Pieris*, obtinha néctar de flores de mostarda-silvestre (*Brassica* sp.), em torno de cultivos de crucíferas, e que vivia por mais tempo e produzia número maior de ovos quando essa planta estava presente; o plantio da mostarda, espécie de florescimento rápido, junto à cultura da couve, passou à taxa de parasitismo sobre as lagartas de 10% para 60%.

Leius (1967) verificou que os índices de parasitismo de ovos e lagartas da mariposa *Malacosoma americanum* (F.) (Lepidoptera: Lasiocampidae), e de larvas de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), foram, respectivamente, 18, 4 e 5 vezes mais altos em pomares de macieiras – com muitas flores silvestres e densa população herbácea – do que naqueles com uma vegetação espontânea esparsa.

Diversos estudos evidenciaram que a presença de hospedeiras silvestres ou presas alternativas em representantes da vegetação espontânea tem efeito positivo sobre o parasitismo ou a predação de pragas específicas em agroecossistemas.

Um caso clássico diz respeito ao parasitoide de ovos, *Anagrus epos* Girault (Hymenoptera: Mymaridae), cuja capacidade em regular populações da cigarrinha-da-videira, *Erythroneura elegantula* Osborn (Homoptera: Cicadellidae), foi bastante superior em vinhedos próximos de áreas invadidas pela amora-preta-silvestre (*Rubus* sp., Rosaceae). Essa planta hospeda a cigarrinha-da-amora,

Dikrella cruentata (Homoptera: Cicadellidae), que se reproduz em suas folhas; após sobreviver ao inverno, às custas desse hospedeiro alternativo, os adultos de *A. epos* migram para os vinhedos na primavera, propiciando controle de *E. elegantula* até 1 mês antes do que em vinhedos afastados de refúgios com essa amora (DOUTT; NAKATA, 1973).

Atualmente, recomenda-se que amoreiras sejam sempre plantadas do lado que sopra o vento no vinhedo, levando-se em conta, ainda, que as árvores podem ser manejadas nos moldes de um típico pomar comercial.

A dinâmica populacional de insetos-pragas pode ser afetada pela maior dispersão de culturas em meio à vegetação espontânea, principalmente alterando a movimentação ou o comportamento de busca dos herbívoros (RISCH, 1981; KAREIVA, 1983). Por exemplo, populações de adultos e ninfas de *Empoasca kraemeri* (Roose & Moore) (Homoptera: Cicadellidae), uma das principais pragas do feijoeiro, nos trópicos da América Latina, foram significativamente reduzidas com o incremento da vegetação espontânea.

Por sua vez, *Diabrotica balteata* Le Conte (Coleoptera: Chrysomelidae) foi mais abundante em feijoeiro na presença de ervas espontâneas, mas a produtividade não foi afetada porque a herbivoria do crisomelídeo sobre as plantas silvestres reduziu o nível de danos à cultura.

Em outro experimento, populações de *E. kraemeri* foram também reduzidas na presença de *Eleusine indica* (L.) e *Leptochloa filiformis* (Poaceae), espécies que exercem repelência química e mascaramento sobre as populações de *E. kraemeri* e de *D. balteata*; quando bordaduras dessas gramíneas, com 1 m de largura, circundavam monoculturas de feijoeiro, a ocorrência de adultos e ninfas de *E. kraemeri* diminuiu drasticamente (ALTIERI et al., 1978).

É inquestionável que a vegetação espontânea estressa as culturas por meio dos processos de interferência e de competição. Contudo, evidências substanciais indicam que a presença do mato em campos cultivados não pode ser pré-julgada como danosa e, por

vezes, não requer controle imediato. Geralmente, as interações culturas x vegetação espontânea são específicas para cada local e variam de acordo com as espécies envolvidas, fatores ambientais e agrícolas.

No manejo da vegetação espontânea, visando-se à regulação das populações de insetos um fator a se considerar é o período crítico de competição, isto é, o período máximo em que a vegetação espontânea pode ser tolerada no sistema de cultivo, sem afetar a produção. Por exemplo, Altieri e Gliessman (1983) verificaram que a presença da vegetação espontânea durante períodos específicos do ciclo da couve, *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, resultou em densidades populacionais mais baixas do besouro-pulga (*Phyllotreta cruciferae* Goeze) quando comparado à lavoura em solo capinado; a menor ocorrência dessa praga correspondeu ao manejo em que se permitiu a permanência da vegetação espontânea durante todo o ciclo da cultura.

A incidência de *P. cruciferae* foi pelo menos cinco vezes maior em *Brassica campestris* L. (espécie dominante na comunidade espontânea) do que nas plantas de couve. *B. campestris* tem alta concentração de um glucosinolato (alil-isotiocianato), composto secundário volátil, muito atrativo para adultos do besouro-pulga, desviando-os, assim, da cultura da couve.

Situação semelhante foi reportada por Kloen e Altieri (1990), de que quando a mostarda-silvestre (*Brassica kaber*) foi semeada 1 semana depois do transplante de brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica*), não houve redução na produção dessa cultura e de que o número de pulgões diminuiu, enquanto aumentava a eficiência de predação de larvas de sirfídeos.

Contudo, há que se considerar que muitas espécies da vegetação espontânea são importantes hospedeiras de herbívoros-pragas e de fitopatógenos no agroecossistema. Surtos de parasitas podem estar relacionados a invasoras localmente abundantes e pertencentes à mesma família das plantas cultivadas.

Dados sobre o papel da vegetação espontânea na epidemiologia de pragas e agentes de fitomoléstias são encontrados em Thresh (1981), especialmente nos casos em que se reconhece a participação de insetos-vetores. Por exemplo, *Festuca* spp. e *Lolium multiflorum* (Poaceae) estão entre os hospedeiros de *Sitobium avenae* (F.) e *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae), os quais transmitem o vírus-do-nanismo-amarelo-do-feijoeiro.

Manejo de fitoparasitas em policultivos anuais

Policultivos são definidos como associações de culturas nas quais duas ou mais espécies são plantadas simultaneamente e suficientemente próximas, resultando em competição ou complementação (ALTIERI et al., 2003). Em sistemas agrícolas consorciados, minimizar a competição e maximizar a complementação interespecífica é uma estratégia fundamental (FRANCIS et al., 1976).

O manejo de policultivos consiste, basicamente, no desenho de combinações espaciais e temporais de culturas numa mesma área. Em termos de espaço, o arranjo pode ser feito na forma de cultivos em faixas, cultivos mistos (sem arranjo definido em fileiras), parcelas em mosaico, cultivos em linhas alternadas e com plantas de cobertura do solo.

O arranjo no tempo pode ser estabelecido como cultivo simultâneo, em sequência ou rotação de culturas, em combinações sincrônicas ou assincrônicas e contínua ou descontínua (ANDREWS; KASAN, 1976; LITSINGER; MOODY, 1976).

Considerando características espaciais, temporais e varietais dos sistemas agrícolas, Litsinger e Moody (1976) apontaram as implicações de diferentes tipos de manejo cultural relacionados à supressão de pragas, com base em policultivos (Tabela 2).

Tabela 2. Tendência hipotética de aumento ou redução do potencial de dano dos fitoparasitas nos agroecossistemas, dependendo do arranjo das culturas.

Potencial	Arranjo das culturas	
	Espaço	Tempo
Baixo	Consorciação/Policultivos Plantio em alta densidade Campos de pequenas dimensões Campo em mosaico	Rotação entre espécies cultivadas Cultura perene Cultura de ciclo precoce Plantio descontínuo Plantio sincronizado Plantio em estação desfavorável a praga
Alto	Cultura solteira Plantio em baixa densidade Campo de grandes dimensões Campo agregado	Monocultura Cultura anual Cultura de ciclo tardio Plantio contínuo Plantio não sincronizado Plantio em estação favorável a praga

Fonte: adaptado de Litsinger e Moody (1976).

Conforme já mencionado e discutido, há evidências experimentais de que a biodiversidade representada pelos policultivos muitas vezes resulta em redução significativa dos danos causados por pragas (DEMPSTER; COAKER, 1974; LITSINGER; MOODY, 1976; PERRIN; PHILLIPS, 1978; ALTIERI; LETOURNEAU, 1982; ANDOW, 1991; BARBOSA, 1998; GURR et al., 1998).

Esse controle geral pode ser decorrente do aumento das populações de inimigos naturais pela maior disponibilidade de alternativas de alimento e de abrigo, dificuldades de colonização e de reprodução das pragas, repelência química, mascaramento ou inibição de alimentação por plantas não hospedeiras, prevenção de movimento ou imigração e otimização da sincronia entre ciclos de pragas e seus respectivos inimigos naturais.

Exemplos de policultivos específicos, que acarretam baixa incidência de pragas, bem como mecanismos ecológicos envolvidos, são discutidos por Litsinger e Moody (1976), Altieri e Letourneau (1982), Altieri e Liebman (1988) e Andow (1991). Na

Tabela 3, é apresentada uma síntese desses registros, sendo que outros exemplos podem ser encontrados em Altieri et al. (2003).

É importante salientar que a habilidade de um inseto herbívoro estabelecer-se em determinado sistema de cultivo, simples ou diversificado, dependerá fortemente de seu hábito alimentar (monófago ou polífago), da natureza e sofisticação de seus mecanismos de procura por plantas hospedeiras e de sua mobilidade (KAREIVA, 1983).

O mesmo se aplica aos inimigos naturais (SHEEHAN, 1986; RUSSELL, 1989), assim influenciando sua eficiência no controle às pragas. Por exemplo, o acesso à hemolinfa do inseto hospedeiro é essencial para alguns parasitoides, para os quais fontes de proteína e de carboidratos, tais como néctar e pólen, podem não servir como alternativa alimentar (LEWIS et al., 1998).

Rish et al. (1983) constatam que as taxas de predação de ovos da broca-europeia-do-milho (*Ostrinia nubilalis*) pela joaninha (*Coleomegilla maculata*) foram significativamente mais altas em monocultura de milho do que em policultivo de milho/feijoeiro/abóbora, caracterizado pela alta densidade das plantas associadas; no policultivo, as joaninhas gastaram mais tempo procurando por sua presa (a broca) sobre as plantas de feijão e de abóbora, as quais são colonizadas pela broca, diminuindo, assim, sua eficiência predatória (Tabela 3). Ainda que as densidades populacionais da presa em plantas de milho fossem equivalentes nos dois tipos de cultivo, as joaninhas têm menor eficiência em sua capacidade de busca por sua presa no policultivo, devido ao maior tempo gasto na busca dessa presa.

Tabela 3. Alguns exemplos de policultivos anuais eficientes na regulação de insetos-pragas, com os respectivos mecanismos ou fatores envolvidos.

Sistema de policultivo	Praga(s) regulada(s)	Fator(es) envolvido(s)
Aboboreira consorciada com milho.	<i>Acalymma thiemei</i> e <i>Diabrotica balteata</i>	Fuga a partir das plantas hospedeiras sombreadas e interferência do milho nos

		movimentos de voo.
Algodoeiro consorciado com caupi forrageiro.	<i>Anthonomus grandis</i>	Aumento da população do parasitoide <i>Eurytoma</i> sp.
Algodoeiro consorciado com sorgo ou milho.	<i>Heliothis zea</i>	Aumento da população de predadores.
Brassica consorciada com feijoeiro.	<i>Brevicoryne brassicae</i> e <i>Delia brassicae</i>	Aumento da predação e interrupção de oviposição.
Couve-de-bruxelas consorciada com ervilhaca ou mostarda.	<i>Phyllotreta cruciferae</i> e <i>Brevicoryne brassicae</i>	Redução da exposição da planta, cultura-armadilha e aumento do controle biológico.
Couve-flor com canola ou <i>Tagetes</i> sp.	<i>Meligethes aeneus</i>	Cultura-armadilha.
Cultivo em faixas de algodoeiro e alfafa.	<i>Lygus hesperus</i> e <i>L. elisus</i>	Prevenção da migração e sincronia na relação entre os percevejos e seus inimigos naturais.
Mandioca consorciada com caupi.	<i>Aleutotrachelus socialis</i> e <i>Trialeurodes variabilis</i>	Mudança no vigor da planta e aumento da abundância de inimigos naturais.
Milho consorciado com feijoeiro.	<i>Empoasca kraemeri</i> , <i>Diabrotica balteata</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i>	Aumento de insetos benéficos e interferência na colonização.
Milho consorciado com fava e abóbora.	<i>Tetranychus urticae</i> , <i>Macrodactylus</i> sp. e afídeos	Aumento da população de predadores.
Milho consorciado com batata-doce.	<i>Diabrotica</i> spp. e <i>Agallia lingula</i>	Aumento de parasitoides.
Pepino consorciado com milho e brócolos.	<i>Acalymma vittata</i>	Interferência no movimento e no tempo de permanência sobre a planta hospedeira.
Repolho consorciado com tomateiro e fumo.	<i>Phyllotreta cruciferae</i>	Inibição da alimentação pelos odores das plantas não hospedeiras.
Repolho consorciado com tomateiro.	<i>Plutella xylostella</i>	Repelência química ou mascaramento.
Repolho consorciado com trevos branco e encarnado.	<i>Brevicoryne brassicae</i> , <i>Erioschia brassicae</i> e <i>Pieris rapae</i>	Interferência na colonização pelas pragas e aumento de besouros predadores.
Sésamo consorciado com sorgo ou milho.	<i>Antigostra</i> sp.	Sombreamento pela planta-companheira mais alta.

A baixa eficiência nessa busca foi responsável pela emigração mais rápida das joaninhas a partir do policultivo (WETZLER; RISCH, 1984).

Outros aspectos podem contribuir no controle alternativo de microrganismos patogênicos em sistemas agrícolas diversificados. A participação de espécies suscetíveis em menor escala nos policultivos poderá afetar a disseminação dos fitopatógenos e reduzir a pressão de inóculo; plantas resistentes ou imunes, dispostas entre as suscetíveis, poderão conter a disseminação desse inóculo pelo vento, água ou vetores e, assim, proteger as espécies hospedeiras.

Nos policultivos, o microclima pode ser menos favorável ao desenvolvimento das epidemias e, ainda, os exsudatos radiculares e microrganismos que sobrevivem e se multiplicam na rizosfera de algumas das espécies presentes poderão afetar negativamente certos patógenos do solo que atacariam culturas consorciadas (ALTIERI, 2002).

Em síntese, para melhor entendimento da complexa dinâmica dos sistemas policulturais, determinada por processos que ocorrem no solo (competição entre plantas por água e nutrientes) ou na parte aérea (competição entre plantas por luz, interações planta-herbívoro, planta-inimigos naturais e planta-herbívoro-inimigos naturais), é importante estudar as respostas das pragas a esses múltiplos fatores. Como visto, incluem-se aí:

- Densidade das espécies companheiras.
- Cultivo simultâneo ou em épocas distintas.
- Espaçamento entre fileiras das culturas.
- Presença concomitante da vegetação espontânea.
- Práticas específicas de manejo.

Condições edafo-climáticas, que por sua vez influenciam as respostas das cultivares selecionadas, em termos de adaptabilidade e de rendimento agrônômico.

Alguns exemplos da regulação de insetos-pragas em policultivos anuais são apresentados na Tabela 3.

Manejo de fitoparasitas em pomares por meio de plantas de cobertura

A duração e a magnitude das alterações da estrutura e seus efeitos sobre o solo e sobre a recolonização do habitat por herbívoros e inimigos naturais são fatores que distinguem os cultivos anuais dos cultivos perenes (pomares e agroflorestas), sobretudo no que se refere à dinâmica populacional das pragas e às respostas dos agentes de controle biológico (WIEDEMANN; SMITH JÚNIOR. 1997).

Estudos têm comprovado que populações de insetos e ácaros fitófagos são mais estáveis em pomares complexos, representando habitat diversificado e permanente, capaz de atender à sobrevivência das pragas e de seus inimigos naturais durante períodos críticos (BOSCH; TELFORD, 1964).

A cobertura viva do solo em culturas perenes, formada pela vegetação espontânea ou pela introdução de plantas para tal fim, tem a propriedade de servir como fonte de alimento e abrigo ou refúgio para sobrevivência, reprodução e desenvolvimentos da fauna benéfica.

As vantagens da manutenção da cobertura verde geralmente não se restringem ao aumento populacional dos inimigos naturais, pois condicionam maior estabilidade ecológica do agroecossistema, com reflexos positivos no equilíbrio nutricional das plantas cultivadas, no aproveitamento da água, na fertilidade do solo, no controle à erosão laminar, no abaixamento da temperatura do solo e da copa das árvores, estimulando, assim, o melhor desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, aumentando sua resistência orgânica (ALTIERI, 1991b; GRAVENA, 1992; BUGG; WADDINGTON, 1994; PICKETT; BUGG, 1998; AKIBA et al., 1999).

Leguminosas como a ervilhaca (*Vicia* spp.), trevo (*Trifolium* spp.), alfafa (*Medicago* spp.) e gramíneas, como *Bromus* spp., centeio (*Secale cereale* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.) têm sido

recomendadas como espécies para cobertura do solo (ALTIERI et al., 2003).

Importante de ser considerado em pomares com cobertura viva é o conhecimento dos mecanismos ecológicos que determinam o aumento populacional e a diversidade de inimigos naturais. Uma vez detectado tal aumento pelo uso de plantas de cobertura, resta saber se o mesmo é resultante de fornecimento de abrigo, alimento (pólen/néctar), presas ou hospedeiras alternativas como repositórios para os inimigos naturais. Torna-se possível determinar, experimentalmente, quais desses mecanismos respondem pela eficácia do biocontrole de pragas à conta dos inimigos naturais (ALTIERI et al., 2003).

Na Califórnia, Estados Unidos da América, a manutenção de cobertura do solo manejada com sorgo-de-alepo ou capim-sudão, *Sorghum halepense* L. (Poaceae) representou uma modificação do habitat que estimulou, de modo significativo, a atividade de predadores de ácaros parasitas da videira, como *Eotetranychus willamettei* Ewing (Acarina: Tetranychidae); houve um incremento de outras espécies de ácaros, que se tornaram presas alternativas e mantiveram o ácaro-predador *Galendromus* (= *Metaseiulus*) *occidentalis* – Nesbitt (Acarina: Phytoseiidae), o qual, por sua vez, levou a população do ácaro-do-pacífico, *Tetranychus pacificus* McGregor (Acarina: Tetranychidae), ao nível inferior ao de dano econômico (FLAHERTY, 1969).

Na China, o picão-preto *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) é largamente utilizado como planta de cobertura em pomares cítricos, seja por semeadura ou por conservação, visando a manutenção de populações de ácaros predadores (ALTIERI et al., 2003).

Assim, Ming-Dau et al. (1981) demonstraram que, com a cobertura de picão-preto no pomar, a temperatura do ar diminuiu cerca de 5 °C e a umidade relativa do ar aumentou em 5% na altura da copa das árvores; com relação aos teores de N, P e K, houve uma ligeira alta nas parcelas cobertas com picão-preto.

Segundo Ming-Dau et al. (1981), todos esses parâmetros contribuíram para o aumento da população do ácaro-predador *Euseius newsani* Evasni (Phytoseiidae) nos citros, além da disponibilidade de pólen das flores do picão-preto, fazendo-o atuar na regulação da população do ácaro-fitófago *Panonychus citri* (Tetranychidae).

Liang e Huang (1994) reportaram que, na China, plantas cítricas podem abrigar 14 espécies de ácaros-predadores do ácaro-vermelho, (*Amblyseius*), e *A. conyzoides* é hospedeira de 12 delas, sendo que 11 são comuns aos dois habitats, pressupondo movimento dos predadores entre as plantas de cobertura *A. conyzoides* e a copa das árvores. Além disso, relataram que em pomar com cobertura de *A. conyzoides*, ocorreu maior densidade populacional de ácaros-predadores, mantendo-se a população do ácaro-vermelho abaixo do nível de dano econômico por 2 anos, enquanto num pomar tratado com herbicidas, houve menos predadores e conseqüentemente instabilidade do parasita.

Adubação equilibrada e manejo de fitoparasitas

O manejo fitossanitário na agricultura orgânica tem os seguintes princípios básicos:

- Os fitoparasitas têm, pelo menos, um inimigo natural.
- As plantas suportam determinado nível de ataque por parasitas.
- Qualquer agroecossistema pode atingir um equilíbrio na natureza.
- Toda planta com nutrição equilibrada é mais dificilmente afetada por pragas ou fitopatógenos (Ambrosano, 1999).

Marschner (1986) revisou os mecanismos pelos quais elementos minerais ou o balanço de nutrientes nos sistemas de produção podem influir na resistência das plantas a pragas e doenças. O estado nutricional interfere em diversos fatores fisiológicos, tais como:

- Padrão de crescimento.
- Início da senescência.
- Espessura das células epidérmicas e grau de lignificação.
- Concentração de açúcar no apoplasto.

N-amino na seiva do floema e níveis de compostos secundários, os quais, por sua vez, afetam a resistência das plantas a seus parasitas, mecanismos pelos quais deficiências de K, Ca, Bo, Zn ou Si podem aumentar a suscetibilidade das plantas a certas pragas, e agentes de doenças têm sido identificados. De forma análoga, deficiência ou excesso de N nos tecidos vegetais pode intensificar o ataque por pragas e doenças.

Geralmente, um suprimento de nutrientes balanceado, que assegure um crescimento normal da planta, é também ótimo para induzir resistência. Esse efeito da nutrição tende a diluir-se em cultivares de alta resistência genética, mas pode tornar-se relevante para cultivares suscetíveis ou mesmo parcialmente resistentes a determinados fitoparasitas (MARSCHNER, 1986).

Pelo exposto, depreende-se que questões de ordem nutricional são reconhecidamente críticas no manejo ecológico de fitopatógenos, uma vez que regulam a suscetibilidade das plantas cultivadas (ZAMBOLIM; VENTURA, 1993; AKIBA et al., 1999). Também o crescimento e a fecundidade de insetos herbívoros são normalmente estimulados com altos níveis de aminoácidos proteicos, embora inibidos por certos aminoácidos não proteicos (PRESTIDGE; MCNEILL, 1983).

O grau de suscetibilidade de plantas a fungos fitopatogênicos, enquadrados como parasitas obrigatórios, tende a aumentar com o

suprimento de N acontecendo o oposto em relação à suscetibilidade a patógenos facultativos, incluindo a maioria de fungos e bactérias (MARSCHNER, 1986).

Fertilização excessiva ou desbalanceada, como causa de problemas fitossanitários, é mais difícil de ocorrer sob manejo agroecológico, devido à baixa solubilidade e lenta liberação de nutrientes, particularmente o N (nitrogênio), próprias dos adubos orgânicos em comparação aos químicos (TOOD et al., 1972; MATTSON, 1980; KORITAS; Garsed, 1985; PATRIQUIN et al., 1986, 1988, 1995; LINDERMAN, 1989).

Por exemplo, os compostos orgânicos têm sido frequentemente relacionados à supressão de fitopatógenos pela ação de substâncias específicas ou de microrganismos antagonistas (LINDERMAN, 1989). Ainda assim, desbalanço ou excesso mineral podem surgir associados a sistemas orgânicos de produção, por exemplo, onde grandes volumes de esterco ou de composto são usados (PATRIQUIN et al., 1993a).

Muitas vezes, condições que influenciam a suscetibilidade das plantas às pragas estão ligadas ao metabolismo do nitrogênio. Willson e Stinner (1984) estudaram o efeito da adubação nitrogenada sobre a infestação de pragas na soja. Diferentemente da fava, a soja transloca o N proveniente da fixação biológica em ureído ao invés de aminoácidos, concluindo-se que a reduzida infestação verificada decorria da assimilação do N-ureído pelas pragas.

Patriquin et al. (1988) estudaram a dinâmica populacional de *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae) em sistema orgânico de produção de fava (*Vicia faba* L., Fabaceae) na Fazenda Tunwath, em Nova Scotia, Canadá.

Os resíduos da cultura do trigo de inverno são incorporados no outono, antes do plantio da fava, como estratégia para redução de nitrato no solo e conseqüentemente aumento da nodulação e da FBN. Concluiu-se que baixos níveis de nitrato (4 μg a 10 μg N-nitrato g^{-1} de solo) era fator-chave no controle efetivo do pulgão por

seus inimigos naturais, entre eles *Coccinella septempunctata* (L.) e *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), além de moscas Syrphidae e de vespas Braconidae.

Assim, a pouca disponibilidade de N para a praga, agindo conjuntamente com os benéficos trazidos pela diversidade temporal e espacial dos inimigos naturais, manteve a população do pulgão sob controle e impedindo qualquer prejuízo econômico à fava.

Patriquin et al. (1993b; 1995) estabeleceram que o controle de *A. fabae* em fava está relacionado com a redução do teor de nitrato no solo e com o aumento da taxa de fixação biológica de N₂ pela leguminosa.

Estratégias complementares no manejo agroecológico de pragas

As estratégias listadas, a seguir, apesar de serem importantes alternativas aos agrotóxicos sintéticos, devem ser utilizadas como medidas auxiliadoras no manejo dos fitoparasitas em sistemas agrícolas conduzidos dentro dos princípios agroecológicos, enquanto esses sistemas estiverem desequilibrados, especialmente nos casos de conversão de unidades produtivas. Assim, essas estratégias devem ser utilizadas, eventualmente, em complementação à biodiversidade funcional, envolvendo o manejo ambiental ou do habitat até que a sustentabilidade do sistema seja restaurada (LEWIS et al., 1997).

Defensivos alternativos

Pertencem a esse grupo produtos que têm como características principais:

- Baixa ou nenhuma toxicidade ao homem e à natureza.

- Eficiência no combate aos artrópodes e microrganismos nocivos.
- Não favorecimento à ocorrência de formas de resistência desses fitoparasitas.
- Disponibilidade e custo reduzido (PENTEADO, 2000).

Os defensivos alternativos podem ser divididos em duas classes: biofertilizantes fertiprotetores e biofertilizantes protetores.

Biofertilizantes fertiprotetores

Nessa categoria, são incluídos produtos que fornecem nutrientes às plantas, influenciando, positivamente, no seu processo metabólico, além de contribuírem no controle de parasitas. Estão relacionados:

- Biofertilizantes líquidos.
- As caldas (sulfocálcica, viçosa e bordalesa).
- Urina de vaca, leites, etc.

Biofertilizantes líquidos

- Agrobio.
- Super Magro.
- Biofertilizante Vairo.

Formulações que funcionam como fontes suplementares de micronutrientes e de componentes inespecíficos, acreditando-se que possam induzir ou intermediar resistência ao ataque de pragas e agentes de doenças, regulando e tonificando o metabolismo vegetal. Revelam potencial para controlar diretamente alguns fitoparasitas, por meio de substâncias com ação fungicida, bactericida ou inseticida presentes em sua composição (FERNANDES, 2000; SAYÃO et al., 2000).

Agrobio

O biofertilizante Agrobio, desenvolvido pela Pesagro/Rio (1998), é preparado da seguinte maneira:

Para se produzir 500 L de Agrobio, são necessários:

Ingredientes

- 200 L de água.
- 100 L de esterco bovino fresco.
- 20 L de leite de vaca ou soro de leite.
- 3 kg de melaço.

Modo de preparar

Os ingredientes acima devem ser bem misturados e deixados fermentar por 1 semana.

A essa calda nutritiva, a cada 1 das 7 semanas subsequentes, são acrescentados os seguintes produtos, previamente dissolvidos em água:

- 430 g de bórax ou ácido bórico.
- 570 g de cinza de lenha.
- 850 g de cloreto de cálcio.
- 43 g de sulfato ferroso.
- 60 g de farinha de ossos.
- 60 g de farinha de carne.
- 143 g de termofosfato sílico-magnésiano.
- 1,5 kg de melaço.
- 30 g de molibdato de sódio.
- 30 g de sulfato de cobalto.
- 43 g de sulfato de cobre.
- 86 g de sulfato de manganês.

- 143 g de sulfato de magnésio.
- 57 g de sulfato de zinco.
- 67,5 g de torta de mamona.
- 30 gotas de solução de iodo a 1%.

Nas 4 últimas semanas, são adicionados:

- 500 mL de urina de vaca.

Essa calda deve ser bem misturada duas vezes ao dia e, após 8 semanas, o volume deve ser completado para 500 L e coado (PESAGRO/RIO, 1998).

Para produção do Agrobio, são indispensáveis, em maior escala, os seguintes materiais:

- Caixa d'água de plástico com tampa, com capacidade para 500 L.
- Bancada de concreto ou de madeira.
- Conexões de 2 polegadas.
- Pá e baldes.
- Tela e peneira para coagem.

O Agrobio pronto apresenta cor escura e odor característico de produto fermentado, com pH na faixa de 5,0 a 6,0. A análise química forneceu os seguintes resultados:

- 34,69 g/L de matéria orgânica.
 - 0,8% de carbono (C).
 - 631 mg/L de nitrogênio (N).
 - 170 mg/L de fósforo (P).
 - 1,2 g/L de potássio (K).
 - 1,59 g/L de cálcio (Ca) e 480 mg/L de magnésio (Mg), além de traços dos micronutrientes essenciais às plantas.
-

Nota: o Agrobio é isento de riscos à saúde, uma vez que, até hoje, os testes microbiológicos conduzidos não detectaram coliformes fecais, bactérias patogênicas ou toxinas.

O Agrobio pode ser armazenado em recipiente de plástico opaco ou de vidro escuro, em local escuro e fresco, por até 1 ano (SAYÃO, 2001).

Recomendações de uso

Produção de mudas – Tratamento preventivo com Agrobio a 2% (20 mL/L), por meio de pulverizações foliares.

Hortaliças folhosas – Após o transplântio das mudas, tratamento preventivo com Agrobio, por meio de pulverizações foliares semanais, na concentração de 4% (40 mL/L) ou de duas pulverizações/semana com o produto a 2% (20 mL/L).

Cultivo orgânico em sistema protegido (estufas) – Tratamento preventivo por meio de pulverizações foliares semanais, com Agrobio a 4% (40 mL/L) (FERNANDES, 2000; MOREIRA et al., 2000).

Cultivo a campo – Tratamento preventivo por meio de pulverizações foliares semanais, com Agrobio a 4% (40 mL/L).

Culturas perenes – Inicialmente, são recomendadas quatro pulverizações foliares com Agrobio a 4% (duas aplicações a intervalo semanal, seguidas de mais duas pulverizações quinzenais).

Para manutenção dos cultivos, realizar, no máximo, cinco pulverizações ao ano, preferencialmente, depois de podas, colheitas e períodos de estresse hídrico. Em culturas perenes, são indicadas, com certa frequência, análises químicas de tecidos foliares, para monitorar os teores de micronutrientes. Um biofertilizante líquido mais simples, conhecido como Vairo, é produzido a partir da fermentação metanogênica (anaeróbica) de esterco bovino fresco. O

esterco de gado leiteiro possibilita um efluente de melhor qualidade, pois os animais recebem dieta balanceada, proporcionando grande variedade de microrganismos, o que acelera a fermentação.

Para o respectivo preparo, o esterco fresco, complementado ou não com urina de vaca, deve ser adicionado a igual volume de água não clorada, sendo a mistura colocada em biodigestor hermeticamente selado. Podem ser empregadas bombonas plásticas, tomando-se o cuidado de manter o nível da mistura a um mínimo de 10 cm abaixo da tampa. A esta, se adapta um sistema de válvula hidráulica de pressão ou uma mangueira de plástico fina, cuja extremidade é mergulhada em recipiente com água, para permitir a saída do gás metano produzido na fermentação, mantendo a condição de anaerobismo.

O final do processo, que dura de 30 a 40 dias, coincide com o término do borbulhamento, observado no recipiente d'água. Nessa ocasião, a suspensão deverá ter atingido pH próximo a 7,0. Para separação da parte ainda sólida do produto, utiliza-se peneiramento e coagem.

O biofertilizante Vairo é recomendado em dosagens mais elevadas (até 30% ou 300 mL/L) e oferece múltiplas utilidades, desde sua ação controladora sobre determinados microrganismos fitopatogênicos, até promoção de florescimento ou de enraizamento em algumas plantas cultivadas, possivelmente pelos hormônios vegetais nele presentes (SANTOS, 1992). Da mesma maneira que para o Agrobio, preconizam-se análises foliares nas culturas tratadas, visando ao acompanhamento de micronutrientes nos tecidos.

Maiores informações sobre métodos de produção, efeitos nutricionais, proteção contra fitopatógenos e modos de ação de biofertilizantes líquidos podem ser encontradas em Bettiol et al. (1997).

Caldas de preparo caseiro

São fertiprotetores de composição variada a seguir discriminados:

Calda sulfocálcica

Produto que resulta de uma reação corretamente balanceada entre o Ca (cálcio) e o (S) enxofre, dissolvidos em água e submetidos a fervura, formando-se uma mistura de polissulfetos de cálcio. Além do seu efeito fungicida, exerce ação sobre ácaros, cochonilhas e outros insetos sugadores, apresentando, também, ação repelente sobre brocas, que atacam tecidos lenhosos (POLITO, 2000).

Para se preparar 20 L de calda sulfocálcica, são necessários:

Ingredientes

- 5 kg de enxofre (S).
- 2,5 kg de cal virgem.

A qualidade e a pureza dos componentes dessa calda determinam sua eficácia, sendo que a cal não deve ter menos que 95% de CaO (óxido de cálcio).

Modo de preparo

- Em tambor de ferro ou de latão, sobre forno ou fogão, adicionar, lentamente, a cal virgem a 10 L de água, agitando, constantemente, com uma pá de madeira.
- No início da fervura, misturar, lentamente, o enxofre previamente dissolvido em água quente e colocar o restante da água, também pré-aquecida, e deixar ferver.
- A calda estará pronta quando passar da cor vermelha para a pardo-avermelhada.

- Após o resfriamento, a calda deve ser coada em pano limpo ou em peneira fina, para evitar entupimento dos pulverizadores.

Modo de usar

- A borra restante pode ser empregada em caiação de troncos de espécies arbóreas.
- A calda pronta deve ser estocada em recipiente de plástico opaco ou de vidro escuro, e armazenada em local também escuro e fresco, por um período relativamente curto, sendo ideal sua utilização até, no máximo, 60 dias após a preparação.
- Antes da aplicação sobre as plantas, com o auxílio de pulverizações foliares, a calda concentrada precisa ser diluída. Para controlar essa diluição, determina-se a densidade com o uso de densímetro ou aerômetro de Baumé, com graduação de 0 °Bé a 50 °Bé (graus de Baumé), sendo considerada boa a calda que apresentar densidade entre 28 °Bé e 32 °Bé.

Recomendações de uso

Hortaliças – Pulverizações foliares quinzenais a 1% (10 mL /L).

Culturas perenes – Pulverizações foliares quinzenais a 1% (SANTOS et al., 2001).

O uso rotineiro dessa calda requer os seguintes cuidados:

- Por ser altamente corrosiva, essa calda danifica recipientes de metal, as roupas e a pele. Após manuseá-la, é necessário lavar bem os recipientes e as mãos com uma solução a 10% de suco de limão ou de vinagre em água.
- Essa calda pode ser fitotóxica para muitas espécies de plantas, como, por exemplo, as curcubitáceas, principalmente

quando a temperatura ambiente é elevada. Sendo assim, torna-se conveniente testá-la antes de emprego em maior escala e efetuar os tratamentos ao final da tarde.

- Utilizar equipamento de proteção individual, durante as pulverizações.
- Não descartar os excedentes em nascentes, cursos d'água, açudes ou poços.
- Após aplicação de caldas à base de cobre (bordalesa e viçosa), respeitar o intervalo mínimo de 20 dias, para iniciar tratamento com essa calda.

Calda bordalesa

É uma suspensão coloidal, de cor azul-celeste, obtida pela mistura de uma solução de sulfato de cobre com uma suspensão de cal virgem ou hidratada.

Para preparar 100 L dessa calda, a 1% (1:1:100), são necessários:

Ingredientes

- 1 kg de sulfato de cobre em pedra, moído ou socado.
- 1 kg de cal virgem.
- 100 L de água.

Modo de preparo

- O sulfato de cobre deve possuir, no mínimo, 98% de pureza e a cal não deve conter menos do que 95% de CaO (óxido de cálcio).
- O sulfato de cobre deve ser colocado num saco de pano poroso, deixado imerso em 50 L de água por 24 horas, para que ocorra total dissolução dos cristais.

- Noutro vasilhame, procede-se à queima ou extinção da cal, em pequeno volume d'água.
- À medida que a cal reagir, vai-se acrescentando mais água, até completar 50 L.
- Num terceiro recipiente de cimento ou de plástico, devem ser misturados vigorosamente os dois componentes ou acrescentar-se o leite de cal à solução de sulfato de cobre, aos poucos, agitando-se fortemente com uma pá de madeira.
- Após o preparo, deve-se medir o pH dessa calda, por meio de peagômetro ou papel de tornassol.

A reação ácida é indesejável, porque provoca fitotoxicidade decorrente do sulfato de cobre livre, formando-se, rapidamente, um precipitado que prejudica a aplicação. Assim, a reação deve ser neutra ou, de preferência, levemente alcalina.

Caso seja necessário elevar o pH, deve-se adicionar mais leite de cal a essa calda. É necessário coar o preparado final antes do abastecimento do pulverizador.

O uso rotineiro dessa calda também deve obedecer a certos requisitos:

- Essa calda deve ser empregada logo após seu preparo ou, no máximo, dentro de 24 horas. Quando estocada pronta, perde eficácia com rapidez.
- Aplicá-la somente com tempo seco.
- Os recipientes de plástico, de madeira ou de alvenaria são os mais indicados, porque não são atacados pelo cobre ou pela cal.
- Utilizar equipamento de proteção individual, quando da realização das pulverizações.
- Não descartar excedentes em nascentes, cursos d'água, açudes ou poços.
- Respeitar intervalos de 15 a 25 dias entre aplicações da calda sulfocálcica e desta calda.

Recomendações de uso

Hortaliças – Tratamento preventivo, por meio de pulverizações foliares semanais ou quinzenais.

Culturas perenes – Iniciar pulverizações foliares quinzenais, imediatamente após manifestação dos primeiros sintomas das doenças.

Calda viçosa

Foi desenvolvida com base na calda bordalesa, pela Universidade Federal de Viçosa, MG. É recomendada para controle de diversas doenças, incluindo-se:

- Antracnose das cucurbitáceas.
- Cercosporioses de beterraba e do cafeeiro.
- Mancha-de-alternária e requeima-do-tomateiro.
- Míldios e manchas-foliares em abobrinha, alface, alho, cebola, chicória, couve e cucurbitáceas.
- Podridão-de-esclerotínia em alface e em chicória.

Em culturas perenes, exerce controle satisfatório de doenças de origem fúngica que ocorrem na parte aérea das plantas e, por seu conteúdo em sais minerais (cobre, zinco, magnésio e boro) também funciona como adubo foliar.

Para preparação de 100 L dessa calda, é necessário:

Dissolver, em recipiente apropriado, 500 g de cal virgem em 50 L de água.

Num segundo recipiente, são dissolvidos:

- 200 g de ácido bórico.
- 500 g de sulfato de cobre.
- 800 g de sulfato de magnésio.
- 200 g de sulfato de zinco.

- 400 g de ureia misturada a mais 50 L de água.

A seguir, num terceiro recipiente, adicionam-se:

- A mistura dos sais e a ureia, à água de cal, sob forte agitação.

Recomendações de uso

Idênticas às de calda bordalesa, devendo ser tomados os mesmos cuidados indicados para as caldas bordalesa e sulfocálcica.

Leite de vaca

Recomendado para controle de oídio (30% a 40%) e de doenças fúngicas de pós-colheita, como a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). Pode-se empregar leite *in natura* ou fermentado por 12 horas a temperaturas entre 18 °C a 25 °C. Os frutos recém-colhidos devem ser imersos por cerca de 1 minuto, sem lavagem posterior.

Dispõem-se de resultados promissores para goiaba, mamão, manga e maracujá. Diluído em água a 3%, é também indicado contra ácaros fitófagos.

Leite de cabra

A Pesagro/Rio (Estação Experimental de Seropédica) vem testando esse produto no controle de nematoides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.), por meio da incorporação em substrato (de semeadura) na diluição de 30% (SANTOS et al., 2003).

Urina de vaca

Gadelha (2002) relatou que a aplicação de urina de vaca em plantas de abacaxi provocava remissão dos sintomas da fusariose. Posteriormente, a urina foi testada em laboratório, confirmando o potencial de controle dessa doença, como também de outras fitomoléstias de natureza fúngica (FERNANDES et al., 1992).

A urina de vaca pode ser usada como adubo (GADELHA, 2002), principalmente foliar, devido à presença de nutrientes importantes, como:

- Nitrogênio (6.300 ppm).
- Fósforo (140 ppm).
- Potássio (27.100 ppm).
- Cálcio (226 ppm).
- Magnésio (720 ppm).
- Enxofre (1.140 ppm).
- Ferro (2,4 ppm).
- Manganês (0,1 ppm).
- Boro (44 ppm).
- Cobre (0,2 ppm).
- Zinco (0,1 ppm).
- Sódio (1.900 ppm).
- Cloro (10.600 ppm).
- Cobalto (1,5 ppm).
- Molibdênio (2,0 ppm).
- Traços de outros (GADELHA et al., 2003).

Recomendações de uso

- No enraizamento de plantas, em função do hormônio vegetal ácido indolacético.
- Na recuperação de plantas submetidas a condições variáveis de estresse, provavelmente devido à presença do catecol.

- No aumento de resistência ao ataque de patógenos, à conta de outras substâncias biologicamente ativas e presentes em sua composição.

Hortaliças – Pulverizações foliares à concentração de 1%.

Culturas perenes – Pulverizações foliares mensais numa concentração de 1% a 2,5% ou a 5%, diretamente nas covas de plantio.

Embora existam referências sobre uso, na grande maioria das circunstâncias, os defensivos alternativos são recomendados com base em conhecimentos empíricos e experiências de campo. Ainda muito pouco são os resultados publicados provenientes da pesquisa científica sobre a eficiência desses produtos. Picanço et al. (1999) avaliaram produtos não convencionais para o controle da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*).

Smilanick e Sorenson (2001) testaram a calda sulfocálcica no controle de doenças fúngicas de pós-colheita em citros, encontrando eficiência para diferentes agentes etiológicos. No caso da podridão-azul, causada por *Penicillium digitatum*, sua incidência foi reduzida em mais de 80% pela imersão de limões ou de laranjas por 1 minuto a 40,6 °C ou 43,3 °C em calda sulfocálcica contendo 0,75% (p/v) de polissulfetos de cálcio, enquanto a incidência de *Geotrichum citri-aurantium* foi reduzida de 35% a 70%, com esse mesmo tratamento. O emprego de defensivos alternativos – em larga escala – ainda carece de uma base científica sólida, não só necessária como urgente (CLARO, 2001).

Protetores

São produtos que agem diretamente contra os fitoparasitas, incluindo-se agentes de biocontrole, extratos vegetais, feromônios, etc.

Agentes de biocontrole

Enquadram-se aí os predadores, parasitoides de pragas, assim como os microrganismos (fungos, bactérias, vírus, protozoários e nematoides) entomopatogênicos ou hiperparasitas. Em nível mundial, mais de 120 espécies de insetos e ácaros prejudiciais às plantas são total ou parcialmente controlados pela introdução do controle biológico. Os organismos adiante listados são de uso mais comum no Brasil. *Trichogramma* spp. – parasitoides de ovos de insetos da Ordem Lepidoptera, usados no controle da traça e das brocas do tomateiro; das lagartas-do-cartucho e da espiga do milho; da lagarta-das-maçãs-do-algodoeiro; da broca-da-cana-de-açúcar, etc.

Cotesia flavipes – Parasitoide da broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), constituindo um dos exemplos mais bem-sucedidos de controle biológico no Brasil.

Baculovirus anticarsiae – Trata-se de uma espécie de vírus específico para o controle da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), já havendo formulações disponíveis no mercado brasileiro.

Bacillus thuringiensis – Bactéria esporulante, cujas subespécies controlam larvas de lepidópteros (lagartas), dípteros (mosquitos e borrachudos) ou coleópteros. No Brasil, existem produtos comerciais à base dessa bactéria, entre eles o Dipel (*Bacillus thuringiensis* v. *kurstaki*) contra lagartas, Sferobac (*Bacillus thuringiensis* v. *sphaericus*) contra pernilongos e Vectobac (*Bacillus thuringiensis* v. *israelensis*) contra borrachudos e pernilongos.

Metarhizium anisopliae – Fungo entomopatogênico eficiente no controle de cigarrinhas-das-pastagens, formigas, outros insetos e carrapatos, também existindo produtos comerciais no País.

Beauveria bassiana – Fungo entomopatogênico eficiente no controle do gorgulho-da-cana-de-açúcar e da broca-da-bananeira. Encontrado no comércio brasileiro.

***Cladosporium* sp.** – Fungo entomopatogênico, usado no controle de pulgões e de moscas-brancas.

Trichoderma spp. – Fungo hiperparasita, eficiente no controle das espécies causadoras dos tombamentos de mudas, em bandejas ou canteiros de semeadura. Também disponível no mercado.

Acremonium sp. – Fungo hiperparasita, eficiente no controle das lixas-do-coqueiro.

Extratos de plantas

Diversas espécies vegetais possuem substâncias com atividade biocida (inseticida, fungicida, nematocida, etc.). Extratos de algumas dessas plantas têm sido empregados, com sucesso, no controle de determinados fitoparasitas, a saber:

Nim (*Azadirachta indica*) – Planta da família Meliaceae, originária da Índia e do sul da Ásia, onde é utilizada para fins medicinais e como pesticida. O nim tem grande potencial para ser empregado na agricultura, por sua ação eficaz contra insetos-pragas. O principal princípio ativo do nim é a Azadiractina. Essa substância pode ter ação antialimentar, reguladora de crescimento, efeito sobre a reprodução, principalmente reduzindo a fecundidade e a fertilidade, e de repelência, reduzindo a postura (MARTINEZ, 2002).

No Brasil, já se encontram o óleo das sementes e extratos de folha, para uso em pulverizações. É especialmente recomendado para controle do gorgulho *Sitophilus zeamais* (óleo a 2%), da vaquinha *Ceratoma tingomarianus* (extrato aquoso de folhas a 7%), de pulgão em acerola (óleo a 0,5%), *Zabrotes subfasciatus* do feijoeiro (óleo 2 mL + óleo safrol 2 mL para 200 sementes) e moscas-brancas (*Bemisia spp.*) (óleo 3% a 6% + 1% de sabão neutro).

O nim mostrou-se também eficiente no controle de agentes microbianos de doenças radiculares e de parte aérea, doenças de pós-colheita e nematoides fitopatogênicos (MARTINEZ, 2002).

Alho e cavalinha (*Allium sativum* e *Equisetum sp.*)

Modo de preparo

- Adicionar 20 g de alho masserado a 100 mL de água e deixar em infusão por 24 horas.
- Paralelamente, preparar outra infusão com 10 g de folhas de cavalinha, em 100 mL de água.
- Misturar as duas infusões, coar e aplicar por meio de pulverizações foliares.

Nota: esse extrato é indicado no controle de míldios e de outras enfermidades fúngicas.

Cinamomo ou Santa Bárbara (*Melia azedarach* – Família Meliaceae) – Extrato aquoso de folhas e frutos a 10%.

Modo de preparo

- Macerar 10 g de folhas e frutos de cinamomo em 100 mL de água.
- Deixar em infusão por 24 horas.
- Coar e pulverizar semanalmente.

Nota: é indicado para controle de pulgões.

Manipueira – Líquido de aspecto leitoso e de cor amarelo-clara, que escorre das raízes tuberosas da mandioca, por ocasião da prensagem, para obtenção de fécula ou de farinha. A manipueira é um subproduto ou resíduo industrial, que se apresenta na forma de suspensão aquosa, contendo uma miscelânea de compostos, alguns dos quais contendo micronutrientes vegetais (PONTE, 1999).

Recomendações de uso

Acaricida – Manipueira diluída em água (uma parte de manipueira para duas partes de água) em pulverizações foliares a intervalos semanais.

Adubo foliar – Manipueira diluída em água (uma parte de manipueira para quatro partes de água) em pulverizações foliares a intervalos semanais.

Inseticida – Manipueira adicionada a igual volume de água em pulverizações foliares, a intervalos semanais.

Carrapaticida para bovinos – Manipueira + óleo de mamona adicionados a igual volume de água) em aplicações a intervalos semanais.

Fungicida (oídios e ferrugens) – 100 mL de manipueira diluída em igual volume de água + 1 g de farinha de trigo.

Nematicida (*Meloidogyne* spp.) – 1 L de manipueira incorporado a cada L de solo infestado.

Pimenta-do-reino, alho e sabão – Prepara-se uma infusão com 100 g de pimenta-do-reino em 1 L de álcool, deixando-se repousar por 1 semana.

Paralelamente, obtem-se outra infusão com 100 g de alho masserado em 1 L de álcool.

Na semana seguinte, dissolve-se 50 g de sabão neutro em 1 L de água quente.

Para aplicação, juntam-se as três infusões coadas, na proporção de 200 mL de pimenta + 100 mL de alho + 1 L da calda de sabão, diluindo-se a mistura em 20 L de água.

Nota: as pulverizações devem ser feitas nas horas mais frescas do dia. Esse extrato é indicado para controle das pragas de solanáceas cultivadas.

Timbó (*Derris urucu*) – Planta arbustiva da família Leguminosae, que apresenta, nas raízes, substâncias ativas, como a rotenona e outros flavonoides de estruturas semelhantes, geralmente

chamados de rotenoides. O pó obtido das raízes secas é recomendado para controle de algumas lagartas, tripes, pulgões e coleópteros, utilizando-se uma parte de sabão em barra e quatro partes do pó das raízes dissolvidas em 225 partes de água.

Quando for usar, diluir o líquido resultante em água de 0,8% a 1% (GUEDES, 2001). E para controle de formigas-cortadeiras (*Atta* spp.), introduzir 10 g desse pó no olheiro principal do formigueiro.

Outros extratos

Óleo de andiroba (*Carapa guianensis*) – De 0,2% a 1,5%; extrato de semente de mastruz (*Chenopodium ambrosoides* L.) a 0,5%, extrato de pimenta do reino (*Piper nigrum*) a 1%, extrato de folha de cinamomo (*Melia azedarach*) a 12% e extrato de folhas de *Erythrina* spp. a 10%, todos recomendados para o controle da vaquinha (*Ceratoma tingomarianus*) do feijoeiro.

Outras receitas

Enxofre com farinha de trigo – Indicado no controle de ácaros. Misturar 500 g de enxofre, 400 g de farinha de trigo em 3 L de água, da pasta formada, diluir 800 mL em 10 L d'água.

Extrato pirolenhoso – É um subproduto orgânico, resultante da condensação da fumaça expelida no processo de carbonização da madeira. Segundo informações verbais, tem ação repelente sobre determinados insetos-pragas e previne algumas doenças de plantas. Entretanto, no Brasil, ainda não se dispõem de dados oficiais de pesquisa quanto a dosagens e limitações de uso.

Gergelim – Recomendado no controle da formiga-saúva-limão. Iscas formuladas com farinha de sementes a 30% ou de folhas a 15%.

Outras receitas caseiras são encontradas em Abreu Júnior (1998) e Fernandes et al. (2003).

Feromônios

Os feromônios são compostos químicos produzidos pelos insetos para comunicação interespecífica. Podem ser classificados como feromônios sexuais, de agregação, de alarme, de dispersão, de marcação de território ou de trilha, etc., podendo ser utilizados na agricultura, para fins de monitoramento, captura massal ou confundimento (saturação de áreas de cultura com feromônio sexual). São comercializados em praticamente todo o mundo, para usos variados.

No Brasil, já estão disponíveis alguns feromônios, como, por exemplo: Dispenser ou Zoecon, usado no confundimento da lagarta-rosada-do-algodoeiro *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), Nomate Blockaide, para captura do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), feromônio para captura da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*); Rhyncophorol, para captura da broca-do-olho-do-coqueiro (*Rhynchophorus palmarum*); Trimedilure, para captura de moscas-das-frutas (*Ceratitis capitata*) e Cosmolure, para captura do moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*).

Desafios e perspectivas

Em sistemas agrícolas, o uso da terra (tipos de culturas, práticas de manejo) e a estrutura da paisagem (arranjo espacial de seus elementos) são fatores importantes na determinação dos processos ecológicos e na distribuição da fauna (ZOONEVELD; FORMAN, 1989). Nos modelos convencionais, a simplificação da estrutura da paisagem agrícola tem exercido impacto negativo sobre a vegetação e a fauna.

Na busca por sistemas agrícolas sustentáveis, de baixo uso de insumos externos e energeticamente eficientes, a estratégia-chave é restaurar a diversidade da paisagem agrícola dentro e no entorno da unidade produtiva, tanto melhorada no tempo – por meio da rotação de culturas – quanto no espaço, incluindo plantas de cobertura, policultivos, sistemas agrossilvopastoris, cercas-vivas, conservação de fragmentos de florestas, matas ciliares, etc. No entanto, a biodiversidade vegetal não resultará apenas na regulação das pragas por meio do resgate do controle natural, mas também condicionará melhor ciclagem de nutrientes, conservação do solo, conservação da energia, da água e demais recursos naturais.

No Brasil, apesar de se contar com relatos informais (comunicação pessoal), quase nada se acha registrado quanto à quantificação dos efeitos da diversidade vegetal sobre populações de parasitos de plantas e seus inimigos naturais.

Programas de desenvolvimento rural para a América Latina, analisados por Altieri (1991a), postulam que a manutenção ou o aumento da biodiversidade no agroecossistema representa uma estratégia que assegura dietas balanceadas e fontes de renda, produção estável, risco mínimo e retorno máximo sob baixos níveis de tecnologia.

Nesses sistemas, a correta associação espacial e temporal entre culturas, arborização, criação de animais, etc., potencializa as interações com base em recursos internos e renováveis, na ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica, bem como nas relações tróficas entre plantas e parasitas, otimizando o controle biológico natural.

Contudo, a busca por estratégias ecológicas de manejo de pragas requer um processo de transição envolvendo várias etapas, que permita conciliar as necessidades de manter a atividade agrícola rentável e ao mesmo tempo ganhar o equilíbrio ecológico.

Reconhecem-se que sistemas agroecológicos, como a agricultura orgânica, apresentam rendimento inferior e perdas, por vezes consideráveis de produtividade, devidas a pragas e doenças

nos primeiros anos de manejo. Necessita-se de tempo para restaurar mecanismos ecológicos que promovam o controle biológico, ao patamar que atenda as necessidades econômicas, culturais e de qualidade de vida das comunidades rurais envolvidas.

O resultado que se espera é o estabelecimento de sistemas sustentáveis cada vez menos dependentes de insumos externos, sobretudo pela restauração da biodiversidade e dos consequentes sinergismos que venham a intensificar o controle biológico das pragas, possibilitando retorno a níveis mais elevados de produtividade e compatibilizando-os com a oferta de alimentos saudáveis à população.

Referências

ABREU JÚNIOR, H. de. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**: coletânea de receitas. Campinas: Emopi, 1998. 115 p.

AKIBA, F.; CARMO, M. G. F. do; RIBEIRO, R. de L. As doenças infecciosas das lavouras dentro de uma visão agroecológica. **Ação Ambiental**, Viçosa, n. 5, p. 30-33, 1999.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the scientific basis of alternative agriculture. Boulder: Westview Press, 1987. 240 p.

ALTIERI, M. A. Ecology of tropical herbivores in polycultural agroecosystems. In: PRICE, P. W.; LEVINSON, T. M.; FERNANDEZ, G. W.; BENSON, W. W. (Ed.). **Plant-animal interactions**:

evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York: John Wiley and Sons, 1991b. p. 607-617.

ALTIERI, M. A. Traditional farming in Latin America. **Ecology**, Washington, v. 21, p. 93-96, 1991a.

ALTIERI, M. A.; FRANCIS, C. A.; SCHOONHOVEN, A.; DOLL, J. D. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. **Field Crops Research**, Netherlands, v. 1, p. 33-49, 1978.

ALTIERI, M. A.; GLIESSMAN, S. R. Effects of plant diversity on the density and herbivory of the flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* Goeze, in California collard (*Brassica oleracea*) cropping systems. **Crop Protection**, Oxford, v. 2, p. 497-501, 1983.

ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. K. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. **CRC Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 2, p. 131-169, 1984.

ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Oxford, v. 1, p. 405-430. 1982.

ALTIERI, M. A.; LIEBMAN, M. Z. Weed management: ecological guidelines. In: ALTIERI, M. A.; LIEBMAN, M. Z. (Ed.). **Weed management in agroecosystems: ecological approaches**. Boca Raton: CRC, 1988. p. 183-218.

ALTIERI, M. A.; SCHOONHOVEN, A.; DOLL, J. D. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cropping systems. **PANS**, London, v. 23, p.195-205, 1977.

ALTIERI, M. C.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

ALTIERI, M. C.; WHITCOMB, W. H. The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. **HortScience**, Alexandria, v. 14, p. 12-18, 1979.

ALTIERI, M. C.; WHITCOMB, W. H. Weed manipulation for insect management in corn. **Environmental Management**, New York, v. 4, p. 483-489, 1980.

AMBROSANO, E. (Coord.). **Agricultura ecológica**. Guaíba: Agropecuária, 1999. 398 p.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 561-586, 1991.

ANDREWS, D. J.; KASSAM, A. H. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: TRIPLETT, G. B.; SANCHEZ, P. A.; PAPENDICK, R. I. (Ed.). **Multiple cropping**. Madison: American Society of Agronomy, 1976. p. 1-10. (ASA Special Publication, 27).

BACH, C. E. Effects of plant density and diversity on the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumber beetle, *Acalymma vittata* (Fab.). **Ecology**, Washington, v. 61, p. 1515-1530, 1980a.

BACH, C. E. Effects of plant diversity and time of colonization on a herbivore-plant interaction. **Oecologia**, New York, v. 44, p. 319-326, 1980b.

BAGGEN, L. R.; GURR, G. M. The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biological Control**, San Diego, v. 11, p. 9-17, 1997.

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**, Oxon, v. 91, p. 155-161, 1999.

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

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 22 p. (Embrapa-CNPMA. Circular técnica, 2).

BOBB, M. L. Parasites of the oriental fruit moth in Virginia. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 32, p. 605, 1939.

BOCH, R. van den; TELFORD, A. D. Environmental modification and biological control. In: BACH, P. de (Ed.). **Biological control of insect pests and weeds**. London: Chapman and Hall, 1964. p. 459-488.

BUGG, R. L.; WADDINGTON, C. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 50, p. 11-28, 1994.

BURN, A. J.; COAKER, T. H.; JEPSON, P.C. **Integrated pest management**. London: Academic, 1987. 510 p.

BYRNE, D. N.; BELLOWS JÚNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 431-457, 1991.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da Trofobiose**. Porto Alegre: L & PM, 1987. 256 p.

CLARO, S. A. **Referências tecnológicas para a agricultura familiar ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater-RS, 2001. 250 p.

DEMPSTER, J. P.; COAKER, T. H. Diversification of crop ecosystems as a means of controlling pests. In: JONES, D. P.; SOLOMON, M. E. (Ed.). **Biology in pest and disease control**. New York: John Wiley, 1974. p. 106-114.

DOUTT, R. L.; NAKATA, J. The *Rubus* leafhopper and its egg parasitoid: na endemic biotica system useful in grape pest management. **Environmental Entomology**, College Park, v. 2, p. 381-386, 1973.

EMDEN, H. F. van. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. **Scientific Horticulture**, v. 17, p. 121-136, 1965.

FEENY, P. Defende ecology of the Cruciferae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 64, p. 221-234, 1977.

FEENY, P. Plant apparency and chemical defense. **Recent Advances in Phytochemistry**, New York, v. 10, p. 1-49, 1976.

FERNANDES, M. C. de A. O biofertilizante Agrobio. Série Agricultura Orgânica. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, n. 634, p. 42-43, 2000.

FERNANDES, M. C. de A.; ANAMI, M. A. S. de A.; MOREIRA, V. F. **Controle de pragas e doenças de hortas e de algumas pragas domésticas**: receituário caseiro. Niterói, RJ: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, 2003. (Pesagro-RIO. Informe técnico). No prelo.

FERNANDES, M. C. de A.; LEAL, M. A. de A.; RIBEIRO, R. de L. D.; ARAUJO, M. L. de.; ALMEIDA, D. L. de. Cultivo protegido do tomateiro sob manejo orgânico. **Série Agricultura orgânica. A Lavoura**, Rio de Janeiro, n. 634, p. 44-45, 2001.

FERNANDES, M. C. de A.; SANTOS, A.; AKIBA, F. Ação da urina bovina no controle de alguns fungos fitopatogênicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 214, 1992.

FLAHERTY, D. Ecosystem trophic complexity and the Willamette mite, *Eotetranychus willamettei* (Acarina: Tetranychidae) densities. **Ecology**, Washington, v. 50, p. 911-916, 1969.

FRANCIS, C. A.; FLOR, C. A.; TEMPLE, S. R. Adapting varieties for intercropped systems in the tropics. In: TRIPLETT, G. B.; SANCHEZ, P. A.; PAPENDICK, R. I. (Ed.). **Multiple cropping**. Madison: American Society of Agronomy, 1976. p. 1-10. (ASA Special Publication, 27).

GADELHA, R. S. S. **Urina de vaca**: alternativa eficiente e barata. Niterói, RJ: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, 2002. 6 p. (Pesagro-RIO. Documentos, 96).

GADELHA, R. S. S.; CELESTINO, R. C. A.; SHIMOYA, A. Efeito da utilização de urina de vaca na produção da alface. **Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 2, p. 179-182, 2003.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 653 p.

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

GURR, G. M.; EMDEN, H. F. van; WRATTEN, S. D. Habitat manipulation and natural enemy efficiency: implications for the control of pests. In: BARBOSA, P. (Ed.). **Conservation biological control**. San Diego: Academic, 1998. p. 155-183.

GUEDES, A. G. L. Timbó (*Derris urucu*): defensivo alternativo para uso em agricultura. **Agroecologia Hoje**, n.6, p.18-19, 2001.

HAGEN, K. S. Ecosystem analysis: plant cultivars (HPR), entomophagous species and food supplements. In: BOETHAL, D. J.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Interaction of plant resistance and parasitoids and predators of insects**. Chichester: Ellis Harwood, 1986. p. 151-195.

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

HOKKANEN, H. M. T. Trap cropping in pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 119-138, 1991.

HORNE, J. E.; MCDERMOTT, M. **The next green revolution**: essential steps to a healthy, sustainable agriculture. New York: Food Products Press, 2001. 312 p.

IDRIS, A. B.; GRAFIUS, E. Wildflowers as nectar sources for *Diadegma insularis* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, p. 1726-1735, 1995.

KAREIVA, P. The influence of vegetational texture on herbivory: resource concentration and herbivore movement. In: DENNO, R. F.; McCLURE, M. S. (Ed.). **Variable plants and herbivores in natural and managed systems**. New York: Academic, 1983. p. 259-289.

KENNEDY, J. S.; BOOTH, C. O.; KERSHAW, W. J. S. Host finding by aphids in the fields. II. *Aphis fabae* (gynoparae) and *Brevicoryne brassicae*, with a re-appraisal of the role of host-finding behavior and virus spread. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 47, p. 424-444, 1959.

KLOEN, H.; ALTIERI, M. A. Effect of mustard (*Brassica hirta*) and non-crop plant on competition and insect pests in brocoli (*Brassica oleracea*). **Crop Protection**, Oxford, v. 9, p. 90-96, 1990.

KORITAS, V. M.; GARSED, S. G. The effects of nitrogen and sulfur nutrition on the response of Brussels sprout plants to infestation by the aphid *Brevicoryne brassicae*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 106, p. 1-15, 1985.

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.

LEUIS, K. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 99, p. 444-446, 1967.

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 of the United States of America**, Washington, v. 94, p. 12243-12248, 1997.

LEWIS, W. J.; STAPEL, J. O.; CORTESERO, A. M.; TAKASU, K. Understanding how parasitoids balance food and host needs: importance to biological control. **Biological Control**, San Diego, v. 11, p. 175-183, 1998.

LIANG, W.; HUANG, M. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 50, p. 29-37, 1994.

LINDERMAN, R. G. Organic amendments and soil-borne diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ottawa, v. 11, p. 180-183, 1989.

LITSINGER, J. A.; MOODY, K. Integrated pest management in multiple cropping systems. In: TRIPLETT, G. B.; SANCHEZ, P. A.; PAPENDICK, R. I. (Ed.). **Multiple cropping**. Madison: American Society of Agronomy, 1976. p. 293-316. (ASA Special Publication, 27).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. 345 p.

MARTINEZ, S. S. **O nim – *Azadirachta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Iapar, 2002. 142 p.

MATTSON, W. J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 11, p. 119-161, 1980.

McPHERSON, R. M.; NEWSOM, L. D. Trap crops for control of stink bugs in soybean. **Journal of Georgian Entomological Society**, v. 19, p. 470-480, 1984.

MING-DAU, H.; SIU-WUI, M.; SHU-XIN, L. Biological control of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) in Guangdong Province. **Proceedings of International Society of Citriculture**, v. 10, p. 643-646, 1981.

MOREIRA, V. F.; FERNANDES, M. C. de A.; ARAUJO, M. L. de; ALMEIDA, M. A. Avaliação do uso do biofertilizante Agrobio no cultivo de alface em sistema protegido, nas condições da baixada fluminense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6. REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria, RS. **Biodinâmica do solo...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. FERTBIO 2000.

PATRIQUIN, D. G.; BAINES, D.; ABBOUD, A. Diseases, pests and soil fertility. In: COOK, H. F.; LEE, H. C. (Ed.). **Soil management in sustainable agriculture**. Wye: Wye College Press, 1995. p. 161-174.

PATRIQUIN, D. G.; BAINES, D.; ABBOUD, A. Soil fertility effects on pests and diseases. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE, 3th., 1993, London. **Proceedings...** London: Wye College Press, 1993a. p. 78-86.

PATRIQUIN, D. G.; BAINES, D.; LEWIS, J.; MACDOUGALL, A. Aphid infestation on an organic farm in relation to weeds, intercrops and added nitrogen. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 20, p. 279-288, 1988.

PATRIQUIN, D. G.; BLAIKIE, H.; PATRIQUIN, M. J.; YANG, C. On-farm measurements of pH, electrical conductivity and nitrate in soil extracts for monitoring coupling and decoupling of nutrient cycles. **Biological Agriculture and Horticulture**, Husbandry, v. 9, p. 231-272, 1993b.

PATRIQUIN, D. G.; HILL, N. M.; BAINES, D.; BISHOP, M.; ALLEN, G. Observation on a mixed farm during the transition to biological husbandry. **Biological Agriculture and Horticulture**, Husbandry, v. 4, p. 69-154, 1986.

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 in Horticultural Science**, Firenze, v. 11, p. 175-181, 1997.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais**: para uma agricultura saudável. Campinas, SP: [s.n.], 2000. 37 p.

PERRIN, R. M.; PHILLIPS, M. L. Some effects of mixed cropping on the population dynamics of insect pests. **Entomology and Application**, Tokyo, v. 24, p. 385-393, 1978.

PESAGRO-RIO (Niterói, RJ). **Produção e pesquisa de Agrobio e de caldas alternativas para o controle de pragas e doenças**. Niterói, RJ: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, 1998. 4 p. (Pesagro-RIO. Documentos, 44).

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

PICKETT, C. H; BUGG, R. L. **Enhancing biological control**: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests.

Berkeley: University of California Press, 1998. 422 p.

POLITO, W. Caldas sulfocálcica, bordalesa e viçosa. Os fertiprotetores no contexto da trofobiose. **Agroecologia**, São Paulo, par. II, p. 20-21, 2000.

PONTE, J. J. da. **Cartilha da manipueira**: uso do composto como insumo agrícola. Fortaleza: Secretaria da Ciência e Tecnologia do Governo do Estado do Ceará, 1999. 53 p.

POWER, A. G. Plant community diversity, herbivore movement and insect-transmitted disease of maize. **Ecology**, Washington, v. 68, p. 1658-1669, 1987.

PRESTIDGE, R. A.; McNEILL, S. The role of nitrogen in the ecology of grassland Auchnorruncha. In: LEE, J. A.; McNEILL, S.; RORISON, I. H. (Ed.). **Nitrogen as an ecological factor**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1983. p. 257-282.

RISCH, S. J. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: na experimental test of two hypothesis. **Ecology**, Washington, v. 62, p. 1325-1340, 1981.

RISCH, S. J. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: the effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 17, p. 593-612, 1980.

RISH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 12, p. 625-629, 1983.

ROOT, R. B. Organization of plant – arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassicae oleraceae*). **Ecological Monographs**, Washington, v. 43, p. 95-124, 1973.

ROSSET, P. J.; VANDERMEER, J.; CANO, M.; VARELLA, P. G.; SNOOK, A.; HELLPAP, C. El frijol como cultivo trampa el combate de *Spodoptera sunia* Guenne (Lepidoptera: Noctuidae) en plantulas de tomate. **Agronomia Costarricense**, San Jose, v. 9, p. 92-102, 1985.

RUSSELL, E. P. Enemies hypothesis a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 18, p. 590-599, 1989.

SANTOS, V. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. 2. ed. Niterói, RJ: Empresa de Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro, 1992. 16 p. (Emater-RIO. Agropecuária Fluminense, 8).

SANTOS, V. L. da S; FERNANDES, M. C. de A; AGUIAR-MENEZES, E. L. Uso da calda sulfocálcica no controle da lagarta do maracujazeiro (*Dione juno juno*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., 2001, Piracicaba. **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, 2001. (Agroecológica Resumos). No prelo.

SANTOS, V. L. da S; FERNANDES, M. C. de A.; MOREIRA, V. F.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D.; PEREIRA, A. J. Potencial do leite de cabra fermentado no controle ao nematóide formador de galhas radiculares em pepino. **Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável**, 2003. No prelo.

SAYÃO, C. R. D. **O biofertilizante Agrobio**: composição microbiológica e seus efeitos no controle da mancha bacteriana em

mudas de pimentão (*Capsicum annuum*). 2001. 49 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ 2001.

SAYÃO, C. R. D.; CARMO, M. G. F.; FERNANDES, M. C. de A.; ABOUD, A. C. S. Sucessão microbiana durante o processo de fabricação do biofertilizante Agrobio. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria, RS. **Biodinâmica do solo...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. FERTBIO 2000.

SHEEHAN, W. Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a selective review. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 15, p. 456-461, 1986.

SMILANICK, J. L.; SORENSON, D. Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, p. 157-168, 2001.

SMITH, H. A.; MCSORLEY, R. Intercropping and pest management: a review of major concepts. **American Entomologist**, Baltimore, v. 46, n.3, p.154-161, 2000.

SOUTHWOOD, T. R. E.; WAY, M. J. Ecological background to pest management. In: RABB, R. L.; GUTHRIE, F. E. (Ed.). **Concepts of pest management**. Raleigh: North Carolina State University, 1970. p. 231-234.

SYME, P. D. The effect of flowers on the longevity and fecundity of two native parasites of the european pine shoot moth in Ontario. **Environmental Entomology**, College Park, v. 4, p. 337-346, 1975.

TELENGA, N. A. Biological method of pest control in crops and forest plants in the USSR. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUARANTINE AND PLANT PROTECTION, 9., 1958, Moscow. **Proceedings...** Moscow: Report of the Soviet Delegation, 1958. p. 1-15.

THRESH, J. M. **Pests, pathogens and vegetation**: the role of weed and wild plants in the ecology of crop pest and diseases. Boston: Pitman, 1981. 628 p.

TODD, J. W.; PARKER, M. B.; GAINES, T. Populations of Mexican bean beetles in relation to leaf protein of nodulating and non-nodulating soybeans. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 65, p. 729-731, 1972.

TODD, J. W.; SCHUMANN, F. W. Combination of insecticide application with trap crops of early maturing soybean and southern peas for population management of *Nezara viridula* in soybean. **Journal of Entomology Science**, London, v. 23, p. 192-199, 1988.

TOPHAM, M.; BEARDSLAY, J. W. Na influence of nectar source plants on the New Guinea sugar cane weevil parasite, *Lixophya sphenophori* (Villeneuve). **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 22, p. 145-155, 1975.

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

VANDERMEER, J. H. Intercropping. In: CARROL, C. R.; VANDERMEER, J. H.; ROSSET, P. M. (Ed.). **Agroecology**. New York: McGraw-Hill, 1990. p. 481-516.

WETZLER, R. E.; RISCH, S. J. Experimental studies of beetle diffusion in simple and complex crop habitats. **Journal of Animal**

Ecology, Oxford, v. 53, p. 1-19, 1984.

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.

WIEDEMANN, R. N.; SMITH JUNIOR, J. W. Attributes of natural enemies in ephemeral crop habitats. **Biological control**, San Diego, v. 10, p. 16-22, 1997.

WILSON, K. G.; STINNER, R. E. A potential influence of rhizobium activity on the availability of nitrogen to legume herbivores. **Oecologia**, Berlin, v. 61, p. 337-2341, 1984.

WRATTEN, S. D.; EMDEN, H. F. van. Habitat management for enhanced activity of natural enemies. In: GLEN, D. M.; GREAVES, M. P.; ANDERSON, H. M. (Ed.). **Ecology and integrated farming systems**. Chichester: John Wiley, 1995. p. 117-145.

WRATTEN, S. D.; EMDEN, H. F. van; THOMAS, M. B. Within field and border refugia for the enhancement of natural enemies. In: PICKETT, C. H.; BUGG, R. L. (Ed.). **Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests**. Berkeley: University of California Press, 1998. p. 375-403.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Rio Grande do Sul: RAPP, 1993. p. 275-318.

ZANDSTRA, B. H.; MOTOOKA, P. S. Beneficial effects of weeds in pest management – a review. **PANS**, London, v. 24, p. 333-338, 1978.

ZONNEVELD, I. S.; FORMAN, R. T. **Changing landscapes: an ecological perspective.** New York: Springer-Verlag, 1989. 286 p.

Capítulo 14

Bases Ecológicas das Interações entre Insetos e Plantas no Manejo Ecológico de Pragas Agrícolas

Elen de Lima Aguiar-Menezes
Eurípedes Barsanulfo Menezes

Introdução

Na natureza, os seres vivos se relacionam ou interagem entre si e com o meio ambiente físico (ar, solo, água, etc.), para promover a troca de energia e nutrientes por meio das relações tróficas, formando as cadeias tróficas, também denominadas de cadeia alimentar ou de alimento. Por conseguinte, nos ecossistemas naturais, os insetos fazem parte dessas cadeias, cada qual desempenhando suas funções.

Aproximadamente, 50% de todas as espécies de insetos conhecidas – mais de 1.115.000 de espécies descritas – (May 1988, 1990) são herbívoras, e das 50% restantes, a maioria é entomófaga (isto é, alimenta-se de insetos), um número relativamente grande de espécies é saprófaga e, em menor número, tem-se as polinizadoras (ATKINS, 1978).

Nas interações que ocorrem entre os seres vivos, aquelas de natureza desarmônica (herbivoria, predação, parasitismo, competição, etc.) são de fundamental importância no equilíbrio natural das populações dos insetos herbívoros que pertencem a um determinado ecossistema. O mecanismo da densidade-dependente recíproca atua nessas relações de tal forma que sempre o número de indivíduos de uma população que ocupa um determinado habitat é regulada por outra população, e vice-versa.

Nesse processo ecológico, um organismo alimenta-se e vive às custas de outro, com efeitos na regulação do crescimento populacional de ambos. Assim, a população de organismos é mantida num nível médio de abundância característico, chamado de nível de equilíbrio. É quando dizemos que as populações no ecossistema estão em equilíbrio natural.

Contudo, com a agricultura, tem se promovida a transformação dos ecossistemas naturais estáveis em ecossistemas artificiais instáveis, os chamados agroecossistemas, nos quais as características de autorregulação inerentes às comunidades naturais são perdidas em função das perturbações também inerentes ao processo produtivo, e assim, requerendo intervenção humana constante.

Portanto, para se manter a sanidade dos cultivos nos agroecossistemas, é necessário favorecer o equilíbrio natural das populações envolvidas diretamente nesse processo. Nesse contexto, as interações dinâmicas entre planta, insetos herbívoros, inimigos naturais e ambiente físico, fazendo parte desse processo, precisam ser conhecidas e entendidas.

Componentes das interações tritróficas nos agroecossistemas

Numa cadeia alimentar, os seres vivos desempenham diferentes funções e ocupam diferentes níveis tróficos, por meio dos quais se movem a energia e os nutrientes. O primeiro nível trófico (isto é, a base da cadeia) é ocupado pelos produtores, que são representados, em sua maioria, pelas plantas. Estas são responsáveis pela conversão da energia da radiação solar em energia química, que é armazenada na forma de matéria orgânica (por exemplo, frutos, folhas, raízes, etc.), sendo definidos como organismos autotróficos. A energia produzida por esses organismos é transferida para aqueles organismos incapazes de produzir seu próprio alimento, e definidos como organismos heterotróficos. Estes compreendem os consumidores e os decompositores.

Contudo, os consumidores ocupam os níveis intermediários de uma cadeia trófica e utilizam a matéria orgânica viva como alimento para obter a energia e os nutrientes necessários as suas funções vitais, sendo que os consumidores que se alimentam da matéria orgânica vegetal, ou seja, aqueles que ocupam o segundo nível trófico da cadeia alimentar são chamados de consumidores de primeira ordem ou simplesmente herbívoros ou fitófagos.

Nos demais níveis tróficos, encontram-se os consumidores de matéria orgânica animal, que são chamados de carnívoros. Já os decompositores, ocupam o último nível trófico e utilizam a matéria orgânica morta como alimento, decompondo-a em seus constituintes inorgânicos, devolvendo ao meio ambiente as substâncias químicas, fechando o ciclo biológico da produção e consumo de energia.

Para atender as necessidades de sua população sempre crescente, o ser humano tem aplicado consideráveis esforços para manipular os ecossistemas naturais no desenvolvimento dos agroecossistemas, cujos principais componentes são as plantas cultivadas ou as criações de animais, no sentido de maximizar a produção de alimentos e fibras.

Nos agroecossistemas agrícolas, as plantas cultivadas são a base das cadeias alimentares que servem de alimento para os

insetos fitófagos, os quais ocupam o segundo nível trófico que por sua vez servem de alimento para os organismos entomófagos, os ocupantes do terceiro nível trófico das cadeias alimentares, definindo-se, assim, uma interação tritrófica (Figura 1).

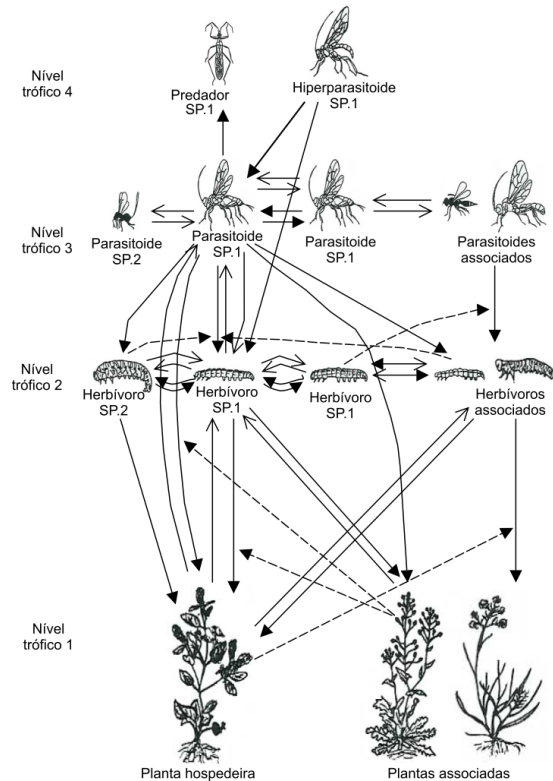


Figura 1. Interações entre plantas, insetos herbívoros e seus parasitoides e predadores. Todas essas interações são discutidas em Price (1981).

Fonte: adaptado de Price, 1981.

No processo de manipulação desses agroecossistemas, o ser humano adota estratégias que frequentemente se conflitam com as da natureza, ao impor seus interesses e objetivos de aumento da produção de alimentos e de fibra. Como resultado, as populações de determinadas espécies de insetos fitófagos se tornam numericamente tão alta que danificam as culturas a ponto de reduzir sua produtividade e seu rendimento econômico. Nessa situação, esses insetos atingem o status de praga.

Na história da agricultura, os problemas de pragas surgiram no momento em que uma forma organizada de agricultura permitiu ao ser humano estabelecer centro de civilização, contando, inicialmente, com plantas cultivadas e animais domesticados trazidos de outras regiões (ATKINS, 1978).

Durante muito tempo, espécies de plantas e de animais foram transportadas para novas áreas e, como resultado dessa estratégia, muitas pragas tiveram suas origens como componente do ecossistema natural no qual as culturas foram introduzidas.

Assim, os insetos que se alimentavam de plantas nativas se dispersaram para as plantas cultivadas introduzidas, geralmente taxonomicamente relacionadas, e responderam ao aumento da disponibilidade de alimento e, às vezes, como resultado da preferência alimentar, com um grande aumento populacional em níveis suficientes para causar prejuízos econômicos. Por exemplo, quando descoberto pela primeira vez por Thomas Say, em 1820, o besouro-do-colorado (*Leptinotarsa decemlineata*), que se alimentava de uma espécie de planta nativa, a *Solanum rostratum*, ocorria em população pouco numerosa no lado Leste das Montanhas Rochosas do Estado do Colorado, nos Estados Unidos da América.

Contudo, no século 19, após o cultivo da espécie introduzida *Solanum tuberosum* (batatinha) naquele território, esse besouro mudou-se para a mesma e tornou-se uma terrível praga dessa solanácea no Estado do Colorado. Mais tarde, com o cultivo mais generalizado dessa cultura, seus prejuízos também foram detectados em 1868, no Estado de Indiana, também nos Estados Unidos da América, acabando por alcançar a costa do Atlântico, em 1874 (FRONK, 1978).

Os organismos entomófagos atuam como agentes reguladores das populações de insetos fitófagos. Contudo, num ecossistema, o tamanho da população do inseto fitófago é determinado por uma série de fatores intrínsecos e extrínsecos a essa população. Dos fatores intrínsecos, isto é, inerentes à espécie, destacam-se o

potencial biótico, a taxa de reprodução, a longevidade, a habilidade de migrar, a capacidade de adaptação a novos habitats, os mecanismos de defesa, a habilidade de tolerar condições adversas, etc.

Os fatores extrínsecos são conhecidos como fatores ecológicos, que podem ser de natureza física (temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, etc.) e os de natureza biológica (competidores, parasitas, predadores, etc.). Isso caracteriza o que chamamos de controle natural das populações, que nada mais é que a regulação do número de indivíduos de uma população pela ação coletiva dos fatores ecológicos de natureza física e biológica. Assim, esses fatores servem para assegurar contra a capacidade inerente de aumento em número de uma população, impedindo-a que se torne numericamente tão alta, ou relaxando suas influências supressivas, quando a população se torna numericamente tão baixa, e mantendo-se em equilíbrio natural. Portanto, os organismos entomófagos contribuem para o equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas e podem ser agrupados em três categorias, a saber:

- Predadores.
- Parasitoides.
- Patógenos.

Os dois primeiros são denominados agentes entomófagos, podendo ser vertebrados (sapo, pássaro, morcego, peixe, etc.) ou invertebrados (insetos, ácaros, aranhas, etc.), sendo que apenas os insetos estão na categoria parasitoides. A última categoria compreende os entomopatógenos (fungos, vírus, bactérias, nematoides e outros microrganismos). Esses agentes são genericamente conhecidos como inimigos naturais.

Predadores – Esses organismos vivem às custas de suas presas. Tipicamente, um predador é aquele que tanto na fase imatura como na fase adulta, alimenta-se de sua presa, sendo necessário consumir uma certa quantidade de presas para que a

fase imatura complete seu desenvolvimento em adulto, o qual continua alimentando-se para sua manutenção.

Embora a atuação dos predadores tenha grande importância dentro de um ecossistema natural, sua utilização no controle biológico aplicado nos agroecossistemas deve ser bem avaliada quanto a sua efetividade, uma vez que requerem grande número de presas para completar seu ciclo biológico e, soma-se a isso, o fato de, em geral, serem de baixa especificidade.

As principais espécies de insetos predadores se agrupam nas seguintes ordens:

- Coleoptera (especialmente, as famílias Coccinellidae, Carabidae, Staphylinidae, Cicindellidae e Histeridae).
- Hemiptera (Anthocoridae, Pentatomidae, Reduviidae, Nabidae e Notonectidae).
- Hymenoptera (Vespidae e Formicidae).
- Diptera (Syrphidae e Asilidae).
- Neuroptera (Chrysopidae).

Parasitoides – Esses organismos vivem às custas de seus hospedeiros. São caracterizados como aqueles indivíduos que somente sua fase imatura alimenta-se de seu hospedeiro, sendo necessário apenas um indivíduo-hospedeiro para completar seu desenvolvimento em adulto. Este é de vida livre, podendo se alimentar de néctar, pólen, secreções de cochonilhas e pulgões (*honeydew*), substâncias açucaradas que exsudam de feridas dos vegetais ou de frutos perfurados por outros insetos, pássaros, etc.

A relação parasitoide/hospedeiro apresenta-se mais adequada para uso em programas de controle biológico, uma vez que, em geral, os parasitoides são mais específicos e apresentam grande capacidade de procura e encontro por seus hospedeiros.

A maioria dos parasitoides pertence às Ordens Hymenoptera (especialmente, as famílias Ichneumonidae, Braconidae,

Chalcididae, Encyrtidae, Trichogrammatidae, Scelionidae e Bethyridae) e Diptera (Tachinidae e Phoridae).

Patógenos – Constituem-se de microrganismos causadores de doenças em insetos e pertencem, principalmente, aos seguintes grupos: fungos, bactérias, vírus e nematoides. A utilização de inseticidas microbianos teve considerável crescimento nos últimos 20 anos, em função da alta especificidade e da facilidade de multiplicação, armazenamento e comercialização, quando comparado com os predadores e parasitoides.

Cerca de 80% das doenças que ocorrem nos insetos são causadas por fungos, e os gêneros mais comuns são: *Aschersonia*, *Aspergillus*, *Beauveria*, *Entomophthora*, *Erynia*, *Hirsutella*, *Metarhizium*, *Nomurea* e *Penicillium*.

Os vírus apresentam alta especificidade e alta virulência ao inseto hospedeiro, e as famílias de vírus que mais comumente causam doenças em insetos são: Baculoviridae (única exclusiva de invertebrados), Reoviridae, Poxviridae, Ascoviridae, Iridoviridae, Parvoviridae, Picornaviridae, Caliciviridae, Polydnaviridae, Nodaviridae, Rhabdoviridae e Nudaurelia.

Em relação às bactérias, as espécies mais promissoras que causam doença em insetos são as pertencentes à família Bacillaceae, especialmente aos gêneros *Bacillus* e *Chlostridium*, as quais são caracterizadas como produtoras de esporos de resistência.

Princípios ecológicos do manejo de pragas

Há décadas, o ser humano vem manejando os ecossistemas naturalmente diversificados para o exercício da agricultura, transformando-os nos chamados agroecossistemas, os quais diferem tanto em estrutura como em funcionamento, e que foram muito bem caracterizados por Nicholls et al. (1999) (Tabela 1).

Tabela 1. Características funcionais e estruturais entre os ecossistemas naturais e artificiais – agroecossistemas.

Atributos	Ecossistemas naturais	Agroecossistemas
Produtividade líquida	Média	Alta
Interações tróficas	Completas	Simples e lineares
Diversidade de espécies	Alta	Baixa
Diversidade genética	Alta	Baixa
Ciclo de nutrientes	Fechado	Aberto
Estabilidade	Alta	Baixa
Controle humano	Independente	Dependente
Permanência temporal	Longa	Curta
Heterogeneidade do habitat	Completa	Simples

Fonte: baseado em Nicholls et al. (1999).

A maioria dos cultivos agrícolas altamente produtivos no mundo é dominada pela monocultura e, geralmente, a intensificação das práticas culturais ou o cultivo de uma única espécie vegetal, por um período relativamente longo, proporciona um ambiente ideal para o aumento populacional das pragas, certamente por aumentar a facilidade com que a mesma pode localizar o alimento.

A disponibilidade de grande quantidade de alimento diminui a competição e a taxa relativa de mortalidade (ATKINS, 1978). Contrariamente, em tais sistemas simplificados, os inimigos naturais não encontram as condições ideais para sobreviver e se multiplicar (NICHOLLS et al., 1999; LANDIS et al., 2000).

Assim, a diversificação das espécies de plantas poderia reduzir a população de uma praga por romper a continuidade e abundância de seu alimento. Embora haja controvérsia (SMITH; MCSORLEY, 2000), muitos estudos têm demonstrado que, em sistemas diversificados, insetos fitófagos ocorrem em densidade populacional menor do que em sistemas simplificados (PERRIN, 1977, 1980; ALTIERI; LETOURNEAU, 1982; RISH, 1983; RISH et al., 1983; ANDOW, 1991). Existem duas hipóteses que explicam a

minimização dos problemas com pragas em sistemas de produção diversificados.

A primeira, com influência direta na população da praga, é a hipótese da concentração de recursos e prevê que as pragas, particularmente as especializadas, estarão menos abundantes nos sistemas diversificados, onde as misturas das espécies vegetais são compostas de plantas hospedeiras e não hospedeiras e, assim, esses insetos terão maior dificuldade em localizar as plantas preferidas quando estas estão mais dispersas e mascaradas devido às plantas não hospedeiras associadas.

A segunda hipótese está relacionada com a preservação dos inimigos naturais e prevê maior e mais acentuada mortalidade dos insetos-pragas devido ao favorecimento de melhores condições de sobrevivência e reprodução desses agentes reguladores. Segundo essa hipótese, a abundância dos inimigos naturais tende a ser maior nos sistemas diversificados, uma vez que se aumenta a disponibilidade de micro-habitats mais adequados, de locais de refúgio ou hibernação e de fontes de pólen e néctar.

Além disso, a policultura permite a presença de maior diversidade de insetos herbívoros, que podem funcionar como fontes alternativas de alimento para os inimigos naturais e, fazê-los permanecer no campo, nas épocas em que a população da praga principal está baixa (ROOT, 1973; ALTIERI, 1989; VANDERMEER, 1990; ANDOW, 1991).

Portanto, se a simplificação dos cultivos é uma das causas do problema de pragas, pode-se deduzir que o equilíbrio natural de suas populações é restabelecido por meio da adição ou promoção da biodiversidade vegetal. Contudo, o maior desafio está em desenvolver estruturas ou desenhos dos cultivos que assegurem a regulação natural das populações das pragas. Além disso, a diversidade vegetal selecionada, ao invés de apenas uma coleção ao acaso de espécies botânicas, é crucial para alcançar uma regulação desejável (DEMPSTER; COAKER, 1974).

Manejo da diversidade vegetal para o incremento das populações de inimigos naturais de pragas agrícolas nos agroecossistemas

Nos sistemas diversificados, normalmente são associadas plantas de diferentes espécies, podendo ser duas ou mais culturas (cultivos intercalares ou consorciados) ou uma cultura e uma ou mais plantas associadas (por exemplo, espécies espontâneas e adubos verdes). Uma das mais importantes razões para manter e aumentar a biodiversidade é que esta fornece uma variedade de serviços ecológicos (ALTIERI, 1991).

Existem diversos exemplos, na literatura, a respeito do efeito positivo da planta associada na redução da densidade populacional de insetos-pragas, por meio da provisão de vários recursos aos inimigos naturais que favorece a sobrevivência, a reprodução e a multiplicação desses organismos (Tabela 2).

Tabela 2. Recursos fornecidos por plantas associadas à cultura principal aos inimigos naturais de pragas dessas culturas.

Cultura principal	Planta associada	Espécie de praga	Recurso	Referência
Algodão	<i>Brassica rapa</i> (Cruciferae)	<i>Aphis gossypii</i> (Pulgão)	Presas para predadores generalistas durante a entressafra	Parajulee e Slosser (1999)
	<i>Triticum aestivum</i> (Gramineae)			
	<i>Sorgum bicolor</i> (Graminae)	<i>Alabama argillacea</i> (Curuquerê) <i>Heliothis</i> sp. (Lagarta-das-maçãs)	Presas para predadores generalistas	Gravena (1992)
Batata	<i>Phacelia tanacetifolia</i> (Hydrophyllaceae) <i>Tropaeolum</i>	<i>Phthorimaea operculella</i> (Traça-da-batata)	Néctar para o parasitoide <i>Copidosoma koehleri</i>	Baggen et al. (1999)

	<i>majus</i> (Compositae)			
Berinjela	<i>Anethum graveolens</i> (Umbelliferae) <i>Coriandrum sativum</i> (Umbelliferae)	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Besouro-do-colorado)	Pólen e néctar para os predadores <i>Coleomegilla maculata</i> e <i>Chrysoperla carnea</i>	Patt et al. (1997)
Citros	<i>Vicia sativa</i> (Faboideae) <i>Fagopyrum esculenteum</i> (Polygonaceae) <i>Avena striosa</i> (Graminae)	<i>Brevipalpus phoenicis</i> (Ácaro-da-leprose)	Pólen e abrigo para ácaros-predadores Phytoseiidae	Chiaradia et al. (2000)
	<i>Chloris gayana</i>	<i>Tegolophus australis</i>	Pólen para o ácaro-predador <i>Amblyseius victoriensis</i>	Smith e Papacek (1991)
Couve	<i>Phacelia tanacetifolia</i> (Hydrophyllaceae)	<i>Brevicoryne brassicae</i> (Pulgão-da-couve) <i>Myzus persicae</i>	Pólen para moscas-predadoras Syrphidae	White et al. (1995)
Milho	<i>Melinis minutiflora</i> (Graminae)	<i>Busseola fusca</i> <i>Chilo partellus</i>	Produção de voláteis que atraem o parasitoide <i>Cotesia semariae</i>	Khan et al. (1997)
Trigo	<i>Phacelia tanacetifolia</i> (Hydrophyllaceae)	<i>Sitobion avenae</i> (Pulgão-da-espiga)	Pólen para moscas-predadoras Syrphidae	Hichman e Wratten (1996)
	<i>Brassica napus</i> (Cruciferae)	<i>Rhopalosiphum padi</i>	Pólen para moscas-predadoras Syrphidae	Bowie et al. (1999) Murphy et al. (1998)
Videira	<i>Rubus</i> sp. (Rosaceae)	<i>Erythroneura elegantula</i> (Cigarrinha)	Habitat e hospedeiro alternativo (<i>Dikrella cruentata</i>) para o parasitoide <i>Anagrus epos</i>	Doutt e Nakata (1973)

Contudo, o efeito das plantas associadas às culturas pode não se restringir apenas ao aumento populacional dos inimigos naturais. As vantagens da manutenção e manipulação da cobertura verde em culturas perenes, por exemplo, podem levar a uma maior estabilidade ecológica do agroecossistema por ter reflexos positivos no equilíbrio nutricional das plantas cultivadas, no aproveitamento da água, nas propriedades físicas do solo, na redução da erosão

laminar, na diminuição da temperatura do solo e da copa das árvores, entre outras vantagens, resultando num melhor desenvolvimento da planta e aumentando a resistência orgânica da mesma. Ming-Dau et al. (1981), por exemplo, demonstraram as vantagens da cobertura verde na cultura dos citros, na China.

Com a manutenção e o cultivo do mentrasto, *Ageratum conyzoides* (Compositae) em pomar cítrico, os autores verificaram que na copa das árvores, a temperatura do ar diminuiu cerca de 5 °C e a umidade relativa do ar aumentou em 5%. Com a presença do mentrasto, a temperatura e a umidade relativa do ar aumentaram em 8,4 °C e 13,5%, respectivamente, quando medidas a 10 cm de altura do solo, e a temperatura do solo foi reduzida em 3 °C a 10 cm de profundidade. Com relação aos teores de N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio), os autores demonstraram que houve um ligeiro aumento nas parcelas com mentrasto.

Ainda segundo os autores, todos esses parâmetros contribuíram para a manutenção e o aumento da população do ácaro-predador *Euseius newsani* Evasni (Phytoseiidae) na copa da árvore, além da disponibilidade de pólen das flores do mentrasto, possibilitando, assim, sua manutenção no agroecossistema cítrico e atuando na regulação da população do ácaro-fitófago, *Panonychus citri* (Tetranychidae).

A disposição das plantas a serem associadas é outro aspecto a ser levado em conta no manejo da diversidade vegetal, com o propósito de aumentar a densidade populacional dos inimigos naturais nos agroecossistemas. Normalmente, o maior número desses agentes 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. Grez e Prado (2000), por exemplo, verificaram que a vegetação circundante aos canteiros de brócolis (*Brassica oleracea* cv. *italica* Plenck) e o formato dos mesmos tiveram um efeito direto na densidade dos coccinelídeos predadores do pulgão *Brevicorine brassicae* (L.)

(Aphididae) por modificar seus padrões de comportamento de imigração e de emigração. Os autores observaram que os coccinélídeos (*Eriopis connexa* (Germ.), *Hippodamia convergens* Guér. e *Hippodamia variegata* (Goeze) foram mais abundantes nos canteiros de brócolis circundados por *Allium porrum* L. do que naqueles circundados por *Medicago sativa* L., e suas populações foram mais numerosas nos canteiros quadrados do que naqueles de formato em "I".

Além disso, os autores acreditam que a ocorrência de uma maior população de pulgão nos canteiros de brócolis circundados por *A. porrum* foi devida ao maior crescimento das plantas. Por sua vez, isso favoreceu maior imigração e menor emigração dos coccinélídeos e uma agregação mais antecipada desses predadores nos canteiros com *A. porrum*.

Segundo Kareiva e Odell (1987), os coccinélídeos tendem a se agregar em locais de alta densidade de presa. No final do experimento, os autores verificaram que o solo dos canteiros circundados por *M. sativa* tinha de 3 a 2 vezes menos nitrogênio e fósforo do que os canteiros circundados por *A. porrum* (3 mg/kg e 9 mg/kg de nitrogênio e 3 mg e 7 mg de fósforo, respectivamente).

Os sistemas de produção diversificados, tais como os consórcios e as agroflorestas ou a cobertura verde nos pomares, recentemente têm sido alvo de muitas pesquisas no mundo. Contudo, no Brasil, apesar dos relatos informais, do tipo comunicação pessoal, pouco tem sido quantificado e registrado a respeito dos efeitos da diversidade vegetal nas populações de insetos-pragas e inimigos naturais. Esse interesse está amplamente baseado nas recentes evidências de que esses sistemas são mais sustentáveis, e com maior conservação dos recursos naturais (VANDERMEER, 1995).

Várias hipóteses estão emergindo para explicar os mecanismos das relações entre o número de espécies de plantas e a estabilização dos processos dos agroecossistemas (TILMAN et al., 1996). Contudo, um aspecto bem claro é que a composição das espécies é mais importante que o número de espécies. O desafio é

identificar a correta composição que proporcionará, por meio dos sinergismos biológicos, os serviços ecológicos-chaves, tais como controle biológico, ciclagem de nutrientes e conservação do solo e da água.

Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. 240 p.

ALTIERI, M. A. How best can we use biodiversity in agroecosystems. **Outlook on Agriculture**, Elmsford, v. 20, p. 15-23. 1991.

ALTIERI, M. A.; LETORNEAU, D. K. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Surrey, v. 1, p. 405-430, 1982.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 561-586, 1991.

ATKINS, M. D. **Insects in perspective**. New York: Macmillan Publishing, 1978. 513 p.

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**, Oxford, v. 91, p. 155-161, 1999.

BOWIE, M. H.; GURR, G. M.; HOSSAIN, Z.; BAGGEN, L. R.; FRAMPTON, C. M. Effects of distance from field edge on

aphidophagous insects in a wheat crop and observations on trap design and placement. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, p. 69-73, 1999.

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**, Santa Catarina, v. 13, n. 2, p. 15-19, 2000.

DEMPSTER, J. P.; COAKER, T. H. Diversification of crop ecosystems as a means of controlling pests. In: JONES, D. P.; SOLOMON, M. E. (Ed.). **Biology in pest and disease control**. New York: John Wiley, 1974. p. 106-114.

DOUTT, R. L.; NAKATA, J. The rubus leafhopper and its egg parasitoid: an endemic biotic system useful in grape-pest management. **Environmental Entomology**, College Park, v. 2, p. 381-386, 1973.

FRONK, W. D. Vegetable crop insects. In: PFADT, R. E. (Ed.). **Fundamentals of applied entomology**. New York: Macmillan Publishing, 1978. p. 371-398.

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

GREZ, A. A.; PRADO, E. Effect of plant patch shape and surrounding vegetation on the dynamics of predatory coccinellids and their prey *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 29, n. 6, p. 1244-1250, 2000.

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

KAREIVA, P.; ODELL, G. Swarms of predators exhibit "preytaxis" if individual predators use area-restricted search. **American Naturalist**, Chicago, v. 130, p. 233-270, 1987.

KHAN, Z. R.; AMPONG-NYARKO, K.; CHILISWA, P.; HASSANALI, A.; KIMANI, S.; LWANDE, W.; OVERHOLT, W. A.; PICHETT, 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.

MAY, R. M. How many species are there on earth? **Science**, New York, v.241, p. 1441-1449. 1988.

MAY, R. M. How many species? **Royal Society of London Bulletin**, London, v. 330, p. 293-304, 1990.

MING-DAU, H.; SIU-WUI, M.; SHU-XIN, L. Biological control of citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) in Guangdong Province. **Proceedings International Society of Citriculture**, v. 10, p. 643-646, 1981.

MURPHY, B. C.; ROSENHEIM, J. A.; DOWELL, R. V.; GRANETT, J. Habitat diversification tactic for improving biological control: parasitism of western grape leafhopper. **Entomologia**

Experimentalis et Applicata, Dordrecht, v. 87, n. 3, p. 225-235, 1998.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; SANDEZ E., J. **Manual practico de control biologico para una agricultura sustentable**. Berkeley: University of California, 1999. 69 p.

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, 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 in Horticultural Science**, Firenze, 11, p. 175-181, 1997.

PERRIN, R. M. Pest management in multiple cropping systems. **Agro-Ecosystems**, Amsterdam, v.3, p. 93-118, 1977.

PERRIN, R. M. The role of environmental diversity in crop protection. **Protection Ecology**, Amsterdam, v. 2, p. 77-114, 1980.

PRICE, P. W. Semiochemicals in evolutionary time. In: NORDLUND, D. A.; JONES, R. L.; LEWIS, W. J. (Ed.). **Semiochemicals**: their role in pest control. New York: John Wiley, 1981. p. 251-279.

RISH, S. J. Intercropping as a cultural pest control: prospects and limitations. **Environmental Management**, New York, v. 7, p. 9-14, 1983.

RISH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. **Environmental Entomology**, College Park, v. 12, p. 625-629, 1983.

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

SMITH, D.; PAPACEK, D. F. Studies of predatory mite *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae) in citrus orchards in south-east Queensland: control of *Tegolophus australis* and *Phyllocoptruta oleivora* (Acarina: Eriophyidae), effects of pesticides, alternative host plants and augmentative release. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 12, p. 195-217, 1991.

SMITH, H. A.; MCSORLEY, R. Intercropping and pest management: a review of major concepts. **American Entomologist**, Baltimore, v. 46, n. 3, p.154-161, 2000.

TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, London, v. 379, p. 718-720, 1996.

VANDERMEER, J. H. Intercropping. In: CARROL, C. R.;
VANDERMEER, J. H.; ROSSET, P. M. (Ed.). **Agroecology**. New York: McGraw-Hill, 1990. p. 481-516.

VANDERMEER, J. H. The ecological basis of alternative agriculture. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 26, p. 201-224, 1995.

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.

Capítulo 15

Criação de Animais sob Influência de um Sistema Integrado de Produção Agroecológica

Gilberto Brasil Lignon

Ricardo José Bottecchia

Introdução

Cada propriedade rural possui sua combinação particular de recursos naturais cujo manejo envolve muitos conhecimentos e, às vezes, a introdução de novos conceitos para garantir o equilíbrio orgânico e, por consequência, o estado hígido de um animal e seu desempenho num sistema ecológico ou orgânico de produção.

Assim, a característica marcante desse sistema é a abordagem sistêmica sensível à diversidade ambiental, às inter-relações entre os seres vivos, à complementariedade entre as explorações, ao equilíbrio e harmonia dos processos, visando a sustentabilidade dos agrossistemas, adotando como princípios básicos a menor dependência de insumos externos e a conservação dos recursos naturais, buscando assim maximizar a reciclagem de energia e nutrientes por meio de sistemas produtivos integrados e diversificados com a manutenção de policultivos anuais e perenes

associados com criações animais e exploração florestal (BOTTECCHIA et al. 1998).

Segundo Comerón e Andreo (2000), citados por Aroeira e Fernandes (2001), entende-se como orgânico todo sistema de produção sustentável que, mediante o manejo racional dos recursos naturais e sem utilização de produtos de sínteses químicas proporcione alimentos saudáveis, mantendo o incremento da fertilidade do solo e a biodiversidade, e permita a identificação clara, por parte dos consumidores, de características asseguradas a partir de um sistema de certificação.

Na agropecuária, é recomendável que todo sistema de produção adote práticas de produção menos agressivas, que respeitem os recursos naturais e tenham por objetivo a autossustentação, com vistas a preservar a biodiversidade dos ecossistemas, bem como a saúde do consumidor e obter produtos de alta qualidade, fortalecendo assim as medidas que vêm sendo implantadas em outros setores, que podem amenizar as mudanças globais ocorridas nas últimas décadas (BOTTECCHIA et al., 1998).

Para a adoção de um sistema orgânico, é fundamental a redução do emprego dos insumos artificiais dentro da propriedade, requisitados para a manutenção de policultivos anuais e perenes associados, e o aumento ou a manutenção da fertilidade do solo com recursos locais. A introdução de vários tipos de criação e de cultivo otimiza a reciclagem de nutrientes, melhorando a atividade da cadeia trófica (*food web*) por meio do aumento da biodiversidade.

Nesse tipo de sistema, o manejo da criação animal tem, como princípios, o respeito ao bem-estar animal e sua qualidade de vida, sendo necessário dispor de instalações funcionais e confortáveis, com alto nível higiênico, em todo o processo criatório.

A adoção de medidas preventivas, para o controle de afecções nos rebanhos bovinos e avícolas, respeita as normas de saúde pública vigentes no País, sendo prevista por legislação própria já aprovada.

O controle de infecções que podem vir a afetar a saúde desse plantel deve priorizar a saúde da criação como um todo, utilizando práticas terapêuticas holísticas (estudos de comportamento, manejo, homeopatia, acupuntura, fitoterapia e outros), procurando obter melhores resultados na produção, sem com isso pôr em risco a qualidade de vida do animal por estresse causado pela meta de altos índices produtivos (BOTTECCHIA et al., 1998).

A busca de altos índices produtivos – combinados com uma relativa baixa ingestão de alimentos – tem direcionado o melhoramento genético animal (LUITING, 1990). Entretanto, junto com os desejáveis efeitos da seleção genética esperada, alguns efeitos secundários estão surgindo, tais como:

- Danos nos mecanismos hipotalâmicos de controle da saciedade das aves (BURKHART et al., 1983), redução dos níveis de fertilidade (LIU et al., 1995), aumento da porcentagem de ovos defeituosos (VAN MIDDELKOOP; SIEGEL, 1976; ANTHONY et al., 1989).
- Baixa resposta imunológica (MILLER et al., 1992; QURESHI; HAVENSTEIN, 1994). Em bovinos, alguns trabalhos têm relacionado altos índices de produção leiteira, com baixa dos índices de fertilidade (HANSEN et al., 1983; HOEKSTRA et al., 1994).

Num sistema de produção orgânico, em que se respeitam o comportamento nato e a aptidão natural das espécies quanto ao clima e à produção, as linhagens de aves caipiras (dupla aptidão) e os bovinos da raça Zebu são as mais recomendadas. Estas, por estarem melhor adaptadas ao ambiente, gozam de melhor bem-estar.

O bem-estar animal pode ser verificado numa escala, por meio de parâmetros discretos, tais como troca nos níveis hormonais, temperatura corporal e comportamentos normais (BROOM; JOHNSON, 1993).

Os sentimentos subjetivos de um animal são um importante aspecto do seu bem-estar. Segundo Dawkins (1990), o sofrimento ocorre quando sentimentos subjetivos desagradáveis são agudos ou contínuos por um longo tempo, impossibilitando o animal de expressar suas ações por meio das quais reduziriam os riscos para sua vida e reprodução nessas circunstâncias.

O sofrimento é um dos mais graves aspectos da pobreza do bem-estar. Por isso, devemos tentar identificá-lo e preveni-lo. Níveis imunológicos são correlatos com os níveis de bem-estar (KELLEY, 1980; BROOM, 1988; FRAZER; BROOM, 1990).

Quando o bem-estar é classificado dentro de um bom nível, o sistema imune trabalha, efetivamente, para deter patógenos.

Animais que encontram dificuldades em se adaptar, muitas vezes demonstram alguns graus de imunossupressão. Estados de tensão encontrados em aves trazem, como consequências severas, a imunodepressão, o atraso no desenvolvimento e uma conversão alimentar ineficiente (GROSS; SIEGEL, 1981). A diminuição do estresse é um dos fatores que norteiam os princípios da produção orgânica.

A diminuição do estresse é aplicada em todos os segmentos da criação, para diminuir o risco de infecções, minimizar a contaminação do ecossistema e resguardar a saúde do consumidor do produto. Num sistema orgânico de produção, a diminuição do estresse é iniciada ao escolher-se o local onde será conduzida a criação, que deve ser protegido de ventos, apresentar pouca declividade e boa drenagem, devendo permitir fácil acesso à entrada dos animais e insumos, assim como a saída dos alimentos para comercialização. O plantio de árvores – que propiciem bom sombreamento e alimento – a presença de matas nativas e as elevações topográficas servem de barreiras sanitárias físicas. Em climas quentes, as temperaturas elevadas, a alta incidência de radiações (diretas e indiretas), a velocidade dos ventos e a umidade excessiva são os principais fatores de estresse impostos aos animais (FINCH, 1984).

Homeopatia

Embora até hoje sua ação não tenha sido compreendida pela ciência atual, a homeopatia é praticada desde o século 19, e vem demonstrando resultados satisfatórios nos mais diversos pacientes, razão pela qual é reconhecida como especialidade médica em vários países do mundo. Por sua visão holística, a agricultura orgânica preconiza-a como uma das formas terapêuticas indicadas.

A homeopatia veterinária tem os mesmos princípios da homeopatia humana. No Brasil, os primeiros cursos de homeopatia para veterinários foram ministrados por médicos com formação em medicina para humanos. Com o passar dos anos, os primeiros veterinários formados em homeopatia, ancorados por suas experiências e vivências com outros homeopatas internacionais, passaram então a lecionar em cursos específicos de Homeopatia Veterinária.

A arte de curar com a homeopatia não é tarefa das mais fáceis para um veterinário, pois nos cursos de formação médico-veterinária, dá-se ênfase ao lado tradicional da clínica e o pensamento desta é direcionado para uma visão segmentada do corpo, dividindo-o em vários sistemas. As causas das doenças dos sistemas estão quase sempre relacionadas a alguns agentes, e a ação destes quase sempre independe de outros sistemas e fatores (Ex.: sistema reprodutor – glândula mamária – bactéria – mamite).

Essa visão sistêmica é a mesma que a maioria dos produtores conhecem, pois também foram por ela educados nas várias campanhas governamentais. Essa também tem sido a linha principal das pesquisas desenvolvidas e dos manejos gerados para a agropecuária convencional nos últimos anos. Por isso, na maioria das vezes, os manejos e os medicamentos desenvolvidos até a última década do século 20 sempre procuravam solucionar os problemas como se suas origens fossem isoladas, o que hoje em dia está sendo contestado por novas teorias.

Ainda hoje, a principal forma de se tratar os pacientes é com o uso da alopatia. Isso quer dizer: utiliza-se um medicamento que tenha efeito contrário ao agente da doença ou para um sintoma que se quer retirar do paciente. Ex. para dor, analgésico; para inflamação, anti-inflamatório; para diarreia, algo constipante; contra as bactérias, um antibiótico, etc.

Nas principais formas de manejos propagados, temos formas de criação em ambientes totalmente controlados, para evitar o estresse e a queda de produção. A união entre a alopatia e as formas de manejo é a principal responsável pela dependência, cada vez maior, do produtor rural aos insumos industriais da tecnologia altamente qualificada e do capitalismo.

Não se procuram aguçar os estudantes e os produtores para as infinitas variáveis que bombardeiam, diariamente, um organismo e as mudanças fisiológicas e comportamentais que esse organismo gera. Não se dá a devida importância a essa tática comportamental já desenvolvida durante milênios, a principal responsável por sua sobrevivência (Ex. criar certas espécies europeias nos trópicos).

Já na homeopatia, temos outros princípios diferentes da alopatia. Nela, o medicamento que trata pode ser o mesmo agente que causa o sintoma, ou um agente qualquer, que determine os mesmos sintomas: Ex.. na maioria das vezes, as reações causadas por picadas de abelhas são tratadas com um medicamento feito com a própria abelha.

A homeopatia procura ver os organismos como um todo. Assim, suas respostas advindas das desestabilizadoras modificações ambientais também são sentidas por todo o organismo. Não há resposta isolada de um sistema. Todo o organismo interage. Afinal, todo o meio interno está sendo perturbado.

Como homeopata, a preocupação é difundir a arte de curar, mas ao mesmo tempo retirar, também, mitos criados em torno das duas:

Veja, a seguir, três perguntas muito comuns a respeito da homeopatia:

1. Homeopatia faz mal?

Na maioria das vezes, não, mas em alguns casos, seus efeitos colaterais só poderão ser reconhecidos por profissionais experientes.

2. Os medicamentos homeopáticos agem muito lentamente?

Nem sempre. Existem relatos de ações muito mais rápidas que com outros tratamentos alopáticos.

3. O mesmo tipo de medicamento e a mesma diluição servem para todos os indivíduos com os mesmos sintomas?

Não. Os medicamentos homeopáticos têm sua melhor ação em indivíduos mais sensíveis, como se esses indivíduos fossem alérgicos a esses medicamentos. Para remédio individual, dosagem individual.

Medicamentos homeopáticos mais utilizados em urgência veterinária

Aconitum napellus-C6 – Muito utilizado em casos agudos de febre, dores e inflamações súbitas, após mudanças bruscas de temperatura (frio). Esse remédio deve ser dado o mais cedo possível.

Arnica montana-C30 – Medicamento de eleição em casos de pancadas e traumas físicos, onde a pele não foi rompida. Esse medicamento limita a hemorragia subcutânea e acelera a resolução de coágulos de sangue e hematoma. Esse medicamento deve ser administrado o mais rápido possível.

Apis mellífica-C6 – Para picadas de abelhas e sintomas na pele, que lembram picadas de abelha.

Belladonna-C30 – Outro medicamento muito utilizado em casos agudos súbitos. Sua ação será mais eficaz quando o paciente apresentar excitabilidade, dilatação das pupilas e calor irradiante.

Bryonia alba-C6 – Esse remédio é indicado quando o animal não quer se movimentar. Como a pressão sobre a área afetada melhora os sintomas, ele prefere deitar-se do lado afetado.

Hypericum-C30 – Tem ação específica sobre danos aos nervos e alivia dores associadas a lesões espinhais.

Hepar sulphur-C6 ou C30 – É um dos principais remédios usados para combater infecções piogênicas (formação de pus, e abscessos abertos).

Ledum palustre-C30 – Quando houver danos puncturados (causados por arames, pregos, etc.).

Ruta graveolens-C6 – Esse remédio tem efeito extremamente benéfico em danos ósseos e de cartilagens, apresentando bons resultados em complicações vertebrais.

Rhus toxicodendron-C6 – Ajuda nos entorses de qualquer tendão.

Sépia-C30 – Medicamento muito utilizado na esfera reprodutiva em fêmeas. Tem ação tonificante geral do sistema reprodutivo.

Silicea-C30 – Bom remédio para tecidos, exercendo uma ação benéfica sobre o sistema esquelético em geral.

Acupuntura

A acupuntura é um dos métodos terapêuticos da medicina tradicional chinesa (MTC) que tem como base o fundamento de que uma energia (*Qi*) consistindo de componentes *Yin* e *Yang*, flui através do corpo, em canais denominados meridianos (COLE, 1996).

Esses meridianos têm origem no interior do corpo (*Zang-Fu*) e, após um trajeto profundo, superficializam-se. Nas áreas onde os meridianos se encontram pouco profundos, acham-se os pontos de acupuntura. Cada um desses acupontos localizados sobre a pele

são distribuídos com sua respectiva profundidade pelo corpo do animal e ao longo dos meridianos (linhas de energia).

A energia vital ou *Qi* circula, ininterruptamente, nos meridianos, durante 24 horas. Desequilíbrios entre as polaridades *Yin* e *Yang*, ou uma alteração do fluxo através dos meridianos permitem o início dos processos patológicos e seu prosseguimento.

O restabelecimento desse fluxo é feito por meio da estimulação desses pontos, ou pela combinação deles com base nas normas e princípios da medicina tradicional chinesa (MTC) promovendo, assim, a homeostase (GOMES et al. 1993).

Para se estimular um ponto de acupuntura, além de outros métodos existentes, temos:

- *Point injection*.
- *Dermojet injection*.
- Implantação.
- Aplicação de calor ou de frio.
- Massagem.
- Pressão ou vibração em pontos.
- Eletroacupuntura.
- *Laser* (ROGERS, 1991).

O *point injection* ou terapia de injeção consiste na injeção de soluções diretamente nos pontos de acupuntura. Esse método é bastante popular na acupuntura veterinária e humana, mas, no Brasil, são poucos os experimentos desenvolvidos com essa técnica (LIGNON; BOTTECCHIA, 2000). Sua aplicação é mais rápida que o método clássico e a eletro-acupuntura, produzindo estímulos que podem permanecer por 1 hora ou mais após a injeção, sendo os pontos escolhidos de maneira usual (SCHOEN, 1994).

Embora implique em treinamento específico, o uso da acupuntura traz algumas vantagens como a rapidez de ação, a limitação de riscos terapêuticos e ao ambiente, bem como a

intervenção com um mínimo de recursos materiais. No entanto, dependendo do número de pontos a estimular, pode tornar-se limitante na aplicação de um grande grupo de animais, num curto espaço de tempo. É indicada para o controle da dor, podendo alcançar uma analgesia profunda com a conservação de todos os reflexos, motivo pelo qual pode substituir um anestésico sem seus efeitos colaterais.

Teoricamente, por meio da acupuntura, é possível se conseguir melhora ou cura de qualquer moléstia causada por processo fisiológico. A úlcera duodenal, a acne e a nevralgia, por exemplo – todas moléstias resultantes de processos fisiológicos – podem ser curadas: a úlcera do duodeno, pela redução da quantidade de ácido produzido pelo estômago; a acne, pelo aumento do funcionamento dos rins e o equilíbrio hormonal; a nevralgia, pela redução do estado espasmódico da vesícula e aumento das funções do fígado (MANN, 1982).

Reconhecida como uma especialidade médica, a acupuntura é indicada, clinicamente, numa ampla gama de situações. De acordo com Rogers (1991), essa técnica é utilizada em doenças autoimunes, nas alergias, na cicatrização tecidual, nos distúrbios gastrintestinais, assim como em infecções bacterianas e virais, por ativar reações imunes específicas e inespecíficas (leucocitose, fagocitose, produção de anticorpos, complemento e fatores bactericidas, e antivirais).

Fitoterapia

As plantas e seus extratos podem ser utilizados de diferentes maneiras, no manejo ecológico de doenças e pragas agrícolas e veterinárias, especialmente na pequena produção rural orgânica. As ações protetoras e inseticidas de algumas plantas são originadas de substâncias medicinais, tóxicas, atraentes ou repelentes, que podem ser utilizadas por meio de manipulação, dosagem e

administração em pulverização de extratos vegetais, na elaboração de armadilhas e pelo princípio das plantas companheiras, que associadas à cultura principal ajudam no controle de plantas invasoras (GUERRA, 1985; ABREU JÚNIOR, 1998).

Muita importância vem sendo dada a essa área de estudo. A propósito, mais de meia centena de organizações de vários países trabalham com a possibilidade de uso de substâncias vegetais apenas para manejo ecológico de pragas. Segundo Guerra (1985), cerca de 974 plantas já foram cadastradas com propriedades inseticidas, 219 com ação antialimentar, 209 repelentes e 22 atraentes de insetos, sendo que 99 plantas já foram caracterizadas com ação fungicida, 55 nematicida, 37 bactericida e 6 com ação herbicida. Entretanto, o uso dessas substâncias vegetais deve ser criterioso.

Em sistemas orgânicos, a intervenção com extratos vegetais deve ser cautelosa e observada por monitoramento permanente, já que pouco conhecimento se tem sobre as doses, épocas adequadas de aplicação e contra-indicações desses extratos.

Preparação de fitoterápicos

Infusão

É a conservação temporária de uma substância em líquido, para dela se extrair princípios medicamentosos. Esse processo é indicado, particularmente, para plantas aromáticas.

Como preparar

- Numa vasilha esterilizada, coloca-se a erva e despeja-se água fervendo sobre ela.

- Em seguida, cobre-se bem a vasilha durante 10 a 15 minutos, antes dessa mistura ser consumida (quando preparada com folhas).

Nota: se a infusão for preparada com talos e raízes, o tempo de espera é de 20 a 30 minutos.

Decocção ou cozimento

Ato ou efeito de cozer ervas aromáticas, partes de uma planta ou sementes de cereais, para uso fitoterápico.

Utilizada, sobretudo, no caso das sementes de cereais, a decocção pode ser leve ou branda, carregada ou concentrada, conforme sua duração (de apenas alguns minutos a várias horas), e a saturação do líquido empregado.

Como preparar

- Numa vasilha previamente sanitizada, colocam-se as ervas ou as sementes, despejando-se, em seguida, água fria.
- Depois, leva-se a vasilha ao fogo, para ferver por determinado tempo, dependendo das partes da planta usadas no preparo. Se forem usadas flores, folhas e partes tenras de ervas, o tempo de fervura é de 5 a 10 minutos. Contudo, se forem usados talos, raízes e cascas, estes devem ser picados em pedacinhos e fervidos durante 15 a 30 minutos.
- Após desligar o fogo, deixa-se a vasilha coberta por mais algum tempo. Depois, coa-se essa mistura em pano limpo.

Maceração

É o ato de impregnar um líquido com os princípios solúveis de uma substância sólida.

A maceração consiste no amolecimento de uma substância sólida – ou parte de um vegetal – pela ação de um líquido ou por meio de pancadas.

Nesse processo, a substância vegetal é deixada em contato com o veículo (líquido usado para dissolver o princípio ativo, como álcool, óleo, água ou outro líquido extrator), em temperatura ambiente.

O período de maceração depende do material a ser utilizado. Folhas, flores e outras partes tenras (de uma planta) são picadas e ficam macerando por 10 a 12 horas, enquanto as partes mais duras maceram por 18 a 24 horas. Embora lenta, a maceração é um método excelente para se obter o princípio ativo em toda sua integridade.

Suco

Substância líquida extraída dos vegetais. Na preparação de sucos, são utilizados frutos maduros ou folhas, flores e sementes triturados em liquidificador ou em pilão e depois espremidos em pano limpo ou em peneira. Aos sucos, pode-se adicionar água ou não. Os sucos devem ser consumidos logo após o preparo.

Cataplasma

Pasta medicamentosa colocada entre as dobras de um pano e que se aplica sobre a pele.

O cataplasma tem efeito calmante sobre inchaços, nevralgias, contusões, reumatismos, gota, furúnculos, supurações, etc. Pode ser aplicado de diversas maneiras:

- **Com ervas frescas** – Quando se aplicam ervas *in natura* diretamente sobre o local afetado.
- **Com ervas secas** – Quando, por meio de bolsas quentes ou frias, usam-se ervas secas no tratamento de câibras, nevralgias, dor de ouvido, etc.

- **Em pasta** – Quando as ervas – já em forma de pasta – são colocadas entre as dobras de um pano e aplicadas sobre o local afetado. Para isso, socam-se as plantas em pilão, até adquirirem consistência pastosa (ver Cataplasma ou Sinapismo).

Compressa

É um pano dobrado e embebido em água ou líquido medicamentoso, e que se aplica, diretamente, sobre a pele, em caso de febre, contusões musculares ou inflamações.

Como preparar

- Cozinham-se as ervas em dose forte (2 a 4 vezes mais erva do que a quantidade usada para chá).
- Coa-se tudo e, em seguida, mergulha-se um pano limpo e seco (gaze ou algodão) no líquido coado.
- Depois, espreme-se bem o pano e aplica-se diretamente sobre o local afetado, cobrindo-se, em seguida, com um pano grosso, para conservar o calor.
- Quando a compressa esfriar, deve ser trocada por outra, quente. Em caso de febre, essa troca deve ser feita até a temperatura corporal baixar. Em contusões musculares e em inflamações, a compressa deve ser trocada a cada 20 minutos.

Unguento

Preparado medicinal pastoso, feito com substâncias gordurosas, para fricções e aplicações de emplastos ou de pomadas.

Como preparar

- Tomam-se as ervas indicadas e trituram-se todas juntas, num pilão ou numa máquina de moer carne.
- Mistura-se o suco obtido com gordura (banha, manteiga, coco, etc.).
- Em seguida, leva-se essa mistura ao fogo, até derreter, podendo-se acrescentar um pouco de cera de abelha, se o unguento não ficar espesso o suficiente.

Clistor

É a aplicação de líquido medicamentoso via retal, vaginal ou uretral, sendo a quantidade de remédio inferior à usada em lavagens.

Como preparar

- Diluir o extrato em água morna, conforme a indicação para afecção.

Modo de usar

Passar sonda nasogástrica (via nasal), retal, vaginal ou uretral, e deixar a solução preparada verter por gravidade.

Tintura

Maceração de várias substâncias vegetais, animais ou minerais (em álcool ou éter), para obter seus princípios ativos.

Como preparar

- Cortam-se as ervas em pedaços.
- Em seguida, colocam-se esses pedaços numa garrafa com cachaça (ou álcool).

- Veda-se bem a garrafa, que deve ser guardada deitada em lugar seco, fresco e escuro, por algum tempo (8 a 15 dias), antes de usar.

Nota: caso haja pressa de utilização do produto, ao invés de curtidos no álcool, estas ervas devem ser fervidas em vinho.

Para se obter tinturas, deve-se observar o seguinte procedimento:

Plantas frescas – Deve-se usar a proporção de 50% em peso de plantas em relação ao álcool a 92° GL, em volume, isto é, 500 g de planta fresca em 1 L de álcool.

Plantas secas – Deve-se usar a proporção de 25% em peso de plantas secas em relação à mistura álcool/água, na proporção de sete partes de álcool a 92 °GL e três partes de água destilada ou fervida, em volume, ou seja, 250 g de plantas secas em 700 mL de álcool a 92° GL e 300 mL de água.

Nota 1: a tintura deve ser filtrada e o resíduo espremido numa prensa, para extrair o líquido que ainda esteja presente.

Nota 2: as tinturas alcoólicas conservam os princípios ativos por muitos anos e são utilizadas em pequena quantidade para uso interno (puras ou diluídas) e externamente em maiores quantidades (também puras ou diluídas).

Elixir

É a solução de diversas plantas em álcool.

Nota 1: essa medicação é preparada nas farmácias de manipulação, mediante prescrição de um veterinário que dele indica, também, a dosagem (modo de usar).

Nota 2: as preparações como elixir e pomada, mencionadas ao longo do texto, não são descritas neste capítulo, porque exigem nível tecnológico mais complexo, sendo preparados apenas em farmácias de manipulação, segundo prescrição (formulação) de um veterinário.

Cataplasma revulsivo ou sinapismo

Pasta medicamentosa à base de mostarda – colocada entre dois panos – e que se aplica num órgão importante, para remover uma inflamação para outra parte menos importante ou menos perigosa do corpo.

Como preparar

- Num pilão ou almofariz, soca as folhas e flores tenras, até obter uma pasta.
- Despeje essa pasta sobre um pano limpo (atadura), e aplica sobre a lesão ou ferimento.

Emplastro

São aplicações locais onde as ervas são usadas diretamente sobre a pele. As ervas são bem picadas e cozidas por 5 minutos, com pouca água, numa panela esmaltada ou de vidro. Em seguida, as ervas envoltas em pano ou numa gaze são colocadas sobre a região afetada por até meia hora.

Nota: as aplicações podem ser feitas até 6 vezes ao dia, se necessário. Emprega-se de 10 g a 20 g de ervas por vez.

Tônico

Medicamento revigorante, usado para melhorar o estado geral do animal.

Tratamentos

Os procedimentos descritos a seguir, compilados de diferentes fontes de informação ou indicados por experiência própria, para intervir em ocorrências sanitárias frequentes em animais criados convencionalmente, também são recomendados no tratamento de animais mantidos em sistema orgânico de criação.

Abcesso (furúnculo) – Acúmulo de pus numa cavidade formada em meio aos tecidos orgânicos ou mesmo num órgão cavitário. Pode estar relacionado a pancadas ou ser causado por reações inflamatórias em áreas localizadas do corpo, causando dor, vermelhidão da pele, febre e um aumento de volume na área, que se torna dura e quente no princípio e, quando drena espontaneamente, libera pus e tecidos desintegrados pela ação do organismo.

Cuidados – Não se deve espremer o abcesso ou drená-lo, enquanto apresentar consistência firme.

Para apressar a resolução, usam-se compressas de flores de sabugueiro (*Sambucus nigra*), ou o fruto aquecido e morno de juá-bravo (*Solanum agrarium*), também conhecido como arrebenta-cavalo, misturado com azeite.

Para abrir o furúnculo ou o abcesso – Prepara-se um emplastro com duas partes do fruto do melão-de-são-caetano (*Mormodica charantia*) e uma parte de sabão, misturando-se bem até a massa mudar de cor. Também pode-se massagear o local com pomada de Belladona (*Atropa belladonna*), duas vezes ao dia.

Nota: o uso da pomada de Beladona tem reduzido alguns abcessos. Quando essa pomada é aplicada em massagem duas vezes ao dia, não há necessidade de se fazer drenagem.

Boldo-alumã (*Vernonia condensata*)

Princípios ativos – Carboidratos (sacarose), frutose e ácido clorogênico; sesquiterpeno, lactonas, e saponinas.

Partes usadas da planta – Folhas e talos.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g da planta.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Administrar 10 mL dessa infusão via oral, 3 vezes ao dia, durante 5 dias.

Jamelão (*Eugenia cumini*)

Princípios ativos – Eugenol, jambosina, antinolina, limoneno, cariofileno, homuleno, ácido gálico e taninos.

Partes usadas da planta – Folhas, talos e cascas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g da planta.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Administrar 10 mL dessa infusão via oral, 3 vezes ao dia, durante 5 dias.

Picão-preto (*Bidens pilosa* L.)

Princípios ativos – Ácido salicílico, taninos, limoneno, candineno, timol, a-pineno, a-felandreno, sais de potássio, cálcio e fósforo.

Partes usadas da planta – A planta toda.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g da planta.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Administrar 10 mL via oral, 3 vezes ao dia, durante 5 dias.

Contusão – Lesão superficial sem laceração (rompimento da pele), provocada por pancada ou impacto.

Arnica (*Arnica montana*)

Princípios ativos – Arnicina e citisina.

Partes usadas da planta – Hastes e folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão e decocção (para banhos e compressas).

Ingredientes

- 20 g de hastes e folhas.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão e Decocção).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar, via oral, 10 mL de infusão 5 vezes ao dia, durante 3 dias.
- Uso externo – (Banhos, compressas e decocção).

Coriza – É a eliminação de secreção mucosa ou mucopurulenta pelas narinas, decorrente de inflamação do revestimento mucoso das fossas nasais.

Essa condição patológica afeta, também, as aves e caracteriza-se, principalmente, por um corrimento claro no bico desses animais.

Própolis – Substância resinosa coletada pelas abelhas em várias plantas. As abelhas usam essa substância junto com a cera, para construir os alvéolos, reparar fendas, impermeabilizar paredes internas e envolver insetos que morreram no interior da colmeia.

Princípios ativos – A própolis contém 50% de resina e bálsamo de vegetais, 30% de cera, 10% de óleos aromáticos, 5% de pólen e 5% de várias substâncias. É composta, principalmente, por flavonoides.

Tintura de própolis

Ingredientes

- 1½ L de água.
- ½ L de álcool.
- 400 g de própolis triturada.

Como preparar

- Colocar a própolis no álcool.
- Deixar descansar durante 2 dias.
- Tampar o frasco hermeticamente e deixar de 10 a 15 dias em infusão, evitando-se exposição à luz.

Modo de usar

- Em infecções graves, usar 3 mL dessa mistura por quilo de peso vivo.
- Diluir a solução em 1 L de água e em seguida dar de beber.

Nota: as preparações, como elixir e pomadas, mencionadas ao longo do texto, não são descritas neste capítulo porque exigem nível tecnológico mais complexo, sendo preparados apenas em farmácias de manipulação, segundo prescrição (formulação) de um veterinário.

Modo de usar

Adicionar 1 colher das de sopa em cada litro de água, e fazer com que as aves bebam essa tintura durante 7 dias.

Cicatrizantes

Calêndula (*Calendula officinalis*)

Princípios ativos – Óleo essencial rico em carotenoides (caroteno, calendulina, licopina), saponinas, flavonoides, cumarinas, resinas e mucilagem.

Partes usadas da planta – Folhas e flores.

Aproveitamento fitoterápico – Pomada e tintura.

Pomada

Ingredientes

- Folhas e flores.
- Gordura animal.

Como preparar

Nota: as preparações como elixir e pomada, mencionadas ao longo do texto, não são descritas neste capítulo, porque exigem nível tecnológico mais complexo, sendo preparados apenas em farmácias de manipulação, segundo prescrição (formulação) de um veterinário.

Modo de usar

- Uso externo – Passar sobre as partes afetadas, 3 a 4 vezes ao dia.

Tintura

Ingredientes

- Folhas e flores.
- 1 L de álcool.

Como preparar

(Ver Tintura).

Modo de usar

- Diluir a tintura em água destilada ou fervida (1 a 2 partes de água para 1 de tintura) e aplicar, diretamente, em ferimentos diversos.

Nota: *essa tintura exerce excelente ação cicatrizante.*

Cataplasma

Ingredientes

- Folhas e flores tenras.

Como preparar

- Num pilão ou almofariz, socar as folhas e flores tenras, até obter uma pasta.
- Despejar essa pasta sobre um pano limpo (atadura), e aplicar sobre a lesão ou ferimento.

Copaíba (*Copaifera langsdorffii*)

Princípios ativos – Óleo essencial, que contém ácido copaífero, a-cubebeno, b-cariofileno, a-humuleno e d-candieno.

Partes usadas da planta – O óleo, que se extrai do tronco vivo dessa árvore, por meio de incisões ou de furos. “Esse óleo flui de forma tão pura, que é possível ser utilizado em estado natural” (CARVALHO, 2003).

Aproveitamento fitoterápico – Óleo essencial.

Ingredientes

- Óleo extraído da planta.

Como preparar

(Não é necessário nenhum preparo).

Modo de usar

- Uso externo – Aplicar esse óleo no local, 2 vezes ao dia, até a fenda cicatrizar.

Nota: o óleo de copaíba pode ser usado, também, como repelente contra moscas.

Confrey (*Symphytum officinallis*)

Princípios ativos – Principalmente alantoína.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Unguento.

Ingredientes

- 200 g de folhas.
- 50 g de banha de porco.

Como preparar

(Ver Unguento).

Modo de usar

- Uso externo – Aplicar sobre a ferida, 2 vezes ao dia, até a recuperação de toda a extensão da lesão cutânea, o que

normalmente deve ocorrer até 7 dias. No entanto, o processo de cicatrização em lesões cutâneas é sistêmico e dinâmico, e está diretamente relacionado às condições gerais do organismo e à etiologia da lesão, podendo durar de meses a anos.

Babosa (*Aloe vera*)

Princípios ativos – Possui uma razoável quantidade de ácido salicílico, antraquinonas, vitamina C, tocoferol, mucilagens e tanino.

Parte utilizada da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Suco.

Ingredientes

- 200 g de folhas frescas.
- 1 L de água.

Como preparar

- Triturar as folhas em liquidificador ou pilão, até atingir uma pasta uniforme.
- Em seguida, espremer a pasta em pano fino limpo ou em peneira.
- Acrescentar 1 L de água e misturar bem.

Nota: *esse suco deve ser consumido (administrado) logo após o preparo.*

Modo de usar

- Uso externo – Aplicar esse suco no local, 2 vezes ao dia.

Tanchagem (*Plantago major*)

Princípios ativos – Mucilagens, tanino, pectina, e alguns glicosídeos.

Partes usadas da planta – Folhas e raízes.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 45 g de folhas e raízes.
- 3 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso externo – Passar no local, 3 vezes ao dia, até a recuperação da lesão cutânea.

Erva-de-Bicho (*Polygonum hidropiper*)

Princípio ativo – Predominantemente rotenona.

Partes usadas da planta – Folhas e partes floridas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão

Ingredientes

- 30 g de folhas e partes florais.
- 2 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso externo – Passar no local, 2 vezes ao dia, até a recuperação da lesão cutânea.

Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphyla*)

Princípios ativos – Carabinase e taninos.

Parte usada da planta – Cascas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 30 g de cascas.
- 2 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso externo – Passar no local, 2 vezes ao dia, até a recuperação da lesão cutânea.

Alho (*Alilium sativum*)

Princípios ativos – Alicina, derivados do tiofeno e diversos derivados sulfurados voláteis.

Partes usadas da planta – Bulbo.

Aproveitamento fitoterápico – Unguento.

Ingredientes

- 20 g de bulbos.
- 500 g de banha de porco.

Como preparar

(Ver Unguento).

Modo de usar

- Uso externo – Passar no local, 2 vezes ao dia, até a recuperação da lesão cutânea.

Tanchagem (*Plantago major*)

Princípios ativos – Mucilagens, tanino, pectina, e alguns glicosídeos.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Unguento.

Ingredientes

- 50 g (2 colheres das de sopa) de gordura animal.
- 25 g de folhas de tanchagem.
- 10 g de cera de abelha.

Como preparar

(Ver Unguento).

Modo de usar

- Uso externo – Passar no local, 2 vezes ao dia, até a lesão cicatrizar.

Alecrim (*Rosmarinus officinalis*)

Princípios ativos – Pineno, canfeno, borneol, cineol, lineol, taninos e óleos essenciais.

Partes usadas da planta – Folhas e sumidades floridas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g de folhas.
- Sumidades floridas.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso externo – Em lavagem de feridas e em compressas para contusões.

Nota: o pó das folhas secas é cicatrizante.

Diarreia – Evacuação frequente de fezes líquidas e abundantes. As diarreias são caracterizadas pelo aumento da quantidade de

líquido nas fezes, deixando-as moles e, às vezes, com mau cheiro e de cor diferente.

No animal sadio, geralmente as fezes apresentam consistência, forma, cheiro e cor normais. Alterações nesses estados podem indicar problemas no aparelho digestivo. Por isso, deve-se prestar bastante atenção ao indivíduo do rebanho que apresentar sintomas de diarreia. Caso o indivíduo acometido dessa doença seja muito jovem, devem-se dispensar cuidados redobrados, pois a vida desse animal pode estar correndo perigo.

Diante dessa situação, será necessário não apenas a utilização de plantas medicinais, como também a aplicação endovenosa de soros, além do acompanhamento de pessoas mais experientes.

Nota: se o animal apresentar diarreia escura e fétida, esse quadro exige mais atenção.

Copaíba (*Copaifera langsdorffii*)

Princípio ativo – Ácido copaífero, a-cubebeno, b-cariofileno, a-humuleno e d-candieno.

Partes usadas da planta – Óleo essencial extraído do tronco da árvore.

Aproveitamento fitoterápico – Óleo.

Como preparar

- (Não é necessário, uma vez que esse óleo pode ser usado em seu estado natural).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 1 mL de óleo para cada 30 kg de peso vivo, 1 vez ao dia, durante 7 dias.

Jamelão (*Eugenia cumini*)

Princípios ativos – Eugenol, jambosina, antinolina, limoneno, cariofileno, homuleno, ácido gálico e taninos.

Partes usadas da planta – A casca do tronco.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g da planta.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 10 mL dessa infusão para cada 30 kg de peso, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Cajueiro (*Anacardium occidentale*)

Princípios ativos – Cardol, ácidos anacárdico, gálico, oxálico e tartárico, fitosterina, proteínas, sais minerais, vitaminas A, B1, B2 e C.

Partes usadas da planta – Cascas da árvore ou folhas novas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 200 g da casca da árvore ou de folhas novas.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar, via oral, 10 mL para cada 30 kg de peso, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Hortelã (*Menta piperita*)

Princípios ativos – Mentol, cineol, mentona, pineno, limoneno e mentonapiperitona.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 200 g de folhas.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 10 mL dessa infusão coada e ainda morna para cada 30 kg de peso vivo, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Bananeira (*Musa paradisiaca*)

Princípios ativos – Carboidratos, proteínas, sais minerais, ácidos tânicos, acético, gálico, málico, dopamina, epinefrina, serotonina, tiramina e diversas vitaminas.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Ração animal ao natural, como suplemento alimentar.

Ingredientes

- 500 g de folhas.

Como preparar

(Não há preparo específico, mas aconselha-se servir, aos animais, folhas frescas e limpas).

Modo de usar

- Servir 500 g de folhas para cada animal, por 1 semana.

Diarreia clara, amarela ou verde – (Ver Diarreia).

Ao surgir qualquer uma dessas formas de diarreia no rebanho, primeiro, deve-se observar se não ocorreu algo de errado com a alimentação como:

- Excesso de leite ao bezerro.
- Capim verde e novo em grande quantidade.
- Ração estragada.
- Água suja.
- Maltrato aos animais, como excesso de trabalho.

Nota: *diante de qualquer uma dessas situações, basta suspender a ação que supostamente causou a diarreia e esperar a melhora.*

Caso o animal não se recupere sozinho, algumas plantas poderão ajudar no processo de cura.

Goiabeira (*Psidium guajava* L.)

Princípios ativos – Taninos, guavina, piridoxina, niacina, mirceno, borneol, a-pineno, sais minerais e vitaminas, principalmente C.

Partes usadas da planta – O broto da folha e as cascas do fruto.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g de folhas (broto) e cascas do fruto.
- 2 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno: administrar, via oral, 10 mL para cada 30 kg de peso vivo, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Losna (*Artemisia absinthium*)

Princípios ativos – Substâncias amargas (absintina), um óleo essencial e taninos.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g de folhas.
- 1L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno: administrar 10 mL dessa infusão para cada 30 kg de peso vivo, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Nota: o uso da losna é contraindicado para fêmeas gestantes e para filhotes em amamentação.

Aroeira (*Schinus terebenthifolius* Raddi)

Princípios ativos – Óleo essencial, contendo cis-sabinol, r-cimeno, limoneno, simiarenol, simiarenol, μ e b-pineno, D-careno, μ e b-falandreno, triterpenos como o ácido masticodienoico, 3-hidroxi-masticadienônico, schinol, terechutona, baicremona e ácido terebentifólico.

Partes usadas da planta – Casca da árvore.

Aproveitamento fitoterápico – Decocção.

Ingredientes

- 200 g da casca da árvore.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Decocção).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar, via oral, 10 mL para cada 30 kg de peso vivo, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Carqueja (*baccharis trimera*) e Goiabeira (*Psidium guajava*)

Princípios ativos – Segundo informações da *Bionatus*¹, a carqueja contém flavonoides, sesquiterpenos, diterpenos, liganus, alfa e beta pinemo, canfeno, carquejol, acetato de carquejila, ledol, álcoois, calameno, elernol, eudesmol, palustrol, nerotidol, hispidulina, campeferol, querutina e esqualeno.

Por sua vez, a goiabeira apresenta os seguintes princípios ativos: taninos, guavina, piridoxina, niacina, mirceno, borneol, a-pinemo, sais minerais e vitaminas, principalmente a vitamina C.

Partes usadas das duas espécies – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g de folhas de carqueja.
- 20 g de brotos de goiabeira.
- 3 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 10 mL via oral, para cada 30 kg de peso vivo, 3 vezes ao dia, por 5 dias.

Nota 1: para melhorar o estado geral dos animais que apresentem qualquer tipo de diarreia, administrar, via oral, em grande quantidade, soro fisiológico caseiro (1 pitada de sal para 2 de açúcar num copo d'água), ou água de coco-da-bahia (*Cocos nuciferus*). Outra medida importante é deixar o animal sem comer alimentos sólidos pelo menos por 1 dia.

Nota 2: no caso de se utilizar hastes, é contraindicado o uso em gestantes e em lactantes.

Antitérmicos

Pitanga (*Eugenia uniflora*)

Princípios ativos – Jambosina, taninos, sais de cálcio e ferro, e vitamina C.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g de folhas.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 10 mL para cada 30 kg de peso vivo, verificando-se após períodos de, no mínimo 2 horas, até

a estabilização da temperatura.

Tosse

Guaco (*Mikania glomerata*)

Princípio ativo – Alto teor de cumarina.

Partes usadas da planta – Folhas ou a planta florida.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g de folhas ou planta florida.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 10 mL dessa infusão para cada 30 kg de peso vivo, 4 vezes ao dia, até cessar a tosse e, se isso não ocorrer dentro de alguns dias, há a necessidade de se rever a possível etiologia do processo.

Nota: essa infusão é indicada, também, em casos de reumatismo e em complicações das vias respiratórias.

Poejo (*Mentha pulegium*)

Princípios ativos – Puligona, mentona-piperitona, borneol, carvona, acetado de metila e taninos.

Partes usadas da planta – A planta toda.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 20 g da planta.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso interno – Administrar, via oral, 10 mL dessa infusão para cada 30 kg de peso vivo, até cessar a tosse; e, se isso não ocorrer dentro de poucos dias, há a necessidade de se rever a possível etiologia do processo.

Desinfecção

Carqueja (*baccharis trimera*)

(Ver Carqueja, Princípios ativos).

Partes usadas da planta – A planta toda.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 2 kg da planta seca.
- 1 L de água.

Como preparar

(Ver Infusão).

Modo de usar

- Uso externo – Para desinfetar tetos, locais e utensílios.

Ecto e endoparasitos

As consequências diretas do aumento da conscientização global da população sobre os perigos da produção sem considerar, de imediato, os efeitos sobre o meio ambiente, os animais e demais seres vivos têm direcionado a administração de tecnologias de proteção contra a emergência da resistência aos compostos utilizados como insumos; a mudança na biodiversidade dos parasitas e em seus inimigos naturais, e os efeitos no relacionamento hospedeiro/parasita.

É importante que se perceba que os impactos das mudanças apontam para novos cenários, e que as interações com os parasitos não sejam tratadas como feitos secundários, onde o sucesso tecnológico deve garantir recursos para as gerações futuras, sem gerar lixo orgânico (material indesejável).

A combinação do triângulo hospedeiro/patógeno/meio ambiente, usada pelos fitopatologistas, para avaliação dos riscos associados às mudanças climáticas, é similar à estrutura que Sutherst (2000) delineou para o estudo da invasão de espécies influenciadas pela mudança climática, incorporando os efeitos do clima ao se estudar as interações parasito/hospedeiro.

Modelagens do clima global sugerem que haverá uma intensificação dos ciclos hidrológicos com aumento de temperatura, resultando em poucas, mas pesadas pancadas de chuvas, e altas taxas de evaporação (WHETTON et al., 1993). Os efeitos deverão incluir níveis extremos de umidade do clima, ocasionando aumento na variedade de parasitos, tais como vermes, moscas e carrapatos. Existe ainda o potencial de maior estresse nutricional do rebanho pela diminuição proteica do pasto, devido às altas temperaturas (CAMPBELL et al., 1996), com conseqüente redução na resistência aos parasitas (SUTHERST et al., 1979, 1983; SUTHERST, 1987; COOP, 1996). É necessário um esforço concentrado para se desenvolver soluções holísticas no controle de parasitas, tanto na produção animal quanto na vegetal.

A vulnerabilidade, ou seja, a combinação de efeitos da exposição e sensibilidade com a habilidade dos animais se adaptarem a mudanças – resiliência –, é um fator que deve ser levado em consideração na hora de se avaliar qualquer medida no controle dos parasitas.

Criações extensivas, permanentemente nos pastos, sem anti-helmínticos, é um fator de risco para doenças parasitárias (THAMSBORG et al., 1998). Muito pouco tem sido publicado com relação ao monitoramento de ecto e endo parasitos em aves e bovinos na produção orgânica no Brasil e no mundo.

Berne – É a larva da mosca *Dermatobia hominis*, depositada na pele sã do animal por outros insetos – mosquitos ou moscas hematófagas de várias espécies – (REY,1992). Durante o voo, a mosca-do-berne vai depositando uma massa de ovos no abdômen desses vetores que, ao pousarem nos animais para se alimentar, liberam o berne nesse local.

Catinga-de-mulata (*Tanacetum vulgare*)

Princípios ativos – Taninos, flavonoides, entre outros, ácido tanásico e tanacetonas.

Partes usadas da planta – Folhas e óleo essencial.

Aproveitamento fitoterápico – Maceração.

Ingredientes

- As folhas e o óleo dessa planta.

Como preparar

(Ver Maceração).

Modo de usar

- Uso externo – Passar o líquido do macerado no animal.

Timbó (*Derris urucu*)

Princípios ativos – Principalmente rotenona.

Partes usadas da planta – Raízes.

Aproveitamento fitoterápico – Inseticidas.

Inseticida I

Ingredientes

- 200 g a 300 g de raízes (em pó).
- 10 L de água.
- 500 mL de detergente neutro líquido.

Como preparar

- Cortar as raízes, deixando-as secar à sombra.
- Em seguida, moê-las até atingir um pó uniforme.

- Deixar o pó das raízes de molho por 30 minutos, em 5 L de água.
- Em seguida, coar essa mistura e acrescentar os outros 5 L de água restantes.
- Por último, completar com os 500 mL de detergente neutro líquido.

Modo de usar

- Pulverizar o macerado diluído de acordo com a necessidade. Esse macerado deve ser utilizado fresco.

Inseticida II (com álcool)

Ingredientes

- 500 g de raízes secundárias de timbó.
- 1 1/2 L de álcool.

Como preparar

- Amassar as raízes num pilão.
- Em seguida, colocar as raízes amassadas no álcool, por alguns dias, até que fiquem esbranquiçadas.

Modo de usar

- Diluir o líquido macerado em água (300 mL do produto para cada 10 L de água).
- Fazer pulverização com essa mistura líquida.

Nota: *essa quantidade de inseticida é suficiente para 100 pulverizações. A sobra desse material deve ser coada e guardada em recipiente de vidro escuro, hermeticamente fechado e longe do alcance de crianças e de animais.*

Cravo-de-defunto (*Tagetes* sp.)

Princípios ativos – Cineol, linalol, carvona, ocimeno, dextralimoneno, fenol, anetol, eugenol e quercetagetina.

Partes usadas da planta – Folhas e flores secas.

Aproveitamento fitoterápico – Inseticida.

Ingredientes

- 100 g de folhas e de flores secas.
- 1 L de álcool.

Como preparar

- Com os ingredientes acima, preparar uma tintura. (Ver Tintura).
- Depois de pronta, coar e diluir em 20 L de água.

Modo de usar

- Uso externo – Pulverizar sobre os animais.

Bicheira (miíase) – Ferida nos animais, cheias de larvas vermiformes de moscas, que depositam seus ovos no tecido putrefato.

Alguns tipos de moscas se alimentam em feridas (lesões) no corpo dos animais. Atraídas pelo cheiro que essas feridas exalam, essas moscas depositam, ali, seus ovos, formando a bicheira.

Controle – Deve-se providenciar uma lavagem da ferida (com retirada das larvas) seguida da aplicação de óleo de copaíba na lesão. A ação repelente desse óleo evitará novas infestações.

Nota: esse controle deve ser feito o mais rápido possível.

Combate – Unguento de folhas de pêsego (*Prunus persica*).

Carrapato – São vários os carrapatos que atacam os animais domésticos, mas a forma de controlá-los é, basicamente, a mesma, isto é, com o uso de carrapaticidas.

Para aumentar o tempo de utilidade do produto, é necessário que se tomem algumas medidas, tais como:

- Queima – Promover a queima – com vassoura-de-fogo, lança-chamas ou sapecador-de-porco – dos locais onde os animais mais se infestam de carrapatos, ou sejam, os lugares onde eles são tratados, alimentados ou confinados (curral, capril, canil, etc.).

Nota: seja qual for o animal, essa medida deve ser tomada pelo menos uma vez por semana, para que as fêmeas de carrapatos e suas larvas (micuim) sejam eliminadas.

- Nas infestações mais severas, deve-se remover os parasitos nos animais mais infestados, com raspadeira apropriada.
- Dividir o piquete na maior quantidade possível de divisões e praticar o rodízio para que os animais permaneçam o menor tempo possível nessas áreas, diminuindo assim a infestação nos animais.

Plantar capim-mineirão (*Stylosanthes guianenses*) ou capim-gordura (*Melinis minutiflora*) em volta dos piquetes, nos corredores por onde os animais passam, e em volta dos currais. Essas variedades apresentam ação contra o carrapato, tipo armadilha, prendendo as larvas quando estas sobem no capim.

Carrapato-de-boi (*Boophilus microplus*)

No Brasil, a principal espécie de carrapato que compromete a produtividade da pecuária bovina é o carrapato-de-boi (*Boophilus microplus*).

A habilidade de *B. microplus* em desenvolver resistência a diferentes acaricidas, a demanda dos consumidores orgânicos e os efeitos negativos causados ao meio ambiente pela utilização de acaricidas, clamam pelo desenvolvimento de estratégias alternativas (KAY; KEMP, 1994).

Estratégias por barreiras físicas, imunológicas e métodos biológicos estão sendo estudados (WILLADSEN; JONGEJAN, 1999). Apesar dos resultados satisfatórios, a longo prazo, conseguidos nos testes com dois tipos de vacinas, estas infelizmente não podem ser utilizadas na agricultura orgânica, por serem transgênicas (RODRIGUEZ et al., 1995).

Os fungos *Beauveria bassiana* (MONTEIRO, 1998) e *Metarhizium anisopliae* (CORREIA et al., 1998), ainda se encontram em estágios iniciais de estudos, e há um relato da bactéria *Pseudomonas* sp. demonstrando atividade carrapaticida contra o *B. microplus* (BOTTECCHIA, 1997).

Devem-se ter cuidados especiais no controle a esse carrapato, por se apresentar como uma fonte de prejuízo à criação bovina, principalmente nos núcleos de raças europeias de corte e de leite. Entretanto, nas regiões onde se explora o zebuíno, esse parasito não deve deixar de ser considerado perigoso, pois em situações especiais de manejo que levam ao estresse, como deficiência alimentar, altas taxas de concentração por hectare e desmame interrompido ou precoce, sua presença torna-se grave, não apenas como agente espoliativo ou tóxico, mas também como transmissor da tristeza- parasitária bovina.

De acordo com a situação, a associação de métodos alternativos e integrados permite obter bons resultados, reduzir o uso, e até mesmo prolongar a vida útil dos carrapaticidas.

Em função do ciclo biológico, existem duas alternativas para o controle: fora do hospedeiro e sobre o hospedeiro.

Ainda que pouco utilizado, o controle do carrapato fora do animal pode ser feito por meio de rotação de pastejo (SUTHERST et al., 1979), introdução de espécies de gramíneas (com poder de

repelência), ou ação letal ao carrapato, alteração de microclima, implantação de lavouras, uso de agentes biológicos, etc.

Algumas espécies de forrageiras têm influência na sobrevivência das larvas nas pastagens, porque, pela forma de crescimento e características específicas de cada uma, há formação de um microambiente, que resulta em repelência, aprisionamento ou morte das larvas. Entre estas, destacam-se o capim-gordura, o andropógon, o capim-elefante, e os estilosantes (*Stylosanthes* spp.).

A implantação de lavoura, com o objetivo de recuperação de pastagens, é uma prática que indiretamente auxilia o controle do carrapato, pela ausência de animais na área.

No passado, a queima de pastagens era uma alternativa para o controle do parasito. Entretanto, atualmente, muito se sabe sobre os malefícios que essa prática causa ao meio ambiente. Outro método possível de controle é baseado no conhecimento dos horários de queda da teleógena ingurgitada dos bovinos, geralmente entre 6 e 9 da manhã (WHARTON; UTECH, 1970), que possibilita uma forma de controle físico do carrapato (mantendo os animais no curral durante esse horário). A utilização de agentes biológicos é uma alternativa em estudo, ainda não disponível no mercado.

Dentro das normas do sistema orgânico de produção, o combate ao carrapato sobre o hospedeiro é feito com uso de raças resistentes e de vacinas, por meio da homeopatia da acupuntura e de extratos de plantas. Outras formas de controle, como o uso de feromônios associados a substâncias tóxicas, de machos e de fêmeas estéreis, e de mecanismos genéticos estão em fase de experimentação e ainda não constituem alternativas viáveis ao controle desse parasito.

A utilização da resistência natural do bovino ao carrapato tem por base as raças resistentes (WHARTON et al., 1970b), o cruzamento entre raças e a seleção entre e dentro de raças. Assim, ao explorar raças taurinas e zebuínas, o produtor pode selecionar a mais resistente ou os animais mais resistentes dentro da mesma raça.

Os rebanhos taurinos ou mestiços (taurino x zebuino), por serem mais suscetíveis ao parasitismo, terão normalmente infestações maiores por não estarem bem adaptados ao meio ambiente dos trópicos. Em consequência, o proprietário deve efetuar, com mais cuidado e trabalho, algum tipo de controle. Já quem explora zebuínos, em condições extensivas e semiextensivas, não tem que se preocupar muito com esse parasito, a não ser com relação aos animais jovens, em situações especiais de manejo.

Timbó (*Derris urucu*)

(Ver Timbó).

Cravo-de-defunto (*Tagetes* sp.)

(Ver Cravo-de-defunto).

Verminose

Romã (*Punica granatum*)

Princípios ativos – Alcaloides, taninos e glicosídeos, entre outros.

Partes usadas da planta – Raiz.

Aproveitamento fitoterápico – Infusão.

Ingredientes

- 1 kg de raiz.
- 15 L de água.

Como preparar

- Macerar 1 kg da raiz (ver Maceração) e ferver em 15 L de água.
- Deixar a mistura ferver até ficar reduzida a 5 L.
- Coar e fornecer aos animais, ainda morna.

Modo de usar

- Uso interno – Administrar 10 mL (para cada 30 kg de peso vivo), 3 vezes ao dia, com espaçamento de 1 hora entre as doses.

Bananeira (*Musa paradisiaca*)

Princípios ativos – Carboidratos, proteínas, sais minerais, ácidos tânico, acético, gálico, málico, dopamina, epinefrina, serotonina, tiramina e diversas vitaminas.

Partes usadas da planta – Folhas.

Aproveitamento fitoterápico – Nutrição dietética.

Ingredientes

- Folhas frescas.

Como preparar

(Não há preparo específico, mas aconselha-se fornecer, aos animais, folhas frescas e limpas).

Modo de usar

- Fornecer, para cada animal, 500 g de folhas, 1 vez ao dia, durante 1 semana.

Nota dos autores

Num sistema orgânico de criação, a utilização de determinados recursos e medidas tendem a promover o equilíbrio. No entanto, outros fatores ou mesmo situações adversas de clima podem gerar um desequilíbrio, propiciando a ocorrência de doenças, pois em monitoramentos de sistemas de produção são frequentes a presença de microrganismos patogênicos, ecto e endoparasitas (BOTTECCHIA et al., 1998). Essa é a razão pela qual é importante planejar a saúde animal, proporcionando boas condições de vida e de ambiente, observando-se a legislação sobre Defesa Sanitária Animal, no que diz respeito aos programas nacionais vigentes.

Referências

ABREU JÚNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**. Campinas, SP: EMOPI, 1998. 115 p.

ANTHONY, N. B., DUNNIGTON, E. A.; SIEGEL, P. B.. Egg production and egg composition of parental lines and F1 and F2 crosses of White Rock chickens selected for 56-day body weight. **Poultry Science**, College Station, v. 68, p. 27-36, 1989.

AROEIRA, L.; FERNANDES, E. Produção orgânica de leite. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 211, p. 91-93, 2001.

BOTTECCHIA, R. J.; FEIDEN, A.; ALMEIDA, D. L. de; AQUINO, A. M.; LIGNON, G. B.; RIBEIRO, R. de L. D.; CARVALHO, S. R. Desempenho de animais em sistema de produção agroecológica. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 3., Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis: SBSP, 1998. 17 p. 1 CD-ROM..

BOTTECCHIA, R. J.; MOYA, G. B.; OLIVEIRA, A. de; AKIBA, F.; LIGNON, G. B. Isolamento e identificação de microrganismos em teleóginas de *Boophilus microphilus*. In: SEMINÁRIO BIENAL DE

PESQUISA, 8., Rio de Janeiro, 1997. **Resumos...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 1997. p. 187.

BROOM, D. M.. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 20, p. 5-19, 1988. Abstract. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi>>. Acesso em: 23 fev. 2000.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. Stress and Animal Welfare, London: Chapman and Hall, 1993. 222 p.

BUNDY, D.; SHER, A.; MICHAEL, E. Good worms or bad worms: do worm infections affect the epidemiological patterns of other diseases?. **Parasitology Today**, Essex, v. 16, p. 273-274, 2000.

BURKHART, C. A., CHERRY, J. A., VAN KREY, H. P. ; SIEGEL, P. B., 1983. Genetic selection for growth rate alters hypothalamic satiety mechanisms in chickens. **Behaviour Genetics**, New York, v. 13, n. 3, p. 295-300.

CAMPBELL, B. F.; MCKEON, G. M.; GIFFORD, R. M.; CLARK, H.; STAFFORD-SMITH, M.; NEWTON, P. C. D.; LUTZE, J. L. Impacts of atmospheric composition and climate change on temperate and tropical pastoral agriculture. In: BOUMA, W. J.; PEARMAN, G. I.; MANNING, M. R., (Ed.). **Greenhouse: Coping with Climate Change**, Melbourne: CSIRO, 1996. p. 171-189.

COLE, E. F. **Avaliação dos efeitos terapêuticos obtidos com a alopatia e a acupuntura no tratamento de distúrbios neurológicos decorrentes da cinomose canina**. 1996. 204 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

COOP, R. L.; HOLMES, P. H. Nutrition and parasite interaction. **International Journal for Parasitology**, Oxford, v. 26, p. 951-962, 1996.

CORREIA, A. C. B.; FIORIN, A. C.; MONTEIRO, A. C.; VERÍSSIMO, C. Effects of *Metarhizium anisopliae* on the tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in stabled cattle. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 71, p. 189-191, 1998.

DAWKINS, J. From an animals point of view: motivation, fitness and animal welfare. **Behavioral and Brain Sciences**, New York, v. 13, p.1-61, 1990.

FINCH, V. A. Heat as a stress factor in herbivores under tropical conditions. In: GILCHRIST, F. M. C.; MACKIE, R. I. (Ed.). *Herbivore Nutrition in the Subtropics and Tropics*, **The Science Press**, Graighall, South Africa, p. 89-105, 1984.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm Animal Behaviour and Welfare**. London: Baillière Tindall, 1990.185. p.

GOMES, A. L. J.; BOTSARIS, A. S.; ANTUNES, R. C.; BOORHEN, R. L.; AZEM, R. P.; GONÇALVES FILHO, O. J. **Bases da medicina tradicional Chinesa**. Rio de Janeiro: Instituto de Acupuntura do Rio de Janeiro, 1993. 380 p.

GROSS W. S.; SIEGEL, P. B. Effects of early environmental stresses on chicken body weight, antibody response to RBC antigens, feed efficiency, and response to fasting. **Avian Diseases**, College Station, v. 24, p.569-579, 1981.

GUERRA, M. S. **Receituário caseiro**: alternativas para o controle de pragas de plantas cultivadas e seus produtos. Brasília: EMBRATER, 1985. 166 p.

HANSEN, L. B.; FREEMAN, A. E.; BERGER, P. J. Yield and fertility relationships in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, IL, v. 66, p. 293-305, 1983.

HOEKSTRA, J., LUGT, A. W. van der; WERF, J. H. J. van der; OUWIELTIES, W. Genetic and phenotypic parameters for milk production and fertility traits in upgraded dairy cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 40, p. 225-23, 1994.

KAY, B. H.; KEMP, D. H. Vaccines against arthropods. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, McLean, v. 50, p. 87-96, 1994.

KELLEY, K. W. Stress and immune function. A bibliographic review. **Annales de Recherches Vétérinaires**, Paris, v. 11, p. 445-78, 1980. Disponível em: <<http://www.bmn.com/search>>. Acesso em: 24 abril 2000.

KINGSOLVER, J. G. Weather and the population dynamics of insects: integrating physiological and population ecology. **Physiological Zoology**, Chicago, v. 62, p. 314-334, 1989.

LIGNON, G. B.; BOTTECCHIA, R. J. **Efeito da terapia de injeção em ponto de acupuntura em coelhos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 2 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 41).

LIU, G., DUNNINGTON, E. A.; SIEGEL, P. B., 1995. Correlated responses to long-term divergent selection for eight-week body weight in chickens: growth, sexual maturity, and egg production. **Poultry Science**, College Station, v. 74, p. 1259-1268.

LUITING, P., 1990. Genetic variation of energy partitioning in laying hens: causes of variation in residual feed consumption. **World's**

Poultry Science Journal, Beekbergen, v. 46, p. 133-15.

MANN, F. **Acupuntura**: a arte chinesa de curar. São Paulo: Hemus, 1982. 208 p.

MILLER, L. L.; SIEGEL, P. B.; DUNNINGTON, E. A., 1992. Inheritance of antibody response to sheep erythrocytes in lines of chickens divergently selected for 56-day body weight and their crosses. **Poultry Science**, College Station, v. 71, p. 47-52.

MONTEIRO, S. G.; CARNEIRO, M. E.; BITTENCOURT, V. R. E. P.; DAEMON, E. Efeito do isolado 986 do fungo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill sobre fêmeas ingurgitadas de *Anocenter nitens* Neumann 1897 (Acari: Ixodidae). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 50, p. 673-676, 1998.

PARRY, M.; CARTER, T. **Climate impact and adaptation assessment**. London: Earthscan, 1998. 166 p.

QURESHI, M. A.; HAVENSTEIN, G. B. A comparison of the immune performance of a 1991 commercial broiler with a 1957 randombred strain when fed 'typical' 1957 and 1991 broiler diets. **Poultry Science**, College Station, v. 73, p. 1805-1812, 1994.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 349 p.

RODRIGUEZ, M.; MASSARD, C. L.; DA FONSECA, A. H.; RAMOS, N. F.; MACHADO, H.; LABARTA, V.; FUENTE, J. de la. Effect of vaccination with a recombinant Bm86 antigen preparation on natural infestations of *Boophilus microplus* in grazing dairy and beef pure and cross-bred cattle in Brazil. **Vaccine**, Surrey, v. 13, p. 1804-1808, 1995.

ROGERS, P. A. M. **Postgraduate course in veterinary AP**. Sidney, 1991. Disponível em:
<<http://www.users.med.anth.gr/~karanik/english/vet/rogers.htm>>.
Acesso em: 12 mar. 1997.

SCHOEN, A. M. **Veterinary acupuncture, ancient art to modern medicine**. New York: Mosby, 1994. 707 p.

SUTHERST, R. W. Climate change and invasive species a conceptual framework. In: MOONEY, H. A.; HOBBS, R. J. (Ed.). **Invasive species in a changing world**. Washington: Island Press, 2000. p. 211-240.

SUTHERST, R. W. Ectoparasites and herbivore nutrition. In: HACKER, J. B.; TERNOUTH, J. H., (Ed.). **The Nutrition of herbivores**. Marrickville: Academic, 1987. p. 191-209.

SUTHERST, R. W.; KERR, J. D.; MAYWALD, G. F.; STEGEMANN, D. A. The effect of season and nutrition on the resistance of cattle to the tick *Boophilus microplus*. **Australian Journal of Agriculture Research**, Melbourne, v. 34, p. 329-333, 1983.

SUTHERST, R. W.; NORTON, G. A.; BARLOW, N. D.; CONWAY, G. R.; BIRLEY, M.; COMINS, H. N. An analysis of management strategies for cattle tick (*Boophilus microplus*) control in Australia. **Journal of Applied Ecology**, Melbourne, v. 16, p. 359-382, 1979.

THAMSBORG, S. M.; JØRGENSEN, R. J.; NANSEN, P. Internal parasitism of steers grazing at different stocking rates. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 39, p. 311-332, 1998.

VAN MIDDELKOOP, J. H.; SIEGEL, P. B. Classification of abnormal chicken eggs. **Poultry Science**, College Station, v. 55, p. 1563-1566, 1976.

WHARTON, R. H.; UTECH, K. B. W. The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae) to the assessment of tick numbers on cattle. **Journal of the Australian Entomological Society**, Brisbane, v. 9, p. 171-182, 1970.

WHARTON, T. H.; UTECH, K. B. W.; TURNER, H. G. Resistance to the cattle tick, *Boophilus microplus* in a herd of Australian Illawarra Shorthorn Cattle: its assessment and heritability. **Australian Journal of Agriculture Research**, Melbourne, v. 21, p. 163-181, 1970.

WHETTON, P. H.; FOWLE, A. M.; HAYLOCK, M. R.; PITTOCK, A. B. Implications of climate change due to the enhanced greenhouse effect on floods and droughts in Australia. **Climate Change**, Dordrecht, v. 25, p. 289-317, 1993.

WILLADSEN, P.; JONGEJAN, F. Immunology of the tick-host interaction and the control of ticks and tick-borne diseases. **Parasitology Today**, Essex, v. 15, p. 258-262, 1999.

Capítulo 16

Compostagem: Princípios, Práticas e Perspectivas em Sistemas Orgânicos de Produção

Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto

Introdução

Compostagem é uma maneira de processar os resíduos vegetais e animais e transformá-los em composto, ou húmus, que proporciona benefícios significativos para a agropecuária. Essa técnica, de tempos remotos, foi conhecida pelo Ocidente provavelmente a partir de observações feitas pelo Professor F. H. King, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, em 1909, e pelos experimentos de Sir Albert Howard, considerado o “Pai da Compostagem”, um inglês que trabalhou vários anos na Índia, nas primeiras décadas do século 20 (PEIXOTO, 1988).

Geralmente, a compostagem é uma técnica relativamente simples, que pode ser aplicada em diferentes situações de desenvolvimento agrícola, desde agricultores familiares descapitalizados com uso intensivo de mão de obra, agricultores empresariais ou que se utilizam de técnicas de capital intensivo, até os casos de industrialização, por exemplo, em usinas de reciclagem

de lixo urbano, em unidades de beneficiamento de grãos e na produção de adubos organo-minerais.

Contudo, alguns princípios devem ser levados em consideração, requerendo cuidados e acompanhamento de modo a garantir qualidade em sua elaboração e no húmus produzido. Por exemplo, durante o processo, a ação e a interação dos microrganismos também dependem da ocorrência de condições favoráveis, tais como temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e concentração e tipos de nutrientes disponíveis. É importante ter-se em mente que esses fatores ocorrem simultaneamente, sendo a eficiência da compostagem baseada na interdependência e no inter-relacionamento desses fatores.

Deve-se, também, lembrar, que quando o composto é aplicado ao solo, não funciona estaticamente como simples fornecedor de nutrientes, mas atua dinamicamente na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Além disso, um solo não é recuperado nem “construído” em apenas 1 ano, mas ao longo do tempo.

Contexto do manejo orgânico do solo

O manejo adequado do solo é um dos pilares da agricultura orgânica. Há que se desenvolver e aplicar soluções criativas para minimizar o uso de insumos industrializados e maximizar o uso dos recursos naturais, levando-se em consideração o controle da erosão e a utilização de práticas conservacionistas, a conservação ou a melhoria da fertilidade do solo e a dinâmica da biota no sistema solo/planta.

Numa abordagem agroecológica, o manejo da fertilidade do solo é um tópico particularmente complexo, envolvendo uma gama de variáveis. Variações naturais dos tipos de solos, clima, taxas de mineralização e sistemas de cultivo afetam os níveis de fertilidade

do solo e as tendências de esgotamento ou acúmulo de nutrientes (PEIXOTO, 1996, 1997a).

A disponibilidade de recursos locais – dentro ou fora da propriedade – para construir e manter a fertilidade, ajuda a determinar o conjunto de estratégias mais viáveis e os fatores sociais influenciam a adequação social e a aceitação das diferentes técnicas de manejo da fertilidade do solo. Esses fatores incluem:

- A intensidade de práticas agrícolas existentes.
- Estrutura da propriedade (incluindo o tipo de posse e a disponibilidade e divisão do trabalho).
- Níveis de conhecimento e cooperação social local.
- A existência de suporte técnico (PARROT; MARSDEN, 2002).

A fertilidade do solo deve ser tratada num contexto mais amplo, sendo consequência da ação dos ciclos naturais que se integram aos processos e transformações dos constituintes orgânicos e inorgânicos do solo. A matéria orgânica do solo (MOS) tem um papel importante, já que compreende grupos de componentes com funções múltiplas na expressão dos processos químicos, físicos e biológicos do solo (COLEMAN et al., 1989).

Uma característica importante da matéria orgânica é a manutenção de uma biomassa ativa, que é composta de comunidades diferentes de organismos, os quais atuam diretamente em numerosas transformações entre os constituintes orgânicos e inorgânicos do solo. Portanto, o papel funcional dos diferentes compartimentos da MOS está relacionado aos processos do solo, relativos à ciclagem (mineralização/imobilização) e disponibilidade (CTC, CTA) de nutrientes, agregação de partículas (proteção física da MOS) e complexação com metais (proteção química da MOS e controle da acidez – Al) (PEIXOTO, 1997a, 1997b).

O conhecimento das propriedades físicas e químicas das substâncias húmicas, assim como da atividade microbiana, indicam a necessidade de melhor aproveitamento dos resíduos rurais

(esterco, cama de aviários, restos de cultura, ervas daninhas, folhagens, etc.), utilizados num adequado manejo do solo, permitindo a manutenção e o incremento da produtividade do mesmo. A matéria orgânica física e quimicamente estabilizada é um reservatório importante, com um período de transformações intermediário, não só de C (carbono), mas tendo grande participação no suprimento de nutrientes, e na formação e estabilidade dos agregados em solos agrícolas.

Portanto, técnicas que favoreçam o aporte de matéria orgânica – e sua manutenção – são estratégias que podem auxiliar o processo de viabilização de unidades orgânicas. Por exemplo, a produção *in situ* de biomassa, via fotossíntese, e sua transformação em fertilizante orgânico, com o emprego de técnicas como a compostagem, o uso de biofertilizantes líquidos e a adubação verde (AV).

Aspectos gerais da compostagem

A diferença entre se adicionar ao solo diretamente os resíduos crus e o resíduo estabilizado (p. ex., proveniente da compostagem) em relação à resposta de uma cultura, quanto à sua nutrição, está na quantidade e época em que os nutrientes mineralizados estarão disponíveis para as plantas, assim como na intensidade com que influenciam os microrganismos do solo.

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia, durante o qual há desprendimento de gás carbônico, água (na forma de vapor) e energia, devido à ação dos microrganismos. Parte da energia é usada pelos microrganismos, para crescimento e movimento, sendo a restante liberada como calor, que se procura conservar na pilha (monte) de compostagem. Como resultado, a pilha se aquece, atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge o estágio de maturação.

O composto final, húmus, é constituído de partes dos resíduos orgânicos resistentes à decomposição, produtos decompostos e microrganismos mortos e vivos. Em outras palavras, a partir de uma mistura de restos de alimentos, frutas, folhas, esterco, palhadas, etc., obtém-se, no final do processo, um adubo orgânico homogêneo, com cheiro característico, de cor escura, estável, solto, pronto para ser usado em qualquer cultura, sem causar dano, e proporcionando melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Vários trabalhos têm mostrado que a aplicação de composto produz múltiplos efeitos sobre o solo e a cultura com o aumento da permeabilidade do solo, agregação das partículas minerais, fornecimento de micro e de macronutrientes, contribuindo para a correção da acidez, incrementando a população de organismos e melhorando a eficiência de uso dos nutrientes (HOWARD, 1947; BENGSTON; CORNETTE, 1973; HORTESTINE; ROTHWELL, 1973; TERMAN et al., 1973; GIORDANO et al., 1975; MAZUR, 1981; GUERRA; ALMEIDA, 1983; PEIXOTO et al., 1987, 1989a, 1989b; PEREIRA et al., 1988; ALVES; PASSONI, 1997; SOUZA, 1998; ABREU JÚNIOR et al., 2001; SANTOS et al., 2001).

O estado de maturação do composto é de fundamental importância para seu efeito como fornecedor de nutrientes às plantas e como condicionador de solos, auxiliando no crescimento destas. Por sua vez, o grau de decomposição também tem influência no potencial do composto no biocontrole de doenças de plantas causadas por patógenos do solo. Essa característica é conferida pela colonização microbiana diferencial do composto nas suas diversas fases e por esses microrganismos apresentarem diferentes mecanismos de biocontrole (HOITINK; BOEHM, 1999).

No entanto, apesar de ser uma tecnologia agrícola das mais antigas, não tem tido uso mais difundido em território brasileiro, por parte dos agricultores familiares. Isso se deve, principalmente, por ser uma prática intensiva em trabalho, além do composto ser muito volumoso para o transporte e ter qualidade variável em relação aos fertilizantes minerais. Também porque para sua inserção nos

sistemas de produção familiares requer, em geral, melhor conhecimento sobre o processo de compostagem e ajuste da tecnologia às especificidades locais, principalmente no que diz respeito ao aproveitamento dos resíduos orgânicos disponíveis, e à dificuldade de inserção da compostagem na rotina de atividades da unidade de produção familiar.

Outra causa é que, muitas vezes, os sistemas de produção não contemplam a criação de animais, e a falta de esterco é considerada uma limitação do processo em função do baixo teor de N nos resíduos vegetais em geral. Por sua vez, muitas vezes os sistemas com criação animal não reciclam o esterco, causando poluição ambiental, ou o fazem por meio de processamentos inadequados que promovem perdas elevadas de nutrientes.

Mesmo quando se faz a compostagem, muitas vezes a falta de conhecimento dos fatores que interferem no processo de decomposição dos resíduos e a correta maneira de manejá-los tem produzido material não estabilizado, ou com falta de qualidade, acarretando problemas na germinação de sementes ou no desenvolvimento de plantas, por excesso ou deficiência de N (nitrogênio), presença de substâncias tóxicas, sementes de plantas daninhas ou mesmo de patógenos.

Além das imposições da produção orgânica certificada, que tem estimulado o surgimento de tecnologias orgânicas, o aumento dos custos dos fertilizantes minerais solúveis e a crescente descapitalização dos agricultores familiares têm pressionado o retorno das técnicas de adubação orgânica. Nesse caso, surge uma nova oportunidade para a compostagem como opção para o manejo orgânico do solo, principalmente se considerarmos o potencial do trabalho participativo nas comunidades familiares, onde podem surgir iniciativas de especialização de produtores fabricantes de composto integrados com as necessidades ou com as demandas locais ou regionais, ou mesmo de mutirões para produção em maior escala.

Exemplos existem de iniciativas similares em comunidades de Java, na Indonésia, que tradicionalmente desenvolveram, ao longo do tempo, técnicas para produzir compostos específicos para diferentes culturas, considerando estratégias distintas, mas integradas de desenvolvimento entre regiões (TANNER et al., 2001).

Souza (1998) demonstrou a viabilidade do uso de composto na produção orgânica de hortaliças, a partir do emprego de capim napier (*Pennisetum purpureum*) como fonte de C (carbono) na compostagem, em regiões onde outros fertilizantes orgânicos sejam escassos ou tenham custos elevados. Contudo, nesse processo, balanços de nutrientes devem ser estabelecidos, para viabilizar a sustentação temporal desses sistemas de produção.

Dentre os nutrientes, o N (nitrogênio) é crítico, visto ser o de maior demanda metabólica pelas plantas, e as opções de fertilizantes sintéticos não são de uso permitido na produção orgânica, ao passo que em relação a outros nutrientes essenciais, há opções disponíveis.

Especial atenção deve ser tomada nos sistemas com solos degradados e com desbalanço de nutrientes, onde se pretende construir a fertilidade do solo com técnicas orgânicas de produção. Nesse caso, devem ser desenvolvidos estudos envolvendo a transformação de fertilizantes minerais em fertilizantes orgânicos, por exemplo, mostrando maior eficiência em relação aos fosfatos naturais brasileiros, ou mesmo estratégias durante um período de transição ou conversão, para diminuir o uso de insumos externos à propriedade.

Princípios da compostagem

Apesar de a compostagem ser uma técnica simples, alguns princípios devem ser levados em consideração, de modo a garantir qualidade em sua elaboração e no húmus produzido.

A transformação dos resíduos ocorre, principalmente, por meio da ação de organismos, podendo ser subdividida em duas etapas: uma física (desintegração) e outra química (decomposição). A primeira diz respeito à quebra mecânica dos resíduos, e na última, os resíduos são, primeiramente, decompostos em suas unidades estruturais básicas por enzimas extracelulares e, posteriormente, absorvidas e oxidadas pelos microrganismos, a fim de obterem energia e nutrientes inorgânicos para seu desenvolvimento, com consequente transformação da biomassa.

A decomposição da matéria orgânica pode ocorrer por dois processos: na presença de oxigênio (aeróbio) e na sua ausência (anaeróbio). De acordo com a disponibilidade de oxigênio livre, predominam microrganismos aeróbios ou anaeróbios, sendo os agentes mais destacados os fungos, as bactérias e os actinomicetos.

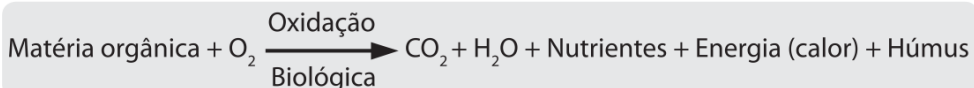
Na decomposição anaeróbia, que ocorre no interior do biodigestor, os organismos, ao metabolizarem os nutrientes, utilizam outros elementos químicos para respiração em lugar de oxigênio, decompondo os compostos orgânicos por um processo de redução lento e geralmente acompanhado de desprendimento de odores desagradáveis (H_2S).

A característica marcante do processo anaeróbio é a produção do gás metano (CH_4), que é combustível e usado em fogões, aquecedores, lâmpadas, geladeiras, geradores, etc. Após a decomposição, o efluente (biofertilizante) pode ser usado como adubo orgânico.

A compostagem é o processo de decomposição aeróbia, onde a ação e a interação dos microrganismos também dependem da ocorrência de condições favoráveis, tais como temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e concentração e tipos de nutrientes disponíveis. É importante ter em mente que esses fatores ocorrem simultaneamente, e que a eficiência da compostagem baseia-se na interdependência e no inter-relacionamento desses fatores.

Durante a compostagem, há desprendimento de gás carbônico, água (na forma de vapor) e energia, devido à ação dos microrganismos. Parte da energia é usada para crescimento e movimento, sendo a restante liberada como calor, que se procura conservar na pilha (monte) de compostagem. Como resultado, a pilha se aquece, atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge estágio de maturação. O húmus produzido é constituído de partes resistentes dos resíduos orgânicos, produtos decompostos e microrganismos mortos e vivos.

Em outras palavras, a partir de uma mistura de restos de alimentos, frutas, folhas, esterco, palhadas, etc., obtém-se, no final do processo, um adubo orgânico homogêneo, com cheiro característico, de cor escura, estável, solto, pronto para ser usado em qualquer cultura, sem causar dano, e proporcionando melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.



Características da compostagem

A seguir, são descritas, com algumas experiências práticas de manejo, as principais características do processo de decomposição aeróbia que foram sintetizadas dos seguintes trabalhos: Howard (1947), Kiehl (1957), Poincelot (1975), Financiadora de Estudos e Projetos (1977), Dalzell et al. (1979), Faazzen e Dijk (1979), Harada et al. (1981), Finstein et al. (1983), Minnich (1979), Correa et al. (1982), Tester e Parr (1983), Peixoto (1984), Morel et al. (1986), Riffaldi et al. (1986).

Organismos

A presença de organismos é fundamental, pois são os responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos até a formação do húmus.

Geralmente, os organismos que atuam na compostagem podem ser divididos de acordo com o tamanho, em microrganismos de dimensões até centenas de vezes menor que 1 mm (bactérias, actinomicetos, fungos, leveduras, algas, vírus), mesorganismos e macrorganismos, que podem ser vistos a olho nu (cogumelos, cupins, formigas, centopeias, lacraias, aranhas, besouros e minhocas). Muitos desses organismos estão presentes nos materiais crus e outros aparecem quando ocorrem condições favoráveis à sua sobrevivência (tipo de alimento, temperatura, etc.).

Normalmente, o solo tem mais organismos que qualquer tipo de palha, mas o esterco animal tem uma quantidade ainda maior. Portanto, uma maneira de se aumentar a quantidade de organismos para se processar a compostagem mais rapidamente seria a adição (inoculação) de esterco ou de solo superficial sob mata (capoeira) utilizando-se, principalmente, a cobertura de resíduos orgânicos em decomposição, bem como de um composto que esteja em fase adiantada de decomposição, à palhada que se pretende compostar.

O processo de compostagem desenvolve-se numa sequência de estágios mesofílico, termofílico, esfriamento e maturação (cura). Esses estágios estão intimamente relacionados com a evolução da temperatura da pilha.

Para cada estágio, predominam os microrganismos que se adaptam a tais condições, sendo que os principais fatores que afetam a velocidade do processo são aqueles que influenciam a atividade biológica. No início da compostagem, há uma predominância de bactérias, fungos e actinomicetos mesofílicos que decompõem proteínas, amidos, açúcares (carboidratos facilmente decomponíveis).

Com o aumento da temperatura a níveis superiores a 50 °C, devido à liberação de calor pelas reações exotérmicas, surgem os microrganismos termofílicos, enquanto os mesofílicos diminuem

sensivelmente em quantidade. Nessa fase, as bactérias e os actinomicetos são predominantes, sendo favorecidos tanto pela temperatura como pelo pH elevado ($\pm 7,0$). Os fungos termofílicos atuam na superfície da pilha.

As bactérias atacam lipídeos e frações de hemicelulose, enquanto a celulose é decomposta por actinomicetos e fungos, principalmente pelos primeiros, devido à sua população. Com a redução da temperatura, os microrganismos mesofílicos reaparecem, além dos mesorganismos e macrorganismos, embora estes possam ocorrer na superfície da pilha, mesmo durante o estágio termofílico.

Em relação aos macrorganismos, existem duas espécies de minhocas que são mais conhecidas por atuarem na compostagem: a *Eisenia foetida* ou minhoca-vermelha-da-califórnia, e a *Pheretima* sp., que é muito ativa ou puladora e apresenta um colarinho branco e bem visível.

Quando se pensa em usar minhocas no manejo da compostagem, devem-se considerar as exigências específicas para o desenvolvimento de cada espécie de minhoca, que permitam obter uma população elevada para meio de sua multiplicação em viveiros adequados para a posterior inoculação nas pilhas de compostagem, ou usar as minhocas para alimentação de animais, de seres humanos (concentrado proteico de farinha de minhoca) e na produção de vermicomposto (ver item Princípios da compostagem, neste capítulo).

Componentes orgânicos e relação C/N

Os resíduos orgânicos têm como elemento fundamental o C (carbono), que está organizado em estruturas simples ou complexas. O processo de compostagem é essencialmente uma reorganização biológica das frações de carbono dos materiais orgânicos, o que promove, por exemplo, a transformação de uma folha em corpos de milhares de microrganismos.

Os materiais orgânicos variam grandemente em sua composição (frações de carbono), tendo a seguinte ordem crescente de resistência à decomposição para diversos componentes:

- Açúcares, amidos e proteínas simples.
- Proteínas brutas.
- Hemicelulose.
- Celulose.
- Lignina e outras partes de gorduras e ceras.

Assim, os açúcares são simples na forma e facilmente solúveis em água, podendo ser prontamente absorvidos pelos microrganismos; as hemiceluloses são frações mais complexas e os microrganismos utilizam enzimas para degradá-las antes de absorvê-las; as ligninas são altamente resistentes, podendo demorar muito mais tempo para se decomponham (p. ex., serragem).

A parede celular das plantas é composta de três constituintes: celulose, lignina e hemicelulose. Como a lignina é particularmente difícil de biodegradar-se, ela reduz a biodisponibilidade dos outros componentes da parede celular, o que induz diferenças nas taxas de decomposição dos diferentes resíduos orgânicos, dependendo da composição desses elementos e porque a lignina é o componente mais recalcitrante, quanto maior for a sua proporção num resíduo, menor será a biodisponibilidade desse substrato.

Essas frações orgânicas apresentam teores distintos de C e de N. Conseqüentemente, quanto mais C tiverem, assim como mais complexas forem suas estruturas moleculares, serão mais energéticas e mais difíceis de se decompor. Raciocínio oposto pode ser feito em relação ao teor de N dessas frações, sendo que, geralmente, nas massas de materiais lenhosos encontram-se teores de 0,2% a 0,5% de N, enquanto plantas herbáceas, como as gramíneas, têm normalmente de 0,5% a 1,5% de N, e as leguminosas de 1,5% a 3,0% de N. Portanto, o conhecimento da

relação C/N de um material orgânico reflete o grau de resistência à sua decomposição.

A quantidade de N requerida por unidade de C varia com os tipos de microrganismos envolvidos no processo, sendo que, geralmente, 30 partes de peso de C são usadas pelos microrganismos por cada parte de N. Portanto, uma relação C/N entre 26 e 35 proporciona uma rápida e eficiente compostagem. Se for muito maior, o resíduo irá demorar muito tempo para se decompor; se for menor, então o N será perdido em grande parte na forma de gás, já que está em excesso e, durante a compostagem, os microrganismos não conseguem absorver tudo, por limitação de C.

Além disso, quanto maior for a diversidade de resíduos orgânicos (palhadas diversas, esterco, urina, folhagens, etc.) utilizados para se fazer a compostagem, mais se aproxima a relação C/N do ideal, obtendo-se um produto final (composto) mais rico em teores de nutrientes e compostos húmicos, o que é desejável para a agricultura.

Espécies leguminosas, dejetos animais e vegetação verde ou nova geralmente grande quantidade de N e menor relação C/N do que gramíneas, folhas secas e serragens ou galhos de árvores. Se os resíduos misturados – para fazer compostagem – tiverem uma reduzida quantidade de N, então a leira ou monte não irá aquecer muito, refletindo sua baixa decomposição. Se a quantidade de N for muito alta no material misturado, os organismos perdem eficiência de utilizar o N disponível, devido ao excesso, e a leira poderá esquentar demais, promovendo perda excessiva de N como gás amônia. Nesse caso, ocorre ainda a morte dos microrganismos da compostagem, sendo que ela poderá, também, se tornar anaeróbia pelo rápido consumo do oxigênio, acumulando gás carbônico. As perdas gasosas podem ser maiores quando o valor do pH fica maior que 8, que se percebe com a produção do odor característico de excesso de amônia.

Um composto curado, ou melhor, estabilizado deve ter a relação C/N igual ou menor que 18, normalmente chegando a 10, podendo ser aplicado próximo ao plantio, sem causar qualquer dano às culturas, aumentando a eficiência do uso de nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, etc.) pelas plantas. Por sua vez, para se evitar a perda de nutrientes do composto, é importante que se reduza a lavagem das pilhas durante e após a compostagem, protegendo-as contra as chuvas pesadas, molhamento em excesso e enxurradas.

Entretanto, se quando aplicado o resíduo tiver relação C/N alta (baixo teor de N), para decompor esse resíduo, os microrganismos irão utilizar o N do solo e competir com a planta, causando deficiência de N nesta. Isso só não ocorre com resíduos de difícil decomposição pelos microrganismos, por serem ricos em lignina (p. ex., serragem), que precisaria de uma população grande de microrganismos específicos capazes de decompô-la e então causar dano à cultura. Caso o resíduo tenha relação C/N muito baixa (alto teor de N), haverá rápidas perdas de N, principalmente por volatilização (NH_3), fazendo com que a planta não utilize todo o N presente no resíduo.

Aeração

Um suprimento adequado de ar é essencial a todas as partes da pilha, para se fornecer oxigênio aos organismos e se retirar o gás carbônico produzido. A ausência de ar (condições anaeróbias) proporciona o desenvolvimento de tipos diferentes de microrganismos e uma decomposição mais lenta. O tamanho das pilhas, a natureza do material, o tamanho das partículas, o teor de umidade e o número de reviramentos influenciam diretamente a aeração.

Em princípio, nenhuma parte da pilha deve ficar a mais de 75 cm de uma fonte de ar. A pilha não deve ser pequena nem grande demais, pois no primeiro caso, há grande perda de umidade, enquanto no segundo caso, geralmente ocorre a compactação, o que prejudica a troca de gases, aumenta o tempo de compostagem

e dificulta o manejo da pilha. Essa deve ter cerca de 1,50 m de altura, 2,00 m de largura e comprimento variável, conforme a quantidade de resíduos disponíveis; essas dimensões possibilitam condições ótimas de manejo e de composição dos resíduos.

Uma boa aeração da pilha está relacionada com as características de seus componentes em termos de forma, tamanho e estrutura. Assim, se o tamanho das partículas dos resíduos crus for muito pequeno, os espaços entre eles serão, também, muito pequenos, prejudicando a aeração pela redução do tamanho dos poros entre as partículas e mesmo devido à compactação do material.

Caso as partículas sejam muito grandes, a área superficial para ataque pelos microrganismos será muito reduzida e os espaços entre elas serão muito grandes, prejudicando a retenção do calor e tornando lenta a decomposição, ou até interrompendo-a. O tamanho ideal das partículas deve variar de 1 cm a 5 cm, sendo, normalmente, necessário picar-se ou triturar-se o resíduo existente.

Esse padrão possibilita equilíbrio adequado entre aeração e área superficial das partículas expostas à ação microbiana, favorecendo, também, as condições de umidade e o manuseio da pilha. A umidade interfere na troca de gases, sendo que, teores de umidade elevados prejudicam a aeração, promovendo então uma decomposição anaeróbia.

Para se favorecer a aeração na massa de resíduos, podem ser empregados alguns métodos, quais sejam:

- Montagem das pilhas sobre pedaços de madeira (troncos, galhos, estrados, bambu, etc.).
- Uso de tubos respiratórios inseridos nas pilhas, ou mesmo canais feitos com bambu, que após serem retirados, deixam orifícios em vários locais na pilha.
- Reviramento contínuo ou periódico (1 a 4 vezes por mês), usando-se garfos, pás, tratores, etc. Além de proporcionar um arejamento eficiente, o reviramento homogeneiza o

material por meio da mistura das partículas internas com as externas, permitindo melhor ação dos microrganismos, aproveitamento total dos resíduos e decomposição mais rápida. Na fase inicial da compostagem, a aeração é fundamental para favorecer máxima atividade microbiana.

- Utilização de aeração forçada no interior da pilha, fluindo descontínua ou continuamente, usando-se sistemas mais simples de ventilação ou equipamentos especiais em usinas de compostagem de grande porte.

Como podemos observar, esses métodos variam em complexidade, intensidade de uso de mão de obra e custo. Portanto, o importante é o indivíduo considerar os princípios básicos e adaptá-los à sua realidade.

Umidade

Como qualquer ser vivo, os microrganismos necessitam de água para viver e, para tanto, o teor de umidade apropriada na compostagem deve ser entre 40% e 60%.

Em termos práticos, equivale quando, ao se pegar o material, sente-se que o mesmo está úmido, mas não escorre água quando comprimido. Se estiver abaixo de 40%, a atividade microbiana se reduzirá bastante, até a estagnação do processo de decomposição em níveis abaixo de 30%. Caso esteja acima de 60%, além de diminuir a temperatura das pilhas, irá dificultar a troca de gases, transformando-se numa decomposição anaeróbia que, além de ser mais lenta, exala odores desagradáveis e pode atrair moscas.

Devido ao calor gerado pela ação dos microrganismos na decomposição dos resíduos, a pilha tenderá a secar e a velocidade de decomposição decrescerá a quase zero. O mesmo ocorre em regiões de pouca chuva, de clima quente, de excesso de vento e de condições de aeração excessiva.

Molhar a pilha na sua montagem – e durante os reviramentos – proporciona melhor umedecimento.

Quando há carência de chuva, a pilha em formato quadrado (com corte lateral) permite maior penetração de água ao ser irrigada ou quando chover. A pilha de formato triangular (com corte lateral) evita maior penetração de água em seu interior, principalmente quando em fase mais adiantada de decomposição. Nesse caso, as partículas terão maior capacidade de retenção de água que só penetrará até cerca de 15 cm, formando, então, pequena crosta formada pelo entupimento dos poros por partículas de tamanho minúsculo e pela saturação em água das partículas, fazendo com que o excesso de água escorra pela superfície. Quando há necessidade de se molhar a pilha, essa crosta é prejudicial. Por isso, o umedecimento deve ser feito durante o reviramento.

Uma forma de se manter a umidade da pilha por mais tempo, pela redução da evaporação, é fazer compostagem em buracos de até 60 cm de profundidade. Essa prática, além de promover maior contato com o solo, permite maior eficiência na ação microbiana. Entretanto, em casos de chuva em excesso, ocorre saturação de água, o que não é desejável. Além disso, os resíduos são depositados num buraco, diminuindo a eficiência no manejo da compostagem.

As pilhas podem ser feitas perto de árvores que promovem sombreamento e protegem de ventos em excesso, mantendo a umidade por mais tempo.

Em caso de excesso de chuva, o terreno deve apresentar boa drenagem, ou pequeno declive. Nesse caso, as pilhas devem ser orientadas no sentido da maior inclinação do terreno, evitando-se o represamento de água, bem como deve ser feito um sistema de canaletas em volta das pilhas, para protegê-las das enxurradas.

A construção de um sistema de coleta do chorume das pilhas, caso estas sofram lavagem, permite seu uso em hortas, pomares e até para a rega das mesmas. Também é interessante proteger as pilhas das chuvas com coberturas de material impermeável, tais

corno plástico, folha de coqueiro, folha de bananeira, sapé, etc. Isso também deve ser feito quando se pretende armazenar o composto curado.

Quanto mais avançado estiver o estágio de decomposição dos resíduos, maior será a capacidade de retenção de água, indicando a necessidade de maiores cuidados, já que é desejável que o composto tenha o mais baixo teor possível de água. Uma maneira de se extrair o excesso de umidade seria promover reviramentos intensivos, ou espalhar o material em terreno, de preferência, sombreado, em dias quentes, com sol pleno e vento constante.

Contudo, muitas vezes, o agricultor fica impossibilitado de controlar a umidade das pilhas, pois normalmente depende de condições climáticas favoráveis.

Temperatura

No processo de compostagem, quando os microrganismos oxidam a matéria orgânica, ou seja, promovem a quebra das ligações entre moléculas de carbono nas substâncias orgânicas, há liberação de energia na forma de calor. A compostagem feita em pilhas sofre influência da temperatura ambiente sobre o monte de resíduos em decomposição, observando-se um gradiente crescente de temperatura, desde a superfície até o centro.

Entretanto, os resíduos orgânicos dispostos em pilhas possuem propriedades isolantes relativamente boas, que permitem reter o calor liberado das reações biológicas exotérmicas, podendo atingir temperaturas maiores que 60 °C.

Uma pilha com cerca de 1,50 m de altura, 2,00 m de largura e comprimento variável, proporciona condições ideais para o acúmulo do calor, que também sofre influência direta do tamanho da partícula, do teor de umidade, da aeração, do tipo e quantidade de resíduos presentes, da relação C/N, da presença de microrganismos e da temperatura ambiente. Inverno rigoroso prejudica a

compostagem e qualquer prática que permita a conservação do calor é favorável.

Quando em condições boas, a proliferação e a atividade microbiana na pilha promovem um comportamento característico de evolução da temperatura, dividido em quatro fases distintas: aumento da temperatura, pico da temperatura, esfriamento e maturação (Figura 1).

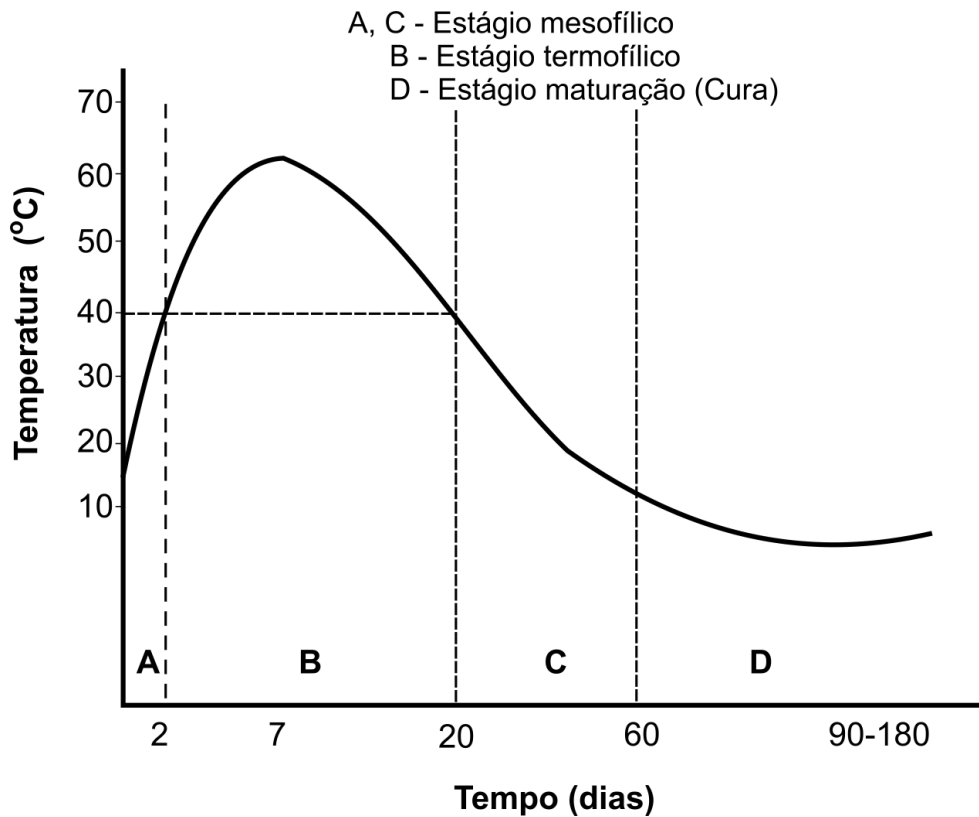


Figura 1. Variação da temperatura, na pilha, durante a compostagem.

O aumento da temperatura até atingir de 40 °C a 45 °C corresponde ao estágio mesofílico e isso ocorre poucos dias após a montagem da pilha. A seguir, a temperatura sobe de 40 °C a 60 °C, dando-se o estágio termofílico, quando a decomposição é máxima, podendo durar mais de 20 dias. Nessa fase, deve-se evitar o excesso de revolvimentos. A partir desse período, a pilha vai

diminuindo de tamanho e ficando mais escura, um reflexo da decomposição das substâncias orgânicas promovida pela atividade microbiana.

Geralmente, considera-se que 60 °C é o pico de temperatura ideal, pois os organismos patogênicos e sementes de ervas daninhas são destruídos pelo longo tempo de exposição a essas condições, sem contudo haver perda excessiva de nutrientes como o nitrogênio. Entretanto, temperatura igual ou maior que 65 °C é desaconselhável devido à diminuição da taxa de decomposição causada pela morte dos microrganismos. Nessas condições, quando os resíduos têm relação C/N menor que 25, pode ocorrer autocombustão, ou seja, em condições mínimas de umidade, os resíduos podem pegar fogo e se transformar em cinza. Portanto, há a necessidade de se acompanhar o aumento da temperatura e o teor de umidade, adicionando-se água, para se evitar condições extremas (Figura 1).

Após o estágio termofílico, a temperatura vai diminuindo gradativamente, até atingir a temperatura ambiente, considerando-se, então, o composto estável. Contudo, um composto com temperatura baixa, por si só, não significa que esteja estável, pois a atividade microbiana pode estar limitada pela ausência de aeração ou umidade adequadas, assim como por quaisquer fatores que afetem a atividade microbiana, o que influi diretamente no tempo de duração da compostagem (3 a 6 meses). Assim, devem-se observar esses aspectos, a fim de se caracterizar a maturidade do composto.

pH

Geralmente, no início da compostagem, o valor do pH dos resíduos orgânicos é levemente ácido, entre 5,0 e 6,0. Nos estágios iniciais da decomposição, a produção de ácidos orgânicos pode provocar um rápido decréscimo do pH. Essa condição ácida favorece o crescimento de fungos e a quebra de lignina e de celulose.

Conforme a compostagem progride, os ácidos orgânicos são neutralizados e, em poucos dias, ocorre uma recuperação rápida, atingindo valores entre 6,0 e 8,0, aí permanecendo até o final do processo, com possibilidade de pequena queda (Figura 2). Já que a faixa ótima de variação do pH para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos está entre 6,5 e 8,0, se bem conduzida, a compostagem de resíduos orgânicos não apresenta problemas para o controle de pH.

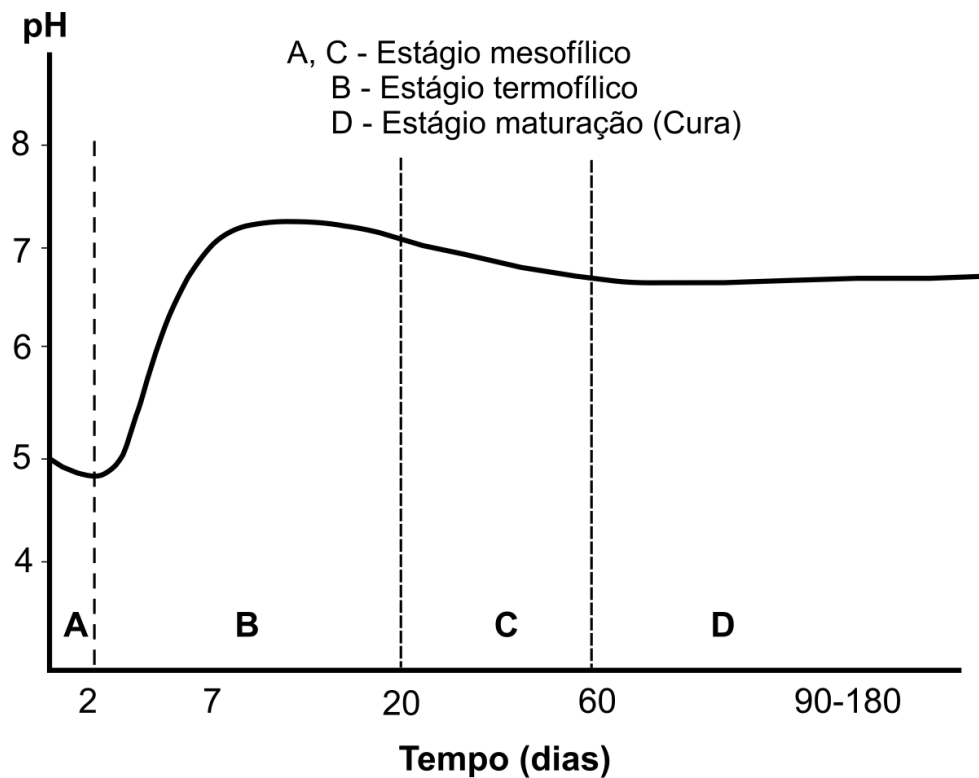


Figura 2. Variação do pH na pilha durante a compostagem.

O pH na pilha pode ser problema apenas quando se faz compostagem utilizando-se somente um resíduo que mantenha o pH abaixo de 6,5 durante o processo, e nesse caso haveria necessidade de se adicionar calcário, de modo a elevar o pH e, assim, promover melhor desenvolvimento dos microrganismos. Contudo, geralmente não se recomenda a aplicação de calcário com

essa finalidade, pois se aplicado em excesso, poderá promover perda de N pela produção de gás amônia (NH_3) a partir do amônio solúvel (NH_4^+) existente.

Comportamento de alguns nutrientes na compostagem

Nitrogênio

O teor de N (nitrogênio) da biomassa das plantas começa a se modificar várias horas após sua colheita. Folhas rígidas, por exemplo, aumentam o teor de N na forma de amina, devido à transformação das proteínas. Essas mudanças são induzidas pelas enzimas e ocorrem por vários dias, sendo que, no processo de compostagem, poderiam ser resumidas na sequência a seguir:

- Microrganismos metabolizam o N inorgânico, de preferência na forma de amônio (NH_4).
- Compostos nitrogenados insolúveis são degradados para formas solúveis, antes de serem usados pelos microrganismos.
- Amônia (NH_3) é produzida pela de-aminação dos aminoácidos proteicos.
- À medida que o N solúvel diminui, o N insolúvel (provavelmente proteína) e a-amina e amida aumentam. Após 3 meses, a quantidade de a-amina se torna constante, mas a da amida diminui gradativamente.
- Inicialmente, o N solúvel é N orgânico solúvel e amônia. Após 100 dias, em grande parte, eles são transformados em nitrato (NO_3).

Essas reações indicam que o N é um elemento essencial para a vida microbiana e sua ausência limita, automaticamente, a decomposição dos resíduos orgânicos.

A limitação ocorre, principalmente, quando usamos resíduos com relação C/N alta, maior que 35.

Parte do N é normalmente perdida da pilha de compostagem na forma de amônia, em condições de valores de pH maiores que 7,0 e temperatura superior a 60 °C. Essa perda pode ser diminuída, evitando-se:

- Predomínio de resíduos com baixa relação C/N quando da montagem da pilha.
- Excesso de reviramento na fase termofílica da compostagem.
- A carência ou o excesso de umidade na pilha.
- Que a temperatura seja maior que 60 °C.

Outra forma de perder N da pilha é na forma de nitrato, quando há excesso de umidade, que promove sua lavagem e qualquer prática que a evite deve ser feita.

Os resíduos com relação C/N baixa, menor que 25, tal como urina, esterco, restos de matadouro, resíduos de plantas leguminosas são usados na compostagem como fontes de N, e quando misturados com resíduos de relação C/N alta, obtém-se uma relação C/N total média, apropriada ao desenvolvimento microbiano. Esses resíduos também possuem outros elementos valiosos para um composto de melhor qualidade e como se decompõem rapidamente, eles também podem ser fonte de microrganismos, quando se esperam alguns dias para misturá-los aos outros resíduos.

O uso de palha seca, como cama de animais, permite a retenção da urina (rica em N) que é normalmente perdida e, assim, consegue-se reciclar grande parte do N.

Cerca de 98% do N no solo estão na forma orgânica, e normalmente o N na forma inorgânica (fertilizantes) está sujeito a grandes perdas. Portanto, o manejo orgânico desse nutriente (adubação orgânica) é de relevante importância em sua dinâmica no solo, permitindo maior eficiência no seu aproveitamento pelas culturas.

Calcário

O calcário pode ser utilizado, principalmente, como fornecedor de nutrientes, Ca (cálcio) e Mg (Magnésio), em quantidades de 1% a 2% em relação ao peso seco (conteúdo de sólidos) dos resíduos orgânicos.

Portanto, não deve ser utilizado em grandes quantidades pois, além de aumentar o custo, obtêm-se condições de alcalinidade, o que leva à perda de nitrogênio, devido à volatilização na forma de amônia (NH_3). Além disso, altera os níveis de população dos microrganismos atuantes, causando prejuízos ao processo.

Fósforo

Alguns trabalhos indicam que o uso do fosfato de cálcio aumenta a taxa de decomposição dos resíduos e a conservação de N. No entanto, em concentrações superiores a 2%, a decomposição é inibida. Esse aumento da taxa de decomposição ocorre, principalmente, nas frações de celulose e de hemicelulose. Isso resulta de um aumento nos organismos decompositores de celulose, devido à adição de fosfato, que também conserva o N, por causa da diminuição do número de bactérias do número de bactérias denitrificantes.

A adição de fosfato natural de baixa solubilidade (p. ex., fosfatos de Araxá e Patos de Minas) na pilha de compostagem praticamente não aumenta o teor de P (fósforo) disponível desses fosfatos, porque os fatores que atuam em sua solubilização (p. ex., baixos valores de pH e de P e Ca na solução) não ocorrem de forma

expressiva. Por sua vez, para que haja efeito da ação de microrganismos solubilizadores de fosfatos, estes deveriam estar presentes numa população predominante. Contudo, isso não ocorre, devido à variação de populações microbianas conforme as mudanças dos fatores físicos e químicos durante a compostagem.

A aplicação de fosfatos naturais em solos ácidos pode ser interessante em sistemas de rotação de culturas com 2 a 3 anos de pastagens, adubação verde com plantas de alta capacidade de absorção de P dos solos, ou culturas perenes (frutíferas, florestais, etc.).

Entretanto, quando se adicionam fontes de P (fósforo) solúveis (superfosfatos), fosfatos parcialmente solúveis ou termofosfatos, à pilha de compostagem, o P (fósforo) que participa do processo de decomposição dos resíduos é imobilizado pelos microrganismos, ficando, portanto, numa forma orgânica.

Quando o composto enriquecido é aplicado a um solo ácido com presença de óxidos-hidróxidos de Fe (ferro) e Al (alumínio) (responsáveis pela alta adsorção de P (fósforo) dos fertilizantes), o fósforo fica protegido de ser adsorvido por estar na forma orgânica, permitindo melhor absorção pelas plantas, pois sua mineralização ocorre gradativamente.

O P é um elemento interessante a ser usado na compostagem, pois nossos solos normalmente são deficientes nesse elemento, apresentam alto poder de adsorção e, além disso, geralmente os compostos apresentam teores de P menores que 0,2%.

Cinza

A cinza pode ser usada em pequenas quantidades, geralmente de 1% a 2 % do peso seco dos resíduos orgânicos, tendo em vista o enriquecimento do composto com elementos nutritivos.

Assim como os resíduos orgânicos, a cinza varia em teor de nutrientes conforme o tipo e a quantidade de madeira utilizados, apesar de ser normalmente mais rica em K e Ca.

Preparo do composto

O conhecimento básico da evolução dos fatores físicos e químicos que ocorrem durante a compostagem é fundamental para se decidir sobre os melhores locais e manejos, a fim de se obter um composto de boa qualidade.

Por se tratar de um processamento refinado de resíduos orgânicos, a compostagem requer certo trabalho e cuidados na sua condução. Contudo, os benefícios que o composto proporciona ao solo servem de estímulo à sua adoção, e certamente a criatividade do agricultor em adaptar essa técnica ao seu dia a dia terá um peso enorme no seu sucesso, junto às diversas práticas agrícolas conduzidas na propriedade.

Escolha do local

Para se auxiliar na escolha do local para fazer o composto, deve-se ter em mente alguns itens:

- Culturas a serem beneficiadas.
- Quantidade e tipo de resíduos orgânicos disponíveis.
- Quantidade do composto a ser produzida.
- Coleta e armazenamento de resíduos.
- Época do ano (seca ou chuvosa).
- Transporte dos resíduos.
- Transporte do composto.
- Local a ser aplicado.
- Disponibilidade de água
- Declividade do terreno.
- Drenagem do terreno.

Geralmente, a primeira dúvida que ocorre é a de se fazer a compostagem junto à criação de animais ou no local onde o

composto será aplicado.

As vantagens de se fazer a compostagem junto aos sistemas de criação dos animais semiconfinados ou confinados seriam principalmente:

- Facilidade de acesso à água.
- Diminuição do transporte do esterco ou cama de animais.
- Melhor acompanhamento do processo.
- Melhor aproveitamento da mão de obra.

As desvantagens seriam o transporte do composto para distribuição no campo e a longa distância de coleta dos resíduos vegetais (restos da debulha das culturas, roçadas, capina de cordão vegetado, etc.). É interessante notar que em ambos os casos o item transporte está presente.

Entretanto, o item de maior importância é a disponibilidade de água, pois nenhum organismo sobrevive sem água, e sua falta interrompe todo o processo de decomposição dos resíduos.

O preparo do composto próximo a qualquer fonte de água (olho d'água, rio, depósito d'água, etc.) seria o mais apropriado. A escolha do local deve buscar a proteção da compostagem de excesso ou carência de água. Assim, devem-se montar as pilhas em locais com as seguintes características:

- Protegidos do vento.
- Protegidos da insolação.
- Não sujeitos a enxurrada.
- Com boa drenagem, não permitindo empoçar água.
- Com certa declividade; neste caso, construir as leiras com o comprimento no sentido da queda do terreno, fazendo também canaletas em sua volta.

Onde há, normalmente, ocorrência de seca prolongada, fazer a compostagem em buracos com profundidade máxima de 60 cm.

As ervas daninhas – que estiverem próximas às pilhas de compostagem – devem ser controladas, pois podem infestar o composto com suas sementes, principalmente quando favorecidas pelo vento.

Se possível, é interessante fazer as pilhas sempre nos mesmos locais, pois o solo abaixo delas terá populações cada vez maiores de microrganismos, minhocas, pequenos insetos, etc., facilitando a entrada desses organismos nas pilhas recém-construídas.

Escolha dos resíduos

Os resíduos a serem usados no preparo do composto podem e devem ser os mais variados possíveis, obtendo-se, com isso, efeitos favoráveis como:

- Melhoria da compostagem devido ao melhor equilíbrio da relação C/N, e ao desenvolvimento heterogêneo de organismos promovido pela presença de diferentes frações orgânicas.
- Composto mais completo em termos de teores de nutrientes.
- Composto com coloides orgânicos de diferentes graus de resistência (durabilidade) no solo, atuando de maneira mais completa nas propriedades químicas, físicas e biológicas, em curto, médio e longo prazo.

Em princípio, qualquer material orgânico pode ser usado:

- Palhada de debulha de culturas.
- Restos de vegetais ainda verdes.
- Varredura de folhas de árvores.
- Gravetos.
- Bagaço de cana.
- Serragem.
- Esterco e urina animal.

- Restos de animais mortos.
- Restos de comida.
- Resíduos de horta, pomar, capineiras, cordões vegetados, etc.

Nesse caso, estaria incluída, por exemplo, a prática de roçar uma capoeira e empilhar seus resíduos orgânicos, ao invés de queimá-los.

Após a decomposição da maior parte, quando não se distingue mais qual o material original, faz-se a distribuição, na lavoura, desse material decomposto, e os mais resistentes que ainda não se decompuseram poderiam ser utilizados como lenha.

Geralmente, os resíduos vegetais jovens, até próximo ao florescimento, têm maiores teores de N e de água e as frações orgânicas são mais simples, ocorrendo o contrário, quando as plantas estão em fase final de desenvolvimento, principalmente nas gramíneas com teores mais elevados de celulose, hemicelulose e lignina (consequentemente com relação C/N maior que as leguminosas).

Quanto maior for a relação C/N, maior resistência terá o resíduo para se decompor, exigindo a presença de microrganismos capazes de fazê-lo. A serragem é um exemplo, e a aplicação de grandes quantidades poderá prejudicar a compostagem.

Portanto, é necessário aplicá-la em pequenas quantidades na pilha, ou fazer uma pré-digestão, usando-a como cama de animais onde a mistura com esterco e urina promove melhor ação microbiana, podendo-se, nesse caso, fazer, inclusive, pilha para compostagem.

Outra opção de uso da serragem é sua aplicação e leve incorporação no solo, misturada com esterco animal, plantando-se adubo verde em seguida. Apenas posteriormente, deve ser feito uso de uma cultura de valor econômico. Certamente, dependendo do tipo de madeira, a serragem apresentará maior ou menor resistência à decomposição.

O esterco pode ser de qualquer animal criado na propriedade, como boi, cavalo, burro, ovelha, carneiro, búfalo, porco, cabra, coelho, galinha, ganso, peru, codorna, etc. O valor do esterco animal varia com o tipo de alimentação, idade, condição física e sanitária do animal e produto obtido (por exemplo, leite, carne, ovos, etc.).

Normalmente, o esterco de animais jovens é mais pobre em nutrientes do que o de animais adultos, já que estão em fase de crescimento e aproveitam quase todos os nutrientes para sua formação. Geralmente, o esterco contém $1/3$ do N, $1/5$ do K e quase todo o P não aproveitado pelo animal, além do que cerca de 30% de sua massa pode corresponder à presença de microrganismos (bactérias), o que torna valiosa sua participação na compostagem. A urina animal geralmente contém $2/3$ do N, $4/5$ do K, mas muito pouco P, sendo que esses elementos estão prontamente disponíveis (formas solúveis).

Tabelas com a composição dos diferentes resíduos orgânicos podem ser encontradas nos trabalhos de Kiehl (1985) e Igue et al. (1984). Deve-se evitar o uso de todo e qualquer resíduo inorgânico: latas, plásticos, borrachas, vidros, louças, etc., pois eles não se decompõem e poluem o meio ambiente.

Os resíduos orgânicos devem ser coletados em quantidades adequadas à produção de composto, conforme a extensão da área a ser melhorada. Geralmente, a perda de volume da pilha após a compostagem pode variar de 50% a 70% e cada metro cúbico de composto produzido pode pesar mais de 1.000 kg. Por exemplo, uma pilha com dimensões iniciais de 1,5 m de altura, 2,0 m de largura e 10,0 m de comprimento, terá 30 m^3 de resíduo fresco.

Após a compostagem, poderá produzir cerca de 12 t de composto, que, se tiver 50% de umidade, terá, então, 6 t de materiais sólidos. Esses cálculos são aproximados, pois variam conforme o tipo e quantidade dos resíduos usados, influenciando na sua densidade (peso/volume), assim como no grau de decomposição e na capacidade de retenção de água dos mesmos.

Montagem das pilhas

Normalmente, quando o agricultor recicla os resíduos orgânicos existentes na propriedade, ele o faz de modo isolado, ou seja, recicla-os separadamente. Muitas vezes, a quantidade de esterco produzido é aparentemente pequena, o que desestimula o agricultor de coletá-lo e reciclá-lo. A compostagem viabiliza essa prática, pois quando se mistura o esterco com outros resíduos vegetais, além de se promover o aumento de volume do material reciclado, melhora-se a eficiência de uso dos nutrientes como um todo.

A disposição – bem como a mistura desses materiais em pilhas – dependem da escolha de um método de compostagem associado ao poder de criatividade e de decisão do agricultor, quando leva em consideração os princípios da compostagem e fatores relacionados à sua realidade, entre eles a disponibilidade de:

- Espaço e construções.
- Tipo e quantidade de resíduos orgânicos.
- Periodicidade de uso do composto.
- Tempo para se dedicar à compostagem.
- Mão de obra e equipamentos.
- Meios para transporte e aplicação do composto.

O método Indore de compostagem, um processo refinado de reciclagem de resíduos orgânicos, foi desenvolvido por Sir Albert Howard, em Indore, na Índia, de 1905 a 1934. É um método tradicional e sistemático de se disporem os materiais orgânicos em camadas alternadas, até se formar uma pilha sobre o solo ou em cavidades com 60 cm de profundidade.

O procedimento original consiste em se fazer uma camada de gravetos como base, sobre a qual se coloca uma camada de 15 cm de resíduos vegetais verdes ou secos (folhas, palhas, etc.), seguindo-se uma camada de 5 cm de esterco animal salpicada com um pouco de solo, repetindo-se a ordem das camadas até atingir 1,5 m de altura.

Normalmente, usa-se uma proporção em volume de 3 a 4 partes de material vegetal para 1 parte de esterco animal. A largura da pilha corresponde a 2,5 m e o comprimento é variável. A montagem da pilha é feita o mais rápido possível, de modo a otimizar as condições para o desenvolvimento microbiano, pois qualquer material orgânico, quando perde a vida, entra imediatamente em decomposição.

A colocação de uma camada de gravetos com pedaços de madeira ou galhos, como base da pilha, permite melhor fluxo de ar, que ao entrar pela parte inferior da pilha, promove um efeito semelhante ao de uma chaminé. Após cada sequência de camada de resíduos, adiciona-se água, promovendo-se condições de umidade homogênea em toda a pilha, após sua montagem.

Em princípio, os diversos métodos existentes são modificações do método Indore, em função dos resíduos disponíveis, forma de acondicionamento dos resíduos, bem como da realidade local e da criatividade de cada indivíduo. Dejetos humanos, lodo de esgoto, lixo urbano, restos de comida, resíduos de beneficiamento de sementes, tortas vegetais, etc., são alguns dos diversos materiais que podem ser usados.

Os materiais podem, também, ser acondicionados em caixas de madeira abertas (beneficiada ou não), tijolos, barris, latões, telas ou cercados desmontáveis, variando-se a entrada de ar por frestas, buracos, etc., bem como em camadas alternadas em forma horizontal, vertical ou em pilhas separadas, fazendo-se a mistura e reviramentos com periodicidade variada.

Nota-se que o acondicionamento dos resíduos pode ter custo variável, conforme a disponibilidade financeira e o interesse do agricultor, tendo como principais objetivos:

- Conservar melhor o calor produzido nas pilhas, pela atividade microbiana, quando em pilhas pequenas ou em períodos de inverno rigoroso.
- Diminuir a perda excessiva de umidade.

- Evitar desmanche da pilha pelo ciscamento das galinhas.
- Prover a cobertura de proteção às chuvas.
- Funcionar como estoque de húmus, após o término da compostagem.

Uma opção muito interessante, para misturar os diferentes resíduos, é utilizar materiais vegetais como cama animal, ou seja, espalhar esses materiais onde os animais ficam reunidos (tanto em sistema de criação de confinamento, semiconfinamento, ou de recolhimento dos animais em estábulos apenas para dormir). Nesse caso, conforme os animais prosseguem, defecando e urinando, estarão misturando e quebrando os materiais, que depois de alguns dias são organizados em forma de pilha.

O manejo da compostagem pode ser exemplificado da seguinte forma: um agricultor escolhe um local para fazer composto e divide a área em 5 partes, ou constrói 5 recipientes para acondicionar os resíduos orgânicos, conforme ilustrado na Figura 3, a seguir:

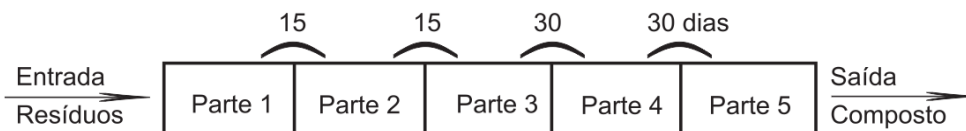


Figura 3. Cronograma de reviramento da pilha de compostagem.

Os resíduos coletados são misturados e molhados conforme a pilha é construída na primeira parte da área. Após 15 dias, o material é transferido (revirado) para a segunda parte, adicionando-se água, caso seja necessário, conforme a construção da nova pilha. Nessa primeira fase, como o processo está muito ativo, pode-se dividir em dois reviramentos, 1 a cada 7 dias. Repete-se a operação, transferindo os resíduos às outras partes após 15, 30 e 30 dias, respectivamente.

Quando o material chegar ao último local de compostagem, já estará pronto, podendo ser estocado ou aplicado na lavoura.

Segundo essa técnica, o período de compostagem dura cerca de 3 meses, embora seja variável conforme o grau de incidência de fatores favoráveis ou desfavoráveis à decomposição dos resíduos, bem como do tipo de resíduo usado, o que pode acelerar o processo e se obter um composto mais rápido.

Para uma produção em série de composto, basta montar novas pilhas logo após a transferência dos resíduos nas diversas partes, repetindo-se o processo em sequência contínua.

O maior número de reviramentos no primeiro mês é porque nesse período, ocorre a maior atividade microbiana, conforme pode ser observado pelo aumento da temperatura da pilha (Figura 1). O reviramento da pilha de compostagem favorece:

- A mistura dos resíduos, aumentando o contato entre microrganismos e resíduos (esterco e palha).
- As condições para umedecimento interno, quando necessário.
- O aproveitamento dos resíduos, pois os resíduos que estiverem na superfície irão para o interior no reviramento, onde serão decompostos com maior intensidade.
- A aeração, fundamental para os microrganismos aeróbios.
- A destruição das sementes de ervas daninhas e de patógenos que estiverem na superfície, graças aos efeitos da temperatura alta (60 °C).

Uso do composto

Quando aplicado e incorporado ao solo, o composto atua nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, sem causar quaisquer danos às culturas. Dentre as culturas beneficiadas, citam-se: fruteiras, hortícolas, capineiras, pastagens, cogumelos, cereais, reflorestamento, etc.

Recomenda-se aplicar o composto recém-preparado antes da aração ou de uma gradagem próxima ao plantio, podendo ser incorporado a até 15 cm de profundidade, onde o crescimento radicular é mais intenso. Assim, evita-se a perda por erosão e volatilização, aproveitando ao máximo os nutrientes e os benefícios do composto.

Caso o composto não esteja pronto (curtido, estabilizado) e seja aplicado próximo ao plantio, poderá prejudicar a germinação ou mesmo a cultura. O composto também pode ser aplicado nos sulcos de plantio, principalmente quando em pequena quantidade, bem como em covas para implantação de culturas perenes.

O composto mineraliza-se lentamente, liberando gradativamente os nutrientes para as plantas, além das substâncias húmicas atuarem na complexação de Al e Mn trocáveis, diminuindo a ação tóxica desses elementos, temporariamente. Também é atrativo às minhocas e a outros organismos do solo e, junto a esses, atua na ligação das partículas do solo, formando assim os agregados. Aumenta a capacidade de troca de cátions e de retenção de água no solo, e promove o controle de microrganismos patogênicos por meio da ação de outros benéficos presentes no composto, ou que se desenvolvem no solo. Portanto, a ação do composto é bem mais ampla do que simplesmente fornecer nutrientes para as plantas.

A duração dos efeitos benéficos do composto depende, principalmente, do clima da região. Quanto mais quente for o clima da região, maior será a velocidade de mineralização do húmus (composto), havendo necessidade de uma reaplicação anual na lavoura. Certamente, essa necessidade vai depender, também, da textura e do grau de degradação do solo, quantidade de composto aplicado ($t\ ha^{-1}$), cultura a ser beneficiada, intensidade de chuva, etc.

É importante adequar a quantidade de composto à área a ser corrigida. Se o agricultor tiver baixo potencial de produção de composto e a área a ser corrigida for grande, então deve-se corrigir

a área aos poucos, pois a aplicação de pequena quantidade em área grande irá diluir o efeito do composto, tornando-o ineficiente.

A aplicação de doses elevadas de composto, ao longo do tempo, pode reduzir ou até mesmo eliminar o uso de fertilizantes químicos, dependendo do grau de fertilidade natural e do grau de degradação do solo, porque o composto recicla nutrientes, melhora a estrutura e a capacidade de retenção de água no solo. Além disso, seu uso associado a fertilizantes químicos poderá, também, aumentar a eficiência desses últimos.

Geralmente, quanto mais pobre o solo, maior será a dose de composto aplicada. Assim, recomenda-se cerca de 10 t ha^{-1} para solos férteis a 30 t ha^{-1} ou mais em solos pobres e degradados, correspondendo, respectivamente, de 1 kg m^{-2} a 3 kg m^{-2} .

Caso o agricultor queira acompanhar a evolução da fertilidade do solo com a aplicação do composto e economizar o uso de fertilizante químico, aumentando sua eficiência, há necessidade de se levar em consideração alguns pontos básicos:

- Os compostos têm composição muito variada, dependendo dos resíduos orgânicos utilizados na sua preparação.
- A maioria dos nutrientes essenciais para as plantas, tanto os macro (N, P, K, Ca, Mg, S), como os micro (Zn, Cu, Mo, B, etc.), estão presentes no composto, o que não ocorre com muitos fertilizantes químicos.
- A liberação dos nutrientes para as plantas ocorre lentamente, promovendo sua disponibilidade ao longo do ciclo da cultura e com efeito residual, reduzindo, também, a perda de nutrientes por lixiviação e adsorção pelas partículas minerais do solo (p. ex., P adsorvido pelos oxi-hidróxidos de Fe e Al), sendo oposto aos fertilizantes químicos.
- O teor de umidade do composto é variável, podendo chegar a mais de 80%, devido à sua alta capacidade de retenção de água.

- Por meio da análise química do solo, devem-se definir as necessidades de nutrientes (N, P, K) para a cultura a ser plantada.
- Deve-se determinar o teor de nutrientes totais do composto a ser utilizado, por meio de análises químicas em laboratório.
- Deve-se calcular a quantidade de composto a ser aplicada, conforme o teor do nutriente mais elevado, suplementando-se com fontes minerais os nutrientes, em quantidade de acordo com a necessidade da cultura.
- Caso se queira maximizar o efeito do composto, o cálculo da sua quantidade deve ser feito conforme o menor teor de nutrientes.
- Quando se tem uma ideia aproximada do teor de nutrientes que o composto fornecerá, então pode-se estimar a quantidade de fontes minerais a ser aplicada conforme a necessidade da cultura e aplicá-la em mistura dos resíduos orgânicos ainda crus, processando-se a fonte na compostagem. Assim, o nutriente atua na compostagem, ficando numa forma orgânica, o que aumenta sua eficiência, principalmente, quando aplicado num solo pobre e ácido.

Normalmente, os adubos orgânicos, tal como o composto, não têm os nutrientes em quantidades balanceadas, o que prejudica o fornecimento de alguns deles para a cultura. A aplicação de doses elevadas de composto poderia resolver o problema do suprimento de nutrientes, mas não o do balanceamento. Certamente, a liberação dos nutrientes do composto vai depender da velocidade de mineralização do mesmo.

Alguns trabalhos, durante os quais foram utilizados diferentes resíduos orgânicos, indicam que a porcentagem de nutrientes que ficaria disponível para a cultura no ano da aplicação seria de 25% a 70% do N, 80% a 100% do P e 70% a 90% do K, portanto estão sujeitas a variações, conforme a intensidade dos fatores que atuam na decomposição dos resíduos.

Quando o solo tem problemas sérios de acidez, valores de pH menores que 4,5 e teores de Al trocáveis maiores que 3 mmol_c dm⁻³, a quantidade de composto aplicada pelo agricultor pode, provavelmente, não ser suficiente para esse controle, havendo necessidade de se fazer uso da calagem.

O novo foco em compostagem amplia o entendimento do composto, considerando a dinâmica de sua microbiologia e seu papel como inoculante do solo e proteção de plantas. Buscam-se critérios para se avaliar a concentração de microrganismos no composto como inoculante no solo, visando ciclagem de nutrientes e supressão de patógenos (BESS, 2000), (ver Tabela 1):

Tabela 1. Grupos funcionais de microrganismos.

Microrganismos	População
<ul style="list-style-type: none"> • Bactéria heterotrófica (aeróbia) Compostos com menos que 100 m não atuarão como inoculantes do solo e podem não ser efetivos na supressão de doenças de plantas. 	100 milhões a 10 bilhões UFC/gps
<ul style="list-style-type: none"> • Bactéria anaeróbia Crescimento excessivo de anaeróbios indica falta de aeração do composto ou que não foi revirado o suficiente. Torna-se importante que produtos anaeróbios sejam degradados antes do uso em plantas ou na germinação de sementes. 	Relação aeróbio/ anaeróbio 10:1
<ul style="list-style-type: none"> • Fungos Importantes para quebrar compostos orgânicos na ciclagem de nutrientes no solo, estabilidade dos agregados do solo, e controle de doenças de plantas. 	1 a 10 mil UFC/gps
<ul style="list-style-type: none"> • Actinomicetos Importantes para muitas funções, incluindo-se quebra e ciclagem de nutrientes de substâncias químicas complexas, tais como quitina e celulose, melhoria da estrutura do solo, e ajuda na redução da pressão de patógenos de plantas. São, particularmente, eficientes em solos alcalinos. 	1 a 100 milhões UFC/gps
<ul style="list-style-type: none"> • Pseudomonas Importantes na ciclagem de nutrientes, auxiliando as plantas com disponibilidade de fósforo, e algumas sendo relacionadas ao controle biológico de patógenos de plantas. 	1 mil a 1 milhão UFC/gps
<ul style="list-style-type: none"> • Bactérias fixadoras de N Populações de bactérias livres fixadoras de nitrogênio irão se proliferar conforme diminui a disponibilidade de N no composto. Como consequência, existe, tipicamente, uma relação inversa entre o N biologicamente disponível no composto e a concentração de bactéria livre fixadora de N. 	1 mil a 1 milhão UFC/gps

Fonte: UFC/gps – Unidade Formadora de Colônia por Grama de Peso Seco.

Referências

ABREU JÚNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 813-824, 2001.

ALVES, W. L.; PASSONI, A. A. Composto e vermicomposto de lixo urbano na produção de mudas de oiti (*Licania tomentosa* (Benth)) para arborização. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 1053-1058, 1997.

BENGTSON, G. W.; CORNETTE, J. J. Disposal of composted municipal waste in a young plantation of slash pine: effects on soil and trees. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 2, p. 441-444, 1973.

BESS, V. Evaluating microbiology of compost. **Biocycle**, Emmaus, v. 40, p. 62-64, 2000.

COLEMAN, D. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: University of Hawaii, 1989. 249 p. NifTAL Project.

CORRÊA, D.; PRESSI, F. P.; JACOMETTI, M. L. G.; SPITZNER JUNIOR, P. I.; PAREDES, E. A. Tecnologia de fabricação de fertilizantes orgânicos. In: REGIONAL COLLOQUIUM ON SOIL ORGANIC MATTER STUDIES, 1982, Piracicaba, SP. **Proceedings...** Piracicaba: USP-CENA; São Paulo: Promocet, 1982. p. 217-222. Editado por Carlos Clemente Cerri, Diva Athie e Decio Sodrzejewski.

DALZELL, H. W.; GRAY, K. R.; BIDDLESTONE, A. J. **Composting in tropical agriculture**. Ipswich: IIBH, 1979. 36 p. (Review Paper Séries, n. 2).

FAAZZEN, H. G. van; DIJK, H. van. Nitrogen conversions during the composting of manure/straw mixtures. In: GROSSBARD, E. (Ed.). **Straw decay and its effects on disposal and utilization**. Chichester: Wiley & Sons, 1979. p. 113-120

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. Caracterização e descrição dos métodos e lançamento e disposição do lixo - 5,7. Compostagem. In: A DISPOSIÇÃO do lixo no Brasil e suas perspectivas. Rio de Janeiro: Sociedade Civil de Planejamento e Consultas Técnicas, 1977. v. 1. p. 5/47–5/66.

FINSTEIN, M. S.; MILLER, F. C.; STROM, P. F.; MAGGREGOR, S. T.; PSARIANOS, K. M. Composting ecosystem management for waste treatment. **Bio/Technology**, v. 14, p. 347-53, 1983.

GIORDANO, P. M.; MORTVEDT, J. J.; MAYS, D. A. Effect of municipal wastes on crop yields and uptake of heavy metais. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 4, p. 394-399, 1975.

GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. Efeito de níveis de composto de resíduos urbanos e calcário na correção da acidez do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 39.

HARADA, Y.; INOKO, A.; TODAKI, M.; IZAWA, T. Maturing process of city refuse compost during pilling. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 27, p. 357-64, 1981.

HOITINK, H.; BOEHM, M. J. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 37, p. 427-446, 1999.

HORTENSTINE, C. C.; ROTHWELL, D. F. Pelletized municipal refuse compost as a soil amendment and nutrient source for sorghum. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 2, p. 343-345, 1973.

HOWARD, A. **An agricultural testament**. 2. ed. London: Oxford University Press, 1947. 253 p.

IGUE, K.; ALCOVER, M.; DERPSCH, R.; PAVAN, M. A.; MELLA, S. C.; MEDEIROS, G. B. **Adubação orgânica**. Londrina: Iapar, 1984. 33 p. (Iapar. Informe de pesquisa, 59.

KIEHL, E. J. **Contribuição para o estudo e o preparo do composto**. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool-Serviço Técnico Agrônômico, 1957. 47 p.

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

MAZUR, N. **Efeito do composto de resíduo urbano no pH e disponibilidade de fósforo**. 1981. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)–Departamento de Solos, UFRRJ, Itaguaí, RJ, 1981.

MINNICH, J. **The Rodale guide to composting**. Emmaus: Rodale Press, 1979. 405 p.

MOREL, J. L.; GUCKERT, A.; NICOLARDOT, B.; BENISTAND, D.; CATROUX, G.; GERMON, J. C. Étude de l'évolution des caractéristiques physicochimiques et de la stabilité biologique des

ordures ménagères au cours du compostage. **Agronomie**, Paris, v. 6, p. 693-701, 1986.

PARROTT, N.; MARSDEN, T. **The real green revolution – organic and agroecological farming in the South**. London: Greenpeace Environmental Trust, 2002. 147 p.

PEIXOTO, R. T. dos G. **Compostagem**: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: Iapar, 1988. 48 p. (Iapar. Circular, 57).

PEIXOTO, R. T. dos G. Manejo orgânico da fertilidade do solo no sistema de plantio direto. In: PEIXOTO, R. T. dos G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. (Org.). **Plantio direto**: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: Iapar, 1997a. p. 186-205.

PEIXOTO, R. T. dos G. Matéria orgânica e a dinâmica das cargas elétricas dos solos: processos e consequências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS; 1997b. Comissão 2. Palestra. 32 p. CD-ROM

PEIXOTO, R. T. dos G. Matéria orgânica: frações e transformações no solo. In: SÁ, J. C. de M. (Org.). **Curso sobre manejo do solo no sistema plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1996. p. 140-159.

PEIXOTO, R. T. dos G. **Solubilização de fosfato natural durante a compostagem de lixo urbano e sua utilização por feijão e sorgo forrageiro**. 1984. 235 p. Dissertação (Mestrado)-UFRRJ, Itaguaí, RJ, 1984.

PEIXOTO, R. T. dos G.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A Adição de fosfatos na compostagem de lixo urbano e disponibilidade residual de fósforo em sorgo forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 587-592, 1989a.

PEIXOTO, R. T. dos G.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A. Compostagem de lixo urbano com adição de diferentes fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 599-606, 1989b.

PEIXOTO, R. T. dos G.; FRANCO, A. A.; ALMEIDA, D. L. de. Efeito do lixo urbano compostado com fosfato natural na nodulação, crescimento e absorção de fósforo em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 1117-1132, 1987.

PEREIRA, E. B.; CARDOSO, A. A.; VIEIRA, C.; LOURES, E. G. Efeitos do composto orgânico sobre a cultura do feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 35, p. 182-198, 1988.

POINCELOT, R. P. **The biochemistry and methodology of composting**. New Haven: The Connecticut Agricultural Experimental Station, 1975. 18 p. (Bulletin, 754).

RIFFALDI, R.; LEVI-MINZI, R.; PERA, A.; BERTOLDI, M. de. Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analysis. **Waste Management & Research**, v. 4, p. 387-396, 1986.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 1395-1398, 2001.

SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, 1998. v. 1. 176 p.

TANNER, J. C.; HOLDEN, S. J.; OWEN, E.; WINUGROHO, M.; GILL, M. Livestock sustaining intensive smallholder crop production through traditional feeding practices for generating high quality

manure-compost in upland Java. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 84, p. 21-30, 2001.

TERMAN, G. L.; SOILEAU, J. M.; ALLEN, S. E. Municipal waste compost: effects on crop yields and nutrient content in greenhouse pot experiment. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 2, p. 84-89, 1973.

TESTER, C. F.; PARR, J. F. Intensive vegetable production using compost. **Biocycle**, Emmaus, v. 1, p. 34-36, 1983.

Capítulo 17

Aspectos Práticos da Vermicompostagem

Adriana Maria de Aquino

Introdução

Minhocultura é um termo muito utilizado para se referir à criação intensiva de minhocas. Como é um processo que visa, principalmente, a reciclagem de resíduos orgânicos e a produção de adubo orgânico estabilizado, é mais adequadamente denominado vermicompostagem. O produto final desse processo é conhecido como vermicomposto ou húmus de minhoca.

Embora a compostagem seja uma prática antiga, a vermicompostagem foi desenvolvida mais recentemente e tem despertado muito interesse por ser uma tecnologia de baixo custo e facilmente adaptável à pequena produção.

A minhocultura deve ser vista como uma atividade complementar e integrada às atividades pecuárias e eventualmente agroindustriais, de tal maneira que os produtos e subprodutos sejam utilizados em sua totalidade.

No meio urbano, também tem sido detectado crescente interesse no Brasil, provavelmente, porque essa atividade exige pouco espaço, e da necessidade que o homem urbano tem de se aproximar da natureza (Aquino et al., 1997). Em Cuba, país que se destaca por apresentar o movimento de agricultura urbana mais

bem organizado e mais bem-sucedido, o vermicomposto é largamente utilizado. Em 2001, foram produzidas 145 milhões de toneladas de húmus de minhocas em todo o país (Peña Turruella, comunicação verbal)¹. As espécies de minhocas *Eisenia foetida* e *Eudrilus eugeniae*, conhecidas, respectivamente, como minhoca-vermelha-da-califórnia e minhoca-de-esterco ou minhoca-noturna-africana, são amplamente utilizadas na vermicompostagem, porque além de alimentarem-se de resíduos orgânicos semicrus, têm alta capacidade para proliferarem e apresentam crescimento muito rápido (NEUHAUSER et al., 1979, 1980; HARTENSTEIN et al., 1979; VENTER; REINCKE, 1988).

Em alguns casos, a minhoca-vermelha-da-califórnia é preferida por adaptar-se melhor ao cativeiro, do que a minhoca-noturna-africana, que na falta de alimento e de umidade, rapidamente busca outros ambientes. Em outras situações, a minhoca-noturna-africana é a escolhida, por atingir maior tamanho e peso, aspecto interessante para os que as comercializam.

As minhocas são hermafroditas, o que significa que cada indivíduo apresenta órgão reprodutor masculino e feminino. No entanto, necessitam de dois indivíduos para que ocorra a reprodução. Em condições favoráveis, as minhocas-filhas atingem a maturidade sexual e com completa formação do clitelo, dentro de 40 a 60 dias, quando então estarão aptas à reprodução (VENTER; REINNECKE, 1988).

Resíduos orgânicos utilizados na vermicompostagem

Da mesma forma que a compostagem, as condições ótimas para a vermicompostagem são estabelecidas considerando-se a temperatura, a umidade e a aeração.

A qualidade nutricional do resíduo orgânico também é importante, influenciando a taxa de alimentação das minhocas. O substrato adequado para as minhocas possibilita que possam ingerir $\frac{1}{4}$ do seu próprio peso diariamente (HARTENSTEIN, 1981). Materiais com alta relação C/N como o bagaço de cana-de-açúcar, em torno de 273, contém grande quantidade de carboidratos resistentes à transformação e baixo conteúdo de N (nitrogênio), em torno de 2 g kg^{-1} (CERRI et al., 1988).

Materiais pobres em N necessitam ser misturados a outros resíduos ricos em N, para fornecer nutrientes e inóculo de microrganismos. Sendo o corpo das minhocas constituído por cerca de 65% de proteína, necessitam de grande quantidade de N em sua dieta.

O esterco bovino puro representa boa fonte de alimento para as minhocas, sendo o mais utilizado. Além disso, o aspecto do produto final favorece muito sua comercialização. Entretanto, o esterco também é utilizado para adubação de capineiras e hortaliças, e as quantidades disponíveis são, muitas vezes, insuficientes para atender à grande demanda, o que faz com que sua utilização como única fonte para obtenção do vermicomposto eleve seu preço. Assim, a disponibilidade desse resíduo é um dos aspectos limitantes para iniciar e, principalmente, para manter a criação.

A mistura do esterco bovino com outros materiais pode representar significativa economia de esterco, além de possibilitar a vermicompostagem de outros resíduos que não poderiam ser processados isoladamente. A mistura de esterco com bagaço de cana-de-açúcar, por exemplo, possibilita a reciclagem mais rápida do bagaço. Além disso, nas proporções de 1:1 e 3:1 de esterco: bagaço promove maior número de minhocas jovens e sobrevivência das adultas do que em esterco bovino puro (AQUINO et al., 1994). O bagaço, misturado ao esterco, provavelmente favorece a circulação de água, a aeração do ambiente e promove espaço para as minhocas moverem-se.

A adição de materiais ricos em N, como as leguminosas, pode trazer uma série de vantagens, desde que facilmente disponíveis. A utilização de palha ou similares, leucena e esterco, na proporção de 1:1:2, respectivamente, proporciona a produção de vermicomposto 30% mais rico em N e considerável economia de esterco (SILVA, 1992).

Outros esterco também podem ser utilizados, principalmente o de coelho e o de cavalo. Em relação aos esterco de galinha e de porco, cuidados especiais devem ser tomados, pois a adaptação das minhocas tem sido um desafio. Devide et al. (1999) observaram que a condutividade elétrica do esterco de suíno é 2,6 vezes maior que a do esterco bovino, havendo uma correlação negativa entre o número e o peso das minhocas e a condutividade elétrica.

O esterco de suíno pode sofrer um pré-tratamento com sulfato de cálcio, para controlar a amônia e deve ser lavado, para eliminar os sais de urina (CHAN; GRIFFITHS, 1988). Entretanto, o uso de sulfato restringe a utilização desse vermicomposto na agricultura orgânica.

A utilização de outros resíduos é bastante interessante, por representar uma oportunidade, para de um lado minimizar a poluição ambiental, considerando aqueles resíduos de mais difícil disposição, como o lodo de esgoto, o lixo, entre outros; por sua vez, possibilitar a criação das minhocas para aqueles que não disponham de esterco.

Alguns cuidados devem ser observados quanto ao lodo de esgoto e aos resíduos industriais, pela possível contaminação de metais pesados e agentes causadores de doenças, limitando a utilização do vermicomposto, que passa a ser mais indicado, principalmente, na reabilitação de áreas degradadas, na produção de mudas ornamentais e similares.

A qualidade do vermicomposto produzido dependerá da qualidade do resíduo orgânico utilizado, bem como da forma como será manejado durante todo o processo da vermicompostagem.

Preparo do vermicomposto: substratos e canteiros

Substratos

Para preparar os substratos antes de colocar as minhocas, independentemente se misturados ou não a outros resíduos, deve-se ter o cuidado para que a temperatura já esteja controlada. Caso contrário, as minhocas podem morrer, devido à alta temperatura e à liberação de amônia, no caso dos esterco.

Quando a temperatura atingir cerca de 30 °C, os substratos podem ser acondicionados em canteiros ou colocados diretamente no solo. Após a irrigação, as minhocas podem ser introduzidas, porque o material já estará em condições de recebê-las.

Canteiros

Os canteiros facilitam em termos de organização, mas dependendo do objetivo da vermicompostagem, podem ser dispensados e os substratos colocados diretamente no solo. Se as condições de alimento (substratos) e a umidade estiverem boas, as minhocas não fugirão. Os tipos de canteiros utilizados podem ser os mais variados possíveis e, preferencialmente, devem se adequar aos materiais disponíveis na propriedade.

Considerando-se que as minhocas utilizadas se deslocam preferencialmente na horizontal, os canteiros devem ter no máximo 40 cm de altura, sejam leiras, anéis de concreto e canteiros de alvenaria, bambu, etc, de tal forma que aproximadamente 35 cm sejam ocupados pelo substrato e o restante por cobertura com palha. A cobertura com palha é importante para manter a umidade e proteger as minhocas contra a luz.

O comprimento do canteiro pode variar de acordo com a disponibilidade da área. Sugere-se que a largura seja no máximo de 1 m, para facilitar o manejo do canteiro. Os canteiros devem ter

drenagem, ou seja, escoamento de água suficiente para que a mesma não se acumule no fundo. A utilização de pedras britadas tem sido eficiente para esse fim, quando os canteiros são feitos de bambu.

A cobertura dos canteiros pode ser feita com telhas de amianto, plástico, sapé, folha de bananeira ou outros materiais disponíveis, e tem por fim evitar o excesso de água da chuva, que acarreta na lixiviação de alguns nutrientes do substrato. Além disso, a ausência de oxigênio, causado pelo excesso de água, afeta a atividade das minhocas, promovendo perda de N por volatilização.

Para cada metro cúbico de canteiro, é utilizado, pelo menos, ½ L de minhocas, o que corresponde a cerca de mil minhocas.

Manejo durante a vermicompostagem

A umidade é fator limitante para o processo. As minhocas realizam as trocas gasosas através da epiderme. Assim, o ideal é manter a umidade do substrato de 60% a 70%, o suficiente para que, ao apertar uma amostra do substrato na mão, não escorra água.

Durante a vermicompostagem, deve-se ter o cuidado com os predadores das minhocas. Os mais frequentes são as sanguessugas e as formigas. As formigas, muitas vezes, podem ser controladas com cal ao redor dos canteiros. Entretanto, quando a população é baixa, não causa sérios danos.

Ao contrário das formigas, as sanguessugas são extremamente danosas, pois alimentam-se fixando suas ventosas no corpo das minhocas. Por terem a aparência muito similar à das minhocas (principalmente aos olhos dos iniciantes), percebe-se sua presença somente quando a infestação é alta e grande quantidade de minhocas já morreram. Nesse caso, é melhor reiniciar a criação com nova matriz de minhocas. Contudo, se os canteiros são

cuidadosamente observados, é possível retirá-las, manualmente, evitando grande contaminação.

Ao contrário da compostagem, na vermicompostagem, não é necessário o reviramento do substrato nos canteiros ou nas leiras. Com seu deslocamento, as minhocas, ingerindo nutrientes e defecando na superfície, promovem o reviramento do substrato. Como resultado dessa atividade, ao final do processo, ocorre a produção de material mais estabilizado, ou seja, com carbono na forma humificada.

O tempo para que o vermicomposto fique pronto varia com a composição original dos resíduos, mas em geral a vermicompostagem do esterco bovino leva, em média, 45 dias e, quando complementado com material fibroso, pode levar até 90 dias.

Quando o vermicomposto está pronto, ou seja, o substrato está estabilizado e em condições de uso agrícola, normalmente apresenta cor escura e aparência de pó de café. Observa-se, também, que as minhocas ficam mais lentas e mais magras, sendo esse fenômeno natural, uma vez que não dispõem mais de alimento. Uma dica: ao umedecer uma pequena porção do substrato e esfregá-la entre as mãos, se as mãos ficarem escuras, como se estivessem sujas de graxa, é um forte indicativo de que o substrato está estabilizado (KIEHL, 1985).

Pode ocorrer, depois de certo tempo, limitação de espaço e de alimento para as minhocas. Por isso, deve-se ter o cuidado para que as mesmas não fujam para outro local à procura de melhores condições de sobrevivência.

Separação das minhocas e do vermicomposto

Existem diferentes formas para a separação das minhocas: peneiramento, iscas, divisórias em canteiros, entre outras.

Para a separação das minhocas com peneiras, devem-se evitar irrigações do vermicomposto pelo menos 1 semana antes. Dentre os métodos, a utilização de peneiras tem-se a vantagem de se promover grande eficiência na separação. Contudo, além de estressar as minhocas, é um trabalho exaustivo e, muitas vezes, dificultado pela limitação de mão de obra.

Já as iscas, não envolvem grande esforço e podem ser obtidas utilizando-se peneiras sobre o substrato, contendo resíduo orgânico fresco. Em seguida, são deixadas por cerca de 1 semana ou o tempo suficiente para as minhocas migrarem do vermicomposto para o resíduo fresco.

Outra possibilidade é a utilização de divisórias, que são suspensas após a adição de resíduo fresco na parte não utilizada do canteiro. Nesse caso, quando em leiras, a sugestão é fazer a nova leira ao lado do vermicomposto, permitindo que as minhocas migrem para o substrato fresco.

Nota: o método para a separação das minhocas do vermicomposto deve ser adaptado à conveniência do produtor.

Reciclagem das minhocas

As minhocas recolhidas são reutilizadas na produção de vermicomposto de nova partida de resíduos orgânicos e o excedente deve ser aproveitado na alimentação de rãs, peixes, camarão-da-malásia, aves, etc., ou mesmo comercializadas, quando for o caso.

Na Fazendinha Agroecológica, onde é desenvolvido o projeto Sistema Integrado de Produção Agroecológica, numa parceria entre a Embrapa Agrobiologia, a Embrapa Solos, a Pesagro/RJ e a

UFRural/RJ, em Seropédica, RJ, as minhocas vêm sendo utilizadas na complementação alimentar de aves poedeiras.

Como as minhocas são ricas em proteínas, tem sido possível a redução considerável na utilização da ração comercial, além de permitir às aves, a volta do hábito de ciscar. Após a alimentação, o vermicomposto é recolhido e utilizado na própria lavoura, já sem as minhocas.

O processo consiste em retirar, por meio de iscas, parte das minhocas do substrato em quantidade suficiente para promover a vermicompostagem em outros canteiros. As minhocas restantes são oferecidas às aves, com o vermicomposto.

Características do vermicomposto

O adubo orgânico estabilizado, seja por meio da compostagem convencional ou por meio da vermicompostagem, representa excelente condicionador do solo, favorecendo especialmente a melhoria das propriedades físicas do solo (agregação das partículas do solo, infiltração de água, etc.).

Entretanto, o processo de vermicompostagem altera quantitativamente e qualitativamente a composição das substâncias húmicas dos materiais orgânicos, favorecendo a formação da matéria orgânica estabilizada, tornando a mineralização mais lenta e a liberação de nutrientes mais gradual (ALMEIDA, 1991; CHAOUI et al., 2003), não atendendo à expectativa de quem busca a aplicação do vermicomposto apenas para o rápido fornecimento de nutrientes.

Por sua vez, devido ao elevado conteúdo de hormônios de crescimento vegetal, enzimas e microrganismos, aumenta a produção e o vigor das plantas, principalmente de hortaliças (TOMATTI et. Al., 1987).

Outros métodos de vermicompostagem

Na Argentina e em Cuba, principalmente em Cuba, o vermicomposto é amplamente utilizado na agricultura, sendo o processo diferenciado em relação ao utilizado no Brasil (SCHULDT, 2001; TURRUELLA et al., 2002).

Com a tecnologia utilizada nesses países, é possível a reciclagem de resíduos que, com a tecnologia brasileira, não tem sido possível (AQUINO, 2002).

Geralmente, a vermicompostagem cubana é feita entre bananeiras, prestando-se assim a dois propósitos: produção de frutos e sombra para as minhocas, sendo as matrizes de minhocas mantidas em canteiros e protegidas de intempéries (AQUINO, 2002).

Em Cuba, o processo da vermicompostagem consiste em colocar uma camada de substrato com cerca de 10 cm de altura e 1,5 m a 2 m de largura, com o comprimento variável de acordo com a disponibilidade do substrato e de área disponíveis. Após o umedecimento, as minhocas são distribuídas uniformemente. Depois de 1 semana, novas camadas de 10 cm são colocadas sobre a primeira. Esse procedimento é repetido até atingir 60 cm de altura, o que leva 3 meses.

Esse processo tem a vantagem de possibilitar a reciclagem de uma gama diversa de resíduos e propiciar que o ciclo de vida das minhocas se complete. Conclui-se que esse processo deva ser melhor investigado no Brasil.

Referências

ALMEIDA, D. L. de. **Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo**. 1991. 188p. Tese (Doutorado)– Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ, 1991.

AQUINO, A. M. de. **Agricultura urbana de Cuba**: análise de alguns aspectos técnicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 25 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 160).

AQUINO, A. M. de; ALMEIDA, D. L. de; FREIRE, L. R.; DE-POLLI, H. Reprodução de minhocas (*Oligochaeta*) em esterco bovino e bagaço de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2., p. 161-168, 1994.

AQUINO, A. M. de; DE-POLLI, H.; ASSIS, R. L. de. *Globo Rural* – oportunidade para levantamentos de demandas de pesquisas e difusão de tecnologias: um estudo de caso. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 34, p. 42-53, 1997.

CHAN, P. S.; GRIFFITHS, D. A. The vermicomposting of pre-treated pig manure. **Biological Wastes**, England, v. 24, p. 57-69, 1988.

CERRI, C. C.; POLO, A.; ANDREUX, F.; LOBO, M. C.; EDUARDO, B. P. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 1. Características físicas e químicas. **STAB**, Piracicaba, v. 6, p. 34-37, 1988.

CHAQUI, H. I.; ZIBILSKA, L. M.; OHNO, T. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 35, p. 295-302, 2003.

DEVIDE, A. C. P.; GUERRA, J. G. M.; AQUINO, A. M. de. Estudo comparativo da adaptabilidade da minhoca *Eisenia foetida* em esterco de suíno, galinha, coelho e bovino misturados ao bagaço de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Resumos...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1p. N. T005-5. Seção 5. CD ROM.

HARTENSTEIN, R. Use of *Eisenia foetida* in organic recycling based on laboratory experiments. WORKSHOP ON THE ROLE OF EARTHWORMS IN THE STABILIZATION OF ORGANIC RESIDUES, 1981, Michigan. **Proceedings...** Michigan: Beech Leaf Press, 1981. v. 1. p. 155-166.

HARTENSTEIN, R.; NEUHAUSER, E. F.; KAPLAN, D. L. Reproductive potential of the earthworm *Eisenia foetida*. **Oecologia**, Berlin, v. 43, p. 329-340, 1979.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985. 492 p.

NEUHAUSER, E. F.; HARTENSTEIN, R.; KAPLAN, D. L. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing. **Oikos**, Copenhagen, v. 35, p. 93-98, 1980.

NEUHAUSER, E. F.; KAPLAN, D. L.; HARTENSTEIN, R. Live history of earthworm *Eudrilus eugenia*. **Revue d'Écologie et de Biologie du Sol**, Paris, v. 16, p. 525-534, 1979.

SCHULDT, M. **Lombricultura**: su teoría y práctica en el ámbito agropecuario, industrial y domestico. La Plata: [s.n.], 2001. 135 p.

SILVA, V. F. da. **Vermicompostagem utilizando esterco e palha enriquecida com N e P**: processo de produção e avaliação para a cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). 1992. 138 f. Tese (Mestrado em Agronomia, na área de concentração em Ciência do Solo)– Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ, 1992.

TOMATI, U.; GRAPELLI, A.; GALLI, E. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 5, p. 288-294, 1987.

TURRUELLA, E.; CARRIÓN, M.; MATÍNEZ, F.; NODALS, A. R.; COMPANIONI, N. **Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana**. La Habana, Cuba: INIFAT, 2002. 102 p.

VENTER, J. M.; REINECKE, A. J. The life-cycle of the compost worm *Eisenia foetida* (Oligochaeta). **South African Journal of Zoology**, África do Sul, v. 23, p. 161-163, 1988.

Capítulo 18

Uso de Leguminosas Herbáceas para Adubação Verde

José Antonio Azevedo Espindola
José Guilherme Marinho Guerra
Dejair Lopes de Almeida

Introdução

As últimas décadas do século 20 foram marcadas por uma crescente preocupação quanto à preservação do meio ambiente. No setor agropecuário, tornaram-se constantes os questionamentos acerca do modelo de desenvolvimento vigente. Apesar dos aumentos de produção obtidos, problemas associados à degradação da capacidade produtiva dos solos e a contaminação dos alimentos evidenciaram a fragilidade dos sistemas de produção agrícola modernos.

Em diferentes países, grupos de produtores rurais e técnicos têm proposto a adoção de práticas que favoreçam os diversos processos biológicos dos agroecossistemas, tais como fixação biológica de nitrogênio e reciclagem de nutrientes.

Dentro dessa perspectiva, a adubação verde é apontada como uma prática capaz de contribuir para a sustentabilidade da agricultura. Conhecida desde a antiguidade, essa prática pode ser

conceituada como o uso de plantas em rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico, tendo seus resíduos incorporados ao solo ou mantidos na superfície (COSTA, 1993). Geralmente, a utilização dos adubos verdes permite a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, além de permitir o controle das plantas invasoras.

Efeito sobre as características do solo

Características químicas

Para os agroecossistemas, uma das maiores contribuições da adubação verde consiste na adição de grandes quantidades de fitomassa ao solo, permitindo a elevação do teor de matéria orgânica (LASSUS, 1990). De acordo com Testa et al. (1992), a utilização de leguminosas em sistemas de rotação aumentou a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, o que reduz as perdas de nutrientes por lixiviação.

O cultivo de leguminosas herbáceas permite ainda o aporte de nitrogênio ao solo, disponibilizando esse nutriente para as outras culturas, devido à simbiose dessas espécies com bactérias fixadoras de N (nitrogênio). Demétrio et al. (1998) relatam que a incorporação de feijão-bravo (*Canavalia brasiliensis*) proporcionou maior produção e acúmulo de N no milho, semelhante aos resultados obtidos com a aplicação de 560 kg ha^{-1} desse nutriente.

Outro efeito benéfico trazido por essa prática, para as características químicas do solo, relaciona-se à reciclagem de nutrientes. Avaliando diferentes adubos verdes para o arroz irrigado, Kumar et al. (1999) constataram a capacidade dessas plantas em disponibilizar grandes quantidades de N (nitrogênio), P (fósforo) e de K (potássio) no solo. Parte desses nutrientes foi provavelmente absorvida pelas raízes dos adubos verdes em camadas

subsuperficiais do solo, sofrendo posterior liberação com a decomposição dos resíduos após o corte.

Características físicas

A erosão constitui um dos principais fatores responsáveis pelo decréscimo na produtividade agrícola, provocando perdas de solo e de nutrientes (SCHAEFER et al., 2002). Esse processo é acelerado pela exposição do solo às chuvas, com a destruição dos agregados e obstrução dos poros. Muitas vezes, forma-se uma camada superficial de maior densidade que dificulta a infiltração da água no solo.

Com base numa avaliação realizada em Latossolo Vermelho-Escuro, na Região do Cerrado, evidenciou-se o efeito benéfico da adubação verde na estabilidade e na resistência dos agregados (SILVA et al., 1998). Algumas das causas propostas por esses autores, para os resultados apresentados, incluem o aumento da atividade microbiana, associado ao fornecimento de material orgânico e à proteção do solo contra o impacto das chuvas.

Por sua vez, o aumento da agregação do solo numa área protegida por cobertura vegetal favorece a infiltração de água. Ao comparar a velocidade de infiltração básica num Podzólico Vermelho-Amarelo (atualmente classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo), Brito et al. (1996) constataram que a manutenção de cobertura morta proporcionou um aumento de 2,5 vezes para esse parâmetro em relação ao solo descoberto, auxiliando na redução do escoamento superficial associado à erosão.

A manutenção da cobertura vegetal promovida pelos adubos verdes permite ainda menores oscilações de temperatura e umidade na superfície do solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas cultivadas (SIDIRAS et al., 1984).

Características biológicas

A presença de adubos verdes auxilia a atividade dos organismos do solo, o que pode ser explicado por meio do fornecimento de resíduos vegetais que servem como fonte de energia e de nutrientes (FILSER, 1995) e da redução das oscilações térmicas e de umidade do solo (SIDIRAS et al., 1984). Muitas vezes, esses organismos atuam na reciclagem de nutrientes, sendo seu aumento associado ao melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados ao solo (PANKHURST; LYNCH, 1994).

Dentre os organismos do solo, favorecidos pela adubação verde, merecem destaque os fungos micorrízicos arbusculares (MA). Tais fungos associam-se às raízes da maioria das espécies cultivadas, trazendo vantagens como o aumento da absorção de água e nutrientes, a agregação de partículas do solo e a resistência a determinados patógenos (DODD, 1999).

Levando-se em consideração que a produção de inoculante de fungos micorrízicos arbusculares ainda encontra limitações para a maioria das culturas, torna-se importante a adoção de práticas de manejo do solo capazes de manejar a população de fungos MA nativos.

Espíndola et al. (1998) avaliaram o efeito do pré-cultivo com diversas leguminosas sobre a simbiose micorrízica na batata-doce, verificando que as leguminosas crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) aumentaram o número de propágulos infectivos dos fungos MA nativos.

Noutro trabalho, Souza et al. (1999) constataram que o pré-cultivo com adubos verdes alterou a frequência dos esporos de fungos micorrízicos nativos, levando a uma mudança qualitativa na população desses microrganismos.

Além de favorecer organismos benéficos do solo, algumas leguminosas herbáceas também atuam no controle de fitonematoides. Num experimento de consórcio entre quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) e *Crotalaria juncea*, Ribas et al. (2001) verificaram que as raízes de quiabo apresentavam galhas de

nematoides ao final da colheita, realizando uma avaliação qualitativa do dano nas raízes. Segundo os autores, o consórcio com a leguminosa acarretou redução significativa da incidência de nematoides, quando comparado ao monocultivo.

Em relação aos nematoides, alguns mecanismos de ação das leguminosas são apresentados por Ferraz e Valle (1997):

- Espécies do gênero *Stizolobium* apresentam compostos nematicidas, liberando-os no solo durante a decomposição de seus resíduos.
- Espécies do gênero *Crotalaria* têm suas raízes atacadas por juvenis de *Meloidogyne javanica*, mas não são encontradas fêmeas. Assim, as crotalárias atuam como plantas-armadilha, reduzindo a multiplicação desse nematoide no solo.

Controle de plantas invasoras

A presença de plantas invasoras em áreas cultivadas promove competição entre elas e as culturas de interesse econômico, podendo ocasionar reduções na produção agrícola. Algumas leguminosas são capazes de promover modificações na população de invasoras, suprimindo-as por meio da liberação de substâncias alelopáticas durante sua decomposição (SOUZA FILHO et al., 1997) ou da maior eficiência na competição com invasoras por recursos como água, luz e nutrientes (BRADSHAW; LANINI, 1995).

A eficiência dos mecanismos de alelopatia e competição algumas vezes é afetada por outros fatores dos sistemas de produção. Espíndola et al. (2001) aplicaram extratos aquosos das leguminosas amendoim-forrageiro (*Arachis pintoii*), cudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*) e siratro (*Macroptilium atropurpureum*) sobre a germinação de sementes de alface, cenoura e pepino, constatando elevado efeito inibitório do siratro sobre todas as plantas-teste.

Embora tal fato pudesse sugerir a presença de compostos alelopáticos nessa espécie, a avaliação fitossocial numa área de consórcio das mesmas leguminosas com bananeira revelou aumento da população de plantas invasoras associado ao siratro. Isso foi explicado pelos autores como sendo devido à maior sensibilidade do siratro ao sombreamento provocado pelas bananeiras, que teria ocasionado menor cobertura do solo e infestação por invasoras nesse tratamento.

Fixação biológica de N (nitrogênio)

A associação entre leguminosas e bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* forma uma das principais fontes biológicas de nitrogênio para os solos agrícolas. As referidas bactérias formam nódulos nas raízes das leguminosas, onde se processa a fixação de nitrogênio atmosférico. O nitrogênio fixado é transferido para as leguminosas na forma de aminoácidos, enquanto carboidratos produzidos por essas plantas são fornecidos às bactérias e servem como fonte de energia (FREIRE, 1992).

De acordo com Gliessman (2000), a produção de fertilizantes nitrogenados é responsável pelo uso de cerca de um terço da energia consumida na agricultura moderna, o que implica em maiores custos para os agricultores. Esse consumo de energia poderia ser reduzido consideravelmente pelo uso da fixação biológica de nitrogênio.

É importante proceder à inoculação das bactérias fixadoras nas sementes de leguminosas quando estas são plantadas pela primeira vez, num determinado local. Cada inoculante é específico para determinada leguminosa, não devendo ser usado em outras espécies. O inoculante deve ser guardado até o momento do uso em geladeira ou em lugar fresco e protegido do sol, pois o calor excessivo pode provocar a morte das bactérias antes da inoculação (DE-POLLI; FRANCO, 1985).

Algumas práticas agrícolas afetam diretamente a fixação biológica de nitrogênio. Assim, deve-se evitar o uso de agrotóxicos junto às sementes inoculadas, pois tais substâncias podem ser tóxicas para as bactérias fixadoras (OSTIZ et al., 1989). Além de desnecessária, a aplicação de fertilizantes nitrogenados também tende a inibir a formação e a atividade dos nódulos em leguminosas (FRANCO; NEVES, 1992).

Decomposição dos resíduos vegetais

Para que um adubo verde seja capaz de fornecer nutrientes, deve haver sincronia entre a liberação de nutrientes pelos resíduos vegetais e a demanda da cultura de interesse econômico (STUTE; POSNER, 1995). A falta de sincronia entre esses processos acarreta perdas de nutrientes, deixando de beneficiar a cultura principal.

Diversos fatores são relacionados com a decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo, tais como:

- Características edafoclimáticas.
- Composição química dos resíduos.
- Estratégias de manejo (MYERS et al., 1994).

Esses autores afirmam que, sob as mesmas condições de clima e solo, a velocidade de decomposição dos resíduos e a liberação de nutrientes são afetadas por características químicas dos resíduos.

Materiais com baixa relação C/N (< 25) e reduzidos teores de lignina e de polifenóis apresentam rápida mineralização e fornecem grandes quantidades de nutrientes para as culturas subsequentes. Já os materiais com elevada relação C/N (> 25) e altos teores de lignina e polifenóis sofrem decomposição mais lenta, podendo formar uma cobertura morta estável e capaz de proteger o solo contra a erosão.

A decomposição dos resíduos vegetais depende, também, do manejo adotado nos agroecossistemas. Varco et al. (1993) constataram que a incorporação de leguminosas no solo proporcionou uma liberação mais rápida de nitrogênio, quando comparada à manutenção desses resíduos na superfície do terreno.

Escolha das leguminosas para a adubação verde

Cada espécie vegetal apresenta exigências específicas com relação à fertilidade do solo e quanto ao clima. Como consequência, torna-se importante fazer a escolha das plantas mais adequadas ao uso de adubos verdes, a partir das condições edafoclimáticas observadas em cada região. A listagem abaixo indica algumas leguminosas e os ambientes mais indicados para seu cultivo:

- **Leguminosas adaptadas às baixadas úmidas:**
 - Centrosema (*Centrosema pubescens*)
 - Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)
- **Leguminosas adaptadas às condições de frio:**
 - Ervilhaça comum (*Vicia sativa*)
 - Tremoço-branco (*Lupinus albus*)
- **Leguminosas adaptadas às condições de seca:**
 - Caupi (*Vigna unguiculata*)
 - Feijão-bravo (*Canavalia brasiliensis*)
 - Feijão-mungo (*Vigna radiata*)
- **Leguminosas adaptadas às condições de sombreamento:**

- Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)
- Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)
- **Leguminosas adaptadas às condições de baixa fertilidade do solo:**
 - Amendoim-forrageiro (*Arachis pintoï*)
 - Crotalária (*Crotalaria juncea*)
 - Cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)
 - Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)
 - Guandu (*Cajanus cajan*)
 - Mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*)
 - Siratro (*Macroptilium atropurpureum*)

Durante o processo de escolha das leguminosas para adubação verde, devem-se considerar algumas características dessas plantas. Seu hábito de crescimento pode ser ereto, prostrado ou volúvel (Tabela 1). Leguminosas de hábito de crescimento volúvel podem atuar como trepadeiras, exigindo cuidados quando consorciadas com outras espécies, para não prejudicá-las.

Tabela 1. Características de algumas leguminosas herbáceas utilizadas na adubação verde.

Nome comum	Semente		Ciclo	Hábito de crescimento	Semente	
	Nome científico	Dureza			Massa (g 100 sem ⁻¹)	
Feijão-bravo	<i>Canavalia brasiliensis</i>	Anual	Volúvel	Não	58,8	
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Anual	Ereto	Não	114,0	
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	Anual	Ereto	Não	5,0	
Mucuna-cinza	<i>Stizolobium cinereum</i>	Anual	Volúvel	Não	110,0	
Mucuna-preta	<i>Stizolobium aterrimum</i>	Anual	Volúvel	Não	68,0	
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,5	

Siratro	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Perene	Volúvel	Sim	1,4
Cudzu tropical	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Perene	Volúvel	Sim	1,2
Soja perene	<i>Glycine wightii</i>	Perene	Volúvel	Sim	0,5
Galáxia	<i>Galactia striata</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,4
Centrosema	<i>Centrosema pubescens</i>	Perene	Volúvel	Sim	3,4
Desmódio	<i>Desmodium ovalifolium</i>	Perene	Ereto	Sim	0,2
Estilosantes	<i>Stylosanthes guianensis</i>	Perene	Ereto	Sim	0,2
Amendoim-forageiro	<i>Arachis pintoii</i>	Perene	Rastejante	Não	14,0

Fonte: Espindola et al. (1997).

Outra classificação feita em relação às leguminosas diz respeito ao ciclo anual ou perene. As leguminosas anuais completam seu ciclo vegetativo dentro de alguns meses, interrompendo seu crescimento e sofrendo queda de folhas a partir do momento da floração. Já as leguminosas perenes mantêm suas folhas durante o período de floração, formando uma cobertura permanente do solo. Geralmente, as leguminosas anuais são capazes de cobrir o solo mais rapidamente que as perenes (Tabela 2).

Tabela 2. Tempo necessário para a cobertura completa do terreno por algumas leguminosas utilizadas como adubo verde.

Espécie	Época de plantio	Cobertura do terreno (dias)
Calopogônio	Março	105 – 110
Siratro	Março	105 – 110
Cudzu tropical	Março	105 – 110
Estilosantes	Março	135 – 140
Amendoim-forageiro	Mai	190 – 195
Amendoim-forageiro	Dezembro	105 – 110
Centrosema	Dezembro	90 – 95
Galáxia	Dezembro	115 – 120
Mucuna-cinza	Dezembro	35 – 40

Fonte: Espindola et al. (1997).

Com relação às sementes, devem-se observar a dormência e o tamanho (Tabela 1). As sementes com dormência prolongada apresentam tegumento enrijecido, sendo necessário o tratamento com água quente à temperatura de 90 °C, por 1 hora, antes do plantio. Geralmente, a ocorrência de dormência é mais comum em leguminosas perenes. Muitas leguminosas perenes apresentam ainda sementes com massa e tamanho bastante reduzidos, quando comparadas às leguminosas anuais.

Quando essas sementes pequenas são semeadas num terreno mal preparado ou ficam cobertas por uma camada de terra mais espessa, ocorrem muitas falhas no plantio. Esse fato, associado ao elevado custo das sementes, tem inviabilizado seu plantio a lanço.

Formas de utilização dos adubos verdes

De acordo com sua utilização, a adubação verde pode ser classificada nas seguintes modalidades:

Adubação verde de primavera/verão em cultivo solteiro

Consiste no plantio dos adubos verdes de outubro a janeiro. As condições climáticas durante o cultivo, com ocorrência de chuvas associadas a altas temperaturas, permitem a produção de grandes quantidades de fitomassa e grande aporte de nitrogênio, no caso das leguminosas.

Sua principal desvantagem está na ocupação de áreas agrícolas durante o período mais propício para o cultivo de plantas de interesse econômico. Isso pode ser contornado com rodízio de áreas para adubação verde.

Dentre as espécies utilizadas para essa modalidade, estão as crotalárias, as mucunas, o feijão-de-porco e o guandu. Estudos recentes, realizados por Padovan et al. (2000), identificaram cultivares de soja com elevada produção de fitomassa em cultivo de verão sob manejo orgânico, demonstrando o potencial dessa cultura como adubo verde.

Adubação verde de outono/inverno em cultivo solteiro

A semeadura dos adubos verdes é feita entre fevereiro e abril. O cultivo de leguminosas protege as áreas que geralmente não são cultivadas nessa época do ano. Ocorre ainda uma diminuição da população de plantas invasoras no terreno.

A principal desvantagem dessa modalidade é a reduzida produção de fitomassa, devida às condições climáticas adversas, com baixas temperaturas e quedas na precipitação pluvial. Na Região Sudeste, podem ser empregadas as mesmas espécies citadas para a modalidade anterior, devendo-se evitar o plantio tardio das leguminosas mais sensíveis ao fotoperíodo, como é o caso das crotalárias. Em regiões de maior altitude, é possível o plantio de espécies que toleram baixas temperaturas. Alguns exemplos dessas plantas são a ervilhaca e o tremoço-branco.

Araújo e Almeida (1993) avaliaram o efeito da adubação verde de inverno com feijão-de-porco para a cultura do milho, constatando que a leguminosa permitiu uma produção de grãos de milho similar àquela obtida com a adição de 80 kg de N/ha na forma de ureia.

O manejo dos resíduos de adubos verdes de outono/inverno também apresenta impacto sobre a produção das espécies subsequentes (ANDRADE, 1992). Segundo o autor, a manutenção dos resíduos de feijão-bravo e de feijão-de-porco sobre a superfície do solo elevaram em 96% a produção da mandioca e em 68% a produção de quiabo, quando comparadas às produções obtidas com a incorporação dos resíduos.

Adubação verde consorciada com culturas anuais

O adubo verde é semeado nas entrelinhas da cultura de interesse econômico, permitindo maior eficiência no uso da terra (ALTIERI, 1989). Por isso, essa modalidade apresenta-se particularmente interessante para as pequenas propriedades rurais.

O consórcio entre leguminosas e culturas anuais deve ser evitado em períodos de reduzida disponibilidade de água, pois pode ocasionar quedas de produção. Observações de campo realizadas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (Sipa) constataram diversos exemplos de consórcios bem-sucedidos:

- Milho com feijão-de-porco.
- Batata-doce com crotalária.
- Abóbora com guandu.
- Cana com crotalária.
- Berinjela com caupi.

Ribas et al. (2001) avaliaram o efeito do consórcio com *Crotalaria juncea* sobre a produção do quiabeiro. Segundo os autores, houve diferenças significativas no número de frutos colhidos, com maiores valores observados em plantas de quiabo consorciadas com a leguminosa em relação ao monocultivo. Acompanhando os resultados obtidos para número de frutos, houve aumentos na produtividade dos quiabeiros consorciados de até 13% com relação às plantas em monocultivo.

Noutro experimento, Araújo et al. (2000) compararam diversos tipos de consórcio entre milho e *Crotalaria juncea* com o monocultivo orgânico de milho. Todos os tipos de consórcio destacaram-se em relação ao monocultivo para a produção de grãos, sendo que os maiores valores foram obtidos para os sistemas onde o milho foi consorciado com três linhas de crotalária, cujos resíduos foram deixados em cobertura ou incorporados ao solo.

Adubação verde consorciada com culturas perenes

Nessa modalidade, o adubo verde é cultivado entre as linhas de frutíferas ou de outras plantas perenes. A vantagem da adoção dessa prática está relacionada à formação de uma cobertura viva permanente, sem que haja necessidade de novos plantios a cada ano.

As leguminosas com hábito de crescimento volúvel devem ser recomendadas com cautela, procedendo-se o coroamento das culturas perenes quando for necessário. As espécies mais adequadas são as leguminosas perenes. Podem ser citados os seguintes exemplos de consórcios bem-sucedidos, a partir de observações de campo realizadas no Sipa: bananeira com cudzu tropical, café com guandu, e maracujá com amendoim forrageiro.

Desafios e perspectivas

A adubação verde é uma prática capaz de elevar a produtividade agrícola, melhorando as propriedades do solo e auxiliando no controle de patógenos e de plantas invasoras. A fixação biológica em leguminosas contribui no fornecimento de N para outras culturas, o que possibilita uma redução nos custos de produção.

Os técnicos devem deixar claro, para os produtores rurais, que as vantagens trazidas pela adubação verde nem sempre são imediatas, repercutindo de forma mais evidente em médio e em longo prazo. No entanto, essas vantagens refletem-se em diferentes aspectos dos agroecossistemas, tendo um efeito superior ao da adubação mineral nitrogenada.

Apesar de tudo isso, ainda existem muitos aspectos a serem estudados no que diz respeito à utilização de leguminosas herbáceas tropicais. Em muitas regiões, torna-se ainda necessária a escolha de espécies mais apropriadas para aquelas condições edafoclimáticas. Também é importante buscar estratégias de manejo

que permitam aumentar a sincronização entre a liberação de nutrientes pelos resíduos das leguminosas e a demanda desses nutrientes pela cultura principal.

O sucesso da adoção da adubação verde depende do esclarecimento de tais pontos, associado à formação de áreas cultivadas com adubos verdes para a produção de sementes. A partir daí, será possível potencializar os benefícios descritos nessa obra, possibilitando aumento da sustentabilidade nos agroecossistemas.

Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. 240 p.

ARAÚJO, P. A.; MEZAVILLA, E. V.; ALMEIDA, D. L. de. **Produtividade do milho em sistema orgânico de cultivo consorciado com *Crotalaria juncea***: relatório trimestral (novembro de 1999 a fevereiro de 2000). Rio de Janeiro: Rede de Agroecologia do estado do Rio de Janeiro, 2000.

ANDRADE, A. G. **Manejo de material orgânico para o cultivo de quiabo e mandioca em solo arenoso**. 1992. 296 p. Tese (Mestrado)–Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ, 1992.

ARAÚJO, A. P.; ALMEIDA, D. L. de. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p.245-251, 1993.

BRADSHAW, L.; LANINI, W. T. Use of perennial cover crops to suppress weeds in Nicaraguan coffee orchards. **International**

Journal of Pest Management, London, v. 41, p. 185-194, 1995.

BRITO, L.T. de L.; LOUREIRO, B. T.; DENICULI, W.; RAMOS, M. M.; SOARES, J. M. Influência do método na determinação da velocidade de infiltração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 503-507, 1996.

COSTA, M. B. B. da. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

DEMÉTRIO, R.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. de A. S.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; CAMARGO, F. A. de O. Absorção de nitrogênio do solo pelo milho influenciada pela adição de diferentes resíduos de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 481-486, 1998.

DE-POLLI, H.; FRANCO, A. A. **Inoculação de leguminosas**. Rio de Janeiro: Embrapa-UAPNPBS, 1985. 31 p. (Embrapa-UAPNPBS. Circular técnica, 1).

DODD, J. C. Recent advances in understanding the role of arbuscular mycorrhizas in plant production. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. p. 687-703.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da; SOUZA, F. A. de. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 339-347, 1998.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde**: estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 20 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42).

ESPINDOLA, J. A. A.; OLIVEIRA, S. J. C. R. de; CARVALHO, G. J. A. de; SOUZA, C. L. M. de; PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. **Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 8 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 47).

FERRAZ, S.; VALLE, L. A. C. do. **Controle de fitonematoides por plantas antagônicas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 73 p.

FILSER, J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 303-308, 1995.

FRANCO, A. A.; NEVES, M. C. P. Fatores limitantes à fixação biológica de nitrogênio. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 219-230.

FREIRE, J. R. J. Fixação do nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p. 121-140.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: ecological processes in sustainable agriculture. Boca Raton: Lewis Publishers, 2000. 357 p.

KUMAR, V.; GHOSH, B. C.; BHAT, R. Recycling of crop wastes and green manure and their impact on yield and nutrient uptake of wetland rice. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 132, p. 149-154, 1999.

LASSUS, C. de. Composição dos resíduos vegetais de um solo manejado com nove sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 375-380, 1990.

MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CUEVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N.; BROSSARD, M. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Ed.). **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley, 1994. p. 81-116.

OSTIZ, S. de B.; MUSUMECI, M. R.; TSAI, S. M. Efeito de alguns agrotóxicos na sobrevivência e na atividade respiratória de *Rhizobium leguminosarum* e *Bradyrhizobium japonicum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 663-667, 1989.

PADOVAN, M. P.; NDYAYE, A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. Comportamento de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetidas a manejo orgânico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria, RS. **Resumos...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. CD-ROM.

PANKHURST, C. E.; LYNCH, J. M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). **Soil biota: management in sustainable farming systems**. Victoria: CSIRO, 1994. p. 3-9.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. L. D. Produção do quiabeiro consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRRJ, 11., 2001, Seropédica. **Resumos...** Seropédica: Universidade Rural, 2001. p. 47-48.

SCHAEFER, C. E. R.; SILVA, D. D.; PAIVA, K. W. N.; PRUSKI, F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; ALBUQUERQUE, M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em argissolo vermelho-amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 669-678, 2002.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; HEINZMANN, F. X. Influência da adubação verde de inverno e seu efeito residual sobre o rendimento nas culturas de verão, em latossolo roxo distrófico. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v. 2, n. 9, p. 4-5, 1984.

SILVA, M. L. N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. de; MARQUES, J. J. G. de S. e M.; CARVALHO, A.M. de. Estabilidade e resistência de agregados de latossolo vermelho-escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 97-103, 1998.

SOUZA, F. A. de; TRUFEM, S. F. B.; ALMEIDA, D. L. de; SILVA, E. M. R. da; GUERRA, J. G. M. Efeito de pré-cultivos sobre o potencial de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares e produção da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 1913-1923, 1999.

SOUZA FILHO, A. P. da S.; RODRIGUES, L. R. de A.; RODRIGUES, T. de J. D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, p. 165-170, 1997.

STUTE, J. K.; POSNER, J. L. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the Upper Midwest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, p. 1063-1069, 1995.

TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um podzólico vermelho-escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 107-114, 1992.

VARCO, J. J.; FRYE, W. W.; SMITH, M. S.; MacKOWN, C. T. Tillage effects on legume decomposition and transformation of legume and fertilizer nitrogen-15. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, p. 750-756, 1993.

Capítulo 19

Inserção da Adubação Verde e da Arborização no Agroecossistema Cafeeiro

Marta dos Santos Freire Ricci

Introdução

A utilização da adubação verde, em associação com a lavoura cafeeira, pode aportar grande quantidade de matéria orgânica e representar uma oportunidade para o produtor diminuir a dependência da criação animal (ASSOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ, 1999).

Dentre os benefícios oriundos da utilização da biomassa vegetal produzida, podem-se mencionar os efeitos sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de efeitos alelopáticos. Assim, os adubos verdes propiciam aumento do teor de matéria orgânica, da disponibilidade de macro e de micronutrientes, da CTC efetiva, do pH e reduzem os efeitos tóxicos do Al (alumínio) e Mn (manganês) por meio da formação de complexos (ALTIERI, 1989; MONTECINOS, 1996; CALEGARI, 1998).

Formam-se ainda, ácidos orgânicos que aumentam a solubilização de minerais e intermediam o bombeamento de nutrientes de camadas mais profundas do solo, disponibilizando-os para espécies de plantas com sistema radicular superficial. Finalmente, contribuem para diminuir a necessidade de capinas.

A presença de adubos verdes protege os solos do impacto das chuvas e de sua desagregação e posterior erosão. A biomassa

produzida aumenta a capacidade de infiltração e de retenção de água, a porosidade e a aeração do solo (ASSOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ, 1999).

A biomassa vegetal roçada e deixada em cobertura ou incorporada ao solo, além de atuar como fonte de C (carbono) e de nutrientes (fonte energética), atenua as oscilações de temperatura e de umidade, intensificando a atividade biológica.

Algumas espécies de plantas utilizadas como adubo verde produzem e liberam certas substâncias químicas para o meio, proporcionando efeito inibidor (alelopático) ao desenvolvimento de ervas consideradas indesejáveis. Como exemplo, tem-se o efeito da mucuna, da *Crotalaria juncea* e do feijão-de-porco sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*), da aveia-preta sobre o capim-marmelada, das mucunas preta e cinza sobre o picão-preto, picão-branco e capim-carrapicho, da *Crotalaria juncea* sobre diversas invasoras (CALEGARI et al., 1993).

Além das vantagens mencionadas, a adubação verde diversifica o agroecossistema, elevando a população de insetos polinizadores e de parasitoides e predadores de pragas da lavoura (LIEBMAN, 1996).

As gramíneas são boas produtoras de biomassa rica em carbono. Contudo, as espécies mais utilizadas como adubo verde são as leguminosas, devido a sua capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, incorporando-o ao sistema, o que significa uma importante alternativa de suprimento desse nutriente às culturas (GLIESSMAN, 2001). Segundo Franco e Souto (1984), as leguminosas usadas na adubação verde incorporam, em média, entre 188 kg de N/ha/ano, por meio da fixação biológica.

Na cafeicultura, os adubos verdes podem ser utilizados no pré-cultivo dessa cultura, de setembro a janeiro, proporcionando elevada produção de biomassa vegetal e grande aporte de N (nitrogênio). As leguminosas podem, também, ser cultivadas nas entrelinhas da lavoura cafeeira desde sua implantação, tendo-se o cuidado de selecionar uma espécie não muito agressiva e que não exerça competição com o café por água e nutrientes (CHAVES, 1999).

Muitas espécies podem ser utilizadas, destacando-se as mucunas, o feijão-de-porco, o guandu, as espécies de crotalárias, o lab-lab, o caupi, a leucena, dentre outras (Tabela 1; Figuras 1 e 2). Podem-se cultivar espécies não leguminosas, tais como, a mandioca e o milho.

Tabela 1. Características de algumas espécies de leguminosas de verão que podem ser utilizadas como adubo verde na cafeicultura.

Espécie	Época de plantio	Hábito de crescimento	Floração plena (dias)	Biomassa vegetal (t/ha/ano)		Espaçamento na entrelinha (m)	Quantidade de sementes (kg/ha)	Nitrogênio fixado (kg/ha/ano)	Peso 1.000 sementes (g)
				Verde	Seca				
Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	Set-jan	Ereto	70-110	12-47	2,5-5,4	0,40	60-75	50-354	145
Centrosema (<i>Centrosema pubescens</i>)	Set-dez	Rasteiro	200-220	16-35	3-7	0,4-0,8	–	93-398	18,9
Calopogônio (<i>Calopogonium muconoides</i>)	Set-dez	Volúvel	180-210	15-40	4-10	0,5-1,0	10	64-450	10,9
<i>Crotalaria juncea</i>	Set-dez	Ereto	80-130	15-60	5-15	0,25	40	150-165	50
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Set-dez	Ereto	110-140	15-30	3-8	0,25	15	154	17,6
<i>Crotalaria mucronata</i>	Set-dez	Ereto	120-150	10-63	2,5-11,6	0,25	10	154	7
<i>Crotalaria breviflora</i>	Set-jan	Ereto	100	15-21	3-5	0,25	20	154	18
<i>Crotalaria paulina</i>	Set-dez	Ereto	120-150	50-80	5-9	0,25	–	154	16
<i>Crotalaria grantiana</i>	Set-dez	Ereto	140-160	7-28	2,5-6,0	0,25	8	154	3,92
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	Set-dez	Ereto	100-120	14-30	3,2-7	0,5-1,5	150-180	49-190	1.351
Guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	Set-jan	Ereto	140-180	9-70	3-22	0,5-1,5	50	41-280	134
Guandu-anão (<i>Cajanus cajan</i>)	Out-jan	Ereto	100	12-20	2,5-5,6	0,6-0,7	–	–	72,5
Indigófera (<i>Indigofera</i> sp.)	Set-jan	Ereto	240-270	15-30	4-10	0,5-1,5	–	–	2,66
Kudzu tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	Set-dez	Rasteiro	240-270	15-36	3,5-8	0,5-1,0	–	30-100	10,9
Lab-Lab (<i>Lablab</i>)	Set-dez	Volúvel	130-140	18-30	3,9-13	0,5-0,8	45	–	250

<i>purpureum</i>)									
Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Set-dez	Ereto	120 (corte)	60-120	15-40	1,5-5,0	–	400-600	46
Mucuna-preta (<i>Mucuna pruriens</i> , var. <i>pruriens</i>)	Set-jan	Volúvel	140-170	10-40	4-7,5	0,5-1,0	60-80	157	650
Mucuna-cinza (<i>Mucuna pruriens</i> , var. <i>utilis</i>)	Set-jan	Volúvel	130-150	20-46	5-9	0,5-1,5	60-90	–	835
Mucuna-anã (<i>Mucuna deeringiana</i>)	Set-jan	Ereto	80-100	12-27	3,5-6,5	0,5	80-100	76-282	642
Siratro (<i>Macroptilium atropurpureum</i>)	Set-jan	Rasteiro	210-240	14-28	3-6,5	0,5-1,0	–	70-140	10,4
Soja perene (<i>Neonotonia wightii</i>)	Set-dez	Rasteiro	210-240	25-40	4-10	0,5-1,0	–	40-450	7

(–) O fenômeno não ocorre.

Fonte: Calegari et al. (1993) e Calegari (1998).



Figuras 1 e 2. Café Conilon (*Coffea canephora*) consorciado com feijão-guandu (*Cajanus cajan*) para adubação verde, sob manejo orgânico (Fazendinha Agroecológica, km 47, Seropédica, RJ).

Fotos: Marta Ricci

Quando a espécie escolhida como adubo verde for uma leguminosa, recomenda-se a inoculação das sementes de leguminosas com inoculantes contendo estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio, com ação específica para a leguminosa selecionada.

Dados de Ricci et al. (2002), resultados não publicados, demonstram que o cultivo de linhas de *Crotalaria juncea* estabelecidas nas entrelinhas do cafezal, proporcionou um aporte de 265 kg/ha de nitrogênio após a primeira poda feita a meia altura, aos 76 dias de idade e 178,5 kg/ha no corte final, feito aos 175 dias (Tabela 2; Figura 3).

Tabela 2. Valores médios de peso fresco e seco da biomassa vegetal de *Crotalaria juncea* e do aporte de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio proporcionado pela poda a meia altura e pelo corte da leguminosa.

Corte de Crotalária	Biomassa vegetal		N	P	K	Ca	Mg
	Peso fresco	Peso seco					
	t/ha						
Poda a meia altura (76 dias): 24/2/2002	29,0	6,22	265,0	11,2	73,6	116,8	30,0
Corte final (175 dias): 2/5/2002	30,1	9,86	178,5	10,2	167,1	74,2	13,5
Total	59,1	16,08	44,35	21,4	240,7	191,0	43,5

Fonte: Ricci et al. (2002).



Figura 3. Lavoura de café Arábica consorciado com *Crotalaria juncea*, 14 dias após o plantio (A) e 21 dias após a poda a meia altura (B). Fazenda Santa Mônica, Valença, RJ.

Fotos: Marta Ricci

Além do nitrogênio, o cultivo dessa leguminosa possibilitou o aporte total de 59 e 16 toneladas de matéria fresca e matéria seca por hectare, respectivamente. Por sua vez, essa biomassa vegetal foi responsável pelo aporte de 21; 241; 191 e 44 kg/ha de P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (magnésio), respectivamente.

Chaves (1999) avaliando a utilização de adubos verdes com diferentes hábitos de crescimento consorciados ao cafeeiro, concluiu que leguminosas de ciclo curto, atenderiam à demanda nutricional da cultura, pois apresentam máxima acumulação de biomassa e de nutrientes no período mais intenso de frutificação, mas deixando o solo descoberto no período chuvoso. Já as espécies de ciclo longo, manteriam o solo coberto por mais tempo. Em função disso, o pesquisador recomenda o plantio de leguminosas de ciclos longo e curto em ruas alternadas da lavoura, invertendo as posições no ano seguinte (Tabela 3).

Tabela 3. Recomendação para plantio de adubos verdes em diferentes sistemas de condução do cafezal.

Sistema de plantio	Hábito de crescimento do adubo verde	Quando utilizar o adubo verde
Tradicional	Rasteiro e semiereto	Todos os anos
Medianamente adensado	Semiereto e ereto	Nos 2 ou 3 primeiros anos
Adensado	Ereto	Nos 2 primeiros anos
Superadensado	Ereto	Só no primeiro ano

Fonte: Chaves (1999).

Arborização de cafezais

O café é originário de florestas caducifólias da Etiópia, onde as árvores dos extratos mais altos perdem as folhas de julho a setembro,

quando o cafeeiro mais necessita de luz para a floração (CEPA, 1971), sendo uma espécie adaptada à sombra, embora, no Brasil, a maioria das lavouras seja conduzida a pleno sol.

Arborização é o termo utilizado para o sombreamento ralo dos cafezais. Trata-se de um recurso utilizado para se diversificar os monocultivos de café, sendo comum em países produtores de café da América Latina, tais como a Colômbia, a Venezuela, a Costa Rica, o Panamá e o México. As espécies mais comuns utilizadas são:

- Leguminosas ingá (*Inga* spp.) e *Erythrina poeppigiana*.
- Fruteiras, como a banana (*Musa* spp.) e citrus (*Citrus* spp.).
- Espécies madeiráveis, tais como o freijó-louro (*Cordia alliodora*) e o cedro (*Cedrela odorata*) (BEER, 1997).

Nos Andes Venezuelanos, 97,5% das propriedades cultivadas com café são sombreadas, sendo 70% com banana e o restante com outras fruteiras (ESCALANTE, 1997).

No Brasil, na região Centro-Sul, a maioria das lavouras cafeeiras é constituída por monocultivos de café Arábica. No Norte e no Nordeste, regiões de clima quente, onde predomina o cultivo do café Conilon, a arborização é uma prática tradicional que favorece o aspecto vegetativo e a produtividade em longo prazo, quando comparada à cultura a pleno sol.

Os poucos estudos existentes, sobre o efeito da arborização do cafeeiro, demonstram que a sombra reduz a produção, tanto do Arábica, como do Conilon (GONZÁLEZ, 1980; DETLEFSEN, 1988; HERNÁNDEZ et al., 1997). Entretanto, tais estudos foram realizados com sombreamento fechado, sendo os resultados pouco estimuladores. Por sua vez, o cultivo a pleno sol tem demonstrado problemas de superprodução e de consequente esgotamento das plantas durante os primeiros anos, até que o autossombreamento diminua esse efeito (SOUZA; OLIVEIRA, 2000).

Pesquisas mais recentes demonstram que há uma relação positiva entre níveis de sombreamento de 23% a 38% e a produção de frutos (SOTO-PINTO et al., 2000). A produtividade do cafeeiro não foi afetada quando associada com seringueira, mogno e nin indiano, no

espaçamento 9 m x 6 m (MELO; GUIMARÃES, 2000). Freitas et al. (2000) observaram num consórcio de café com seringueira, na região de Patrocínio, MG, que a produção dos cafeeiros foi menor nas fileiras mais próximas das seringueiras, mas essa queda foi compensada pelas fileiras menos sombreadas.

Segundo Fernandes (1986), a arborização com espécies e espaçamentos adequados poderá apresentar resultados satisfatórios, quando comparado ao cultivo a pleno sol. Os principais efeitos esperados são:

- Produção de internódios mais longos.
- Redução do número de folhas, mas de maior tamanho.
- Produção de frutos maiores, mais moles e açucarados.
- Melhoria do aspecto vegetativo do cafeeiro.
- Aumento do número de ramos primários e secundários.
- Aumento da capacidade de produtividade do cafeeiro.
- Obtenção de cafés com bebida mais suave.
- Redução na bianualidade de produção.
- Menor incidência da seca dos ponteiros e de cercosporiose.

Em regiões quentes e de baixa altitude, a arborização é recomendada com base na fisiologia das plantas, para:

- Reduzir os picos de temperatura e elevar as mínimas.
- Criar uma condição conservadora de umidade do solo e do ar.
- Reduzir a evapotranspiração e a ação dos ventos, principal causa de ressecamento.

Do ponto de vista de solos, a arborização proporciona a adição de matéria orgânica, devido à queda de folhas e da redução da decomposição das mesmas pela diminuição da temperatura do solo, como também reduz as perdas de N (nitrogênio), contribuindo para a melhoria da fertilidade (MUÑOZ; ALVARADO, 1997).

Numa comparação entre os sistemas de cultivo convencional e arborizado, o café sombreado tem maior ciclagem de nitrogênio,

reduzindo as perdas desse nutriente nos agroecossistemas (BABBAR; ZAK, 1994).

A arborização apresenta, ainda, efeito sobre a conservação da umidade do solo, que associada à maior presença de matéria orgânica, favorece a biologia e a microbiologia do solo.

A presença de árvores diminui o impacto das chuvas sobre o solo, aumenta a capacidade de absorção e de infiltração de água, reduzindo o risco de erosão, um aspecto importante para a conservação dos solos, especialmente em áreas onde o declive é acentuado. Quando as espécies utilizadas são leguminosas, ocorre adição de nitrogênio ao sistema via fixação biológica e conseqüentemente a disponibilidade desse nutriente no solo.

Apesar da grande adaptabilidade morfológica e fisiológica do cafeeiro a diferentes intensidades luminosas, áreas de baixa altitude e alta temperatura podem requerer a necessidade de sombreamento parcial para aumentar a sustentabilidade da cultura. Mesmo submetidas a um sombreamento de até 50%, as plantas compensam a sombra e mantêm o crescimento normal. Atualmente, as cultivares comerciais de café são mais adaptadas a pleno sol, mas apresentam bianualidade de produção e menor longevidade.

Um aspecto importante a ser considerado é que o sombreamento desuniformiza a maturação do grão, permitindo a catação manual de somente grãos 'cereja', contribuindo para melhorar a qualidade do produto. Esse fato foi relatado por Matiello e Coelho (1999), que observaram que o sombreamento retardou a maturação e os frutos do cafeeiro Conilon, permanecendo os mesmos, por mais tempo, no estágio 'cereja'.

Cafezais arborizados ou em consórcios agroflorestais podem trazer ao produtor maior retorno econômico (frutas, madeiras, etc.), especialmente em pequenas propriedades (BEER, 1997), ou nos períodos em que o preço do café está em baixa (Figura 4).



Figura 4. Aspecto de uma lavoura de café Conilon (*Coffea canephora*) arborizada com mamão e banana (A) e com *Erythrina variegata* (B), na Fazendinha Agroecológica, km 47, em Seropédica, RJ.

Fotos: Marta Ricci

Existem dois tipos de sombreamento, o temporário ou provisório, e o permanente. O primeiro tipo serve de proteção ao cafeeiro, na fase de estabelecimento da cultura, permanecendo na área somente durante os primeiros anos, devendo ser eliminado quando o sombreamento definitivo estiver estabelecido. Para esse tipo de sombreamento, são utilizadas espécies anuais ou perenes, de pequeno porte, sendo a banana, a espécie mais utilizada no Brasil e nos demais países latinos.

Quando da seleção de espécies para sombreamento definitivo, estas espécies devem:

- Ser adaptadas às condições ambientais da região.
- Ser preferencialmente da família das leguminosas, para fixar nitrogênio.
- Ter crescimento rápido e vida longa.
- Apresentar sistema radicular profundo, para não concorrer por água e nutrientes com as raízes do cafeeiro.
- Ser insenta de espinhos e resistente a ventos.

- Apresentar copa rala ou perder as folhas no período de julho a setembro, quando o café necessita de mais luz para a floração.
- Ter boa capacidade de rebrota e proporcionar bom aporte de nutrientes.
- Proporcionar retorno adicional, tais como lenha ou alimentos.
- Dispensar podas frequentes.
- Ser livres de pragas e doenças que possam prejudicar o cafeeiro.

No que diz respeito à porcentagem de sombra, recomendam-se 30% a 40%, dependendo das condições de clima e da fertilidade do solo. Há duas maneiras de se obter a taxa de sombreamento desejado. A primeira é por meio do espaçamento adotado, podendo ser mais ou menos adensado de acordo com o porte de cada espécie. Os espaçamentos no sombreamento definitivo geralmente variam de 8 m x 8 m até 15 m x 15 m.

Entretanto, como essas espécies têm crescimento lento, o produtor pode optar por um plantio mais adensado e, à medida que forem crescendo, podem-se eliminar alguns indivíduos. A segunda maneira de se dosar a sombra é por meio de podas, sendo esta a prática mais utilizada no sombreamento provisório, por serem espécies de menor porte.

Quanto à localização das árvores, estas devem ser plantadas obedecendo-se o desenho do cafezal, em curvas de nível e na mesma linha dos cafeeiros, deixando-se as ruas livres, para a passagem de máquinas.

Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. 240 p.

ASOCIACION NACIONAL DEL CAFÉ (Guatemala). **Manual de caficultura orgánica**. Guatemala, 1999. 159 p.

BABBAR, L. I.; ZAK, D. R. Nitrogen cycling in coffee agroecosystems: net mineralization and nitrification in the presence and absence of shade trees. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 48, p. 107-113, 1994.

BEER, J. Café bajo sombra en América Central: hace falta más investigación sobre este sistema? **Agroforestería en las Américas**, Cali, v. 4, p. 4-5, 1997.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (Londrina, PR). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina, 1998. 255 p. (Iapar. Circular, 101).

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M. B. B. da; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adução verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CEPA. **Café: análise da produção e consumo: subsídios à implantação de um programa de incentivo à cafeicultura no Estado do Ceará**. Fortaleza, 1971. 112 p.

CHAVES, J. C. D. Modelo para utilização de adubos verdes em lavouras cafeeiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAA-Procafé, 1999. p. 179-180.

DETLEFSEN, E. G. **Evaluación del rendimiento de *Coffea arabica* cv "Caturra" bajo diferentes de siembra de *Cordia alliodora* y plantados en un diseño sistemático de espaciamiento**. 1988. 121 p. Tese (Mestrado)–CATIE, Costa Rica, 1988.

ESCALANTE, E. Café y agroforestería en Venezuela. **Agroforestería en las Américas**, Cali, v. 4, n. 13, p. 21-24, 1997.

FERNANDES, D. R. Manejo do cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do café: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 275-301.

FRANCO, A. A.; SOUTO, S. M. Contribuição da fixação biológica de N₂ na adubação verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil**. Campinas, 1984. p.199-215.

FREITAS, R. B. de; OLIVEIRA, L. E. M. de; SOARES, A. M.; DELÚ FILHO, N.; ALVES, D.; GUERRA NETO, E. G.; GONTIJO, P. T. G. Avaliações ecofisiológicas do consórcio de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) com seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) na região de Patrocínio-MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café; Minasplan, 2000. p. 971-974. v.2.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 653p.

GONZÁLEZ, L. E. **Efecto de la asociación de laurel (*C. alliodora* (Ruiz Pav.) Oken) sobre producción de café (*Coffea arabica*) com y sin sombra de poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook)**. 1980. 110 p. Tese (Mestrado)–CATIE, Costa Rica, 1980.

HERNÁNDEZ, G.; BEER, J.; PLATEN, H. von. Rendimiento de café (*Coffea arabica* cv Caturra), producción de madera (*Cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones com diferentes densidades de sombra en Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, Cali, v. 4, n. 13, p. 8-13, 1997.

LIEBMAN, M. Sistemas de policultivos. In: CURSO de Autoformación a Distância. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 131-133. Módulo II: Desarrollo rural humano y agroecologico.

MATIELLO, J. B.; COELHO, C. Observações fenológicas em cafeeiros Conilon cultivados com e sem arborização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 25., 1999, Franca, SP. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MAA-Procafé, 1999. p. 19-20.

MELO, J. T. de; GUIMARÃES, D. P. A cultura do café em sistemas consorciados na região do cerrado. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café; Minasplan, 2000. v. 2, p. 963-966.

MONTECINOS, C. Manejo de la fertilidad del suelo. In: CURSO de Autoformación a Distância. Módulo II: Desarrollo rural humano y agroecológico. Chile: Centro de Educacion y Tecnologia, 1996. p. 57-66.
MUÑOZ, G.; ALVARADO, J. Importacia de la sombra en el cafetal. **Agroforestería en las Américas**, Cali, v. 4, n. 13, p. 25-29, 1997.

SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; CASTILO-HERNANDEZ, J.; CABALLERO-NIETO, J. Shade effect on coffee production at the northern Yzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 80, p. 61-69, 2000.

SOUZA, N. L. de; OLIVEIRAT, L. E. M. de. Influência do sombreamento no crescimento e desenvolvimento de diferentes cultivares de (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Resumos expandidos...** Brasília: Embrapa Café; Minasplan, 2000. v. 2, p. 1032-1034.

Capítulo 20

Aspectos Ecológicos da Seleção de Espécies para Sistemas Agroflorestais e Recuperação de Áreas Degradadas

Eduardo Francia Carneiro Campello

Avílio Antônio Franco

Sérgio Miana de Faria

Introdução

A implantação de sistemas agroflorestais tem sido direcionada para locais onde os modelos tradicionais de exploração, desmatamentos seguidos pela atividade agropecuária, já exportaram muitos nutrientes, tornando-se a agrofloresta a tentativa de se gerar produtos recuperando o ambiente. A busca da maximização da resiliência potencial do ambiente a ser trabalhado deve ser almejada. Os objetivos devem ser traçados na tentativa de favorecer os mecanismos naturais que permitem a reação da natureza aos diferentes graus de perturbação.

Em função dos níveis de degradação, a estratégia a ser seguida começa pela identificação dos mecanismos de resposta ambiental que estarão aptos para uma pronta reação. A dinâmica das

comunidades vegetais pode ser manipulada durante o processo de implantação dos sistemas agroflorestais, visando melhorar o estabelecimento de espécies, acelerar o ritmo da sucessão e aumentar a diversidade biológica (REDENTE et al., 1993).

Os componentes naturais que atuam na sucessão e respondem às perturbações do meio são as fontes de propágulos, os agentes de dispersão, as condições microclimáticas, a conformidade do relevo e o substrato para o estabelecimento dos ingressos vegetativos. Quando um ou mais desses fatores não se mostram em condições de reagir prontamente, o processo de resposta ambiental, como um todo, pode falhar. Nesse caso, o conceito de sustentabilidade fica vulnerável, sendo preciso que se façam intervenções para que os mecanismos da dinâmica da sucessão natural sejam novamente ativados.

Em tais circunstâncias, os sistemas agroflorestais podem se tornar uma forma de intervenção, não permitindo que os processos de degradação se acentuem, garantindo à natureza uma resposta ecológica e proporcionando à sociedade possibilidades de retorno da qualidade ambiental.

A escolha de espécies para sistemas agroflorestais aplicados à recuperação ambiental deve observar aspectos como a disponibilidade de material vegetativo para diferentes regiões e paisagens (biomas), a capacidade de adaptação às condições adversas de cada local (ambiência) e o conhecimento do comportamento silvicultural das espécies em consórcio com outras plantas (domesticação) (Figura 1). Além de visar o rápido estabelecimento de plantas com menor uso possível de insumos, objetiva-se que o processo natural de sucessão vegetal seja retomado pelo ambiente.

Levantamento de Espécies

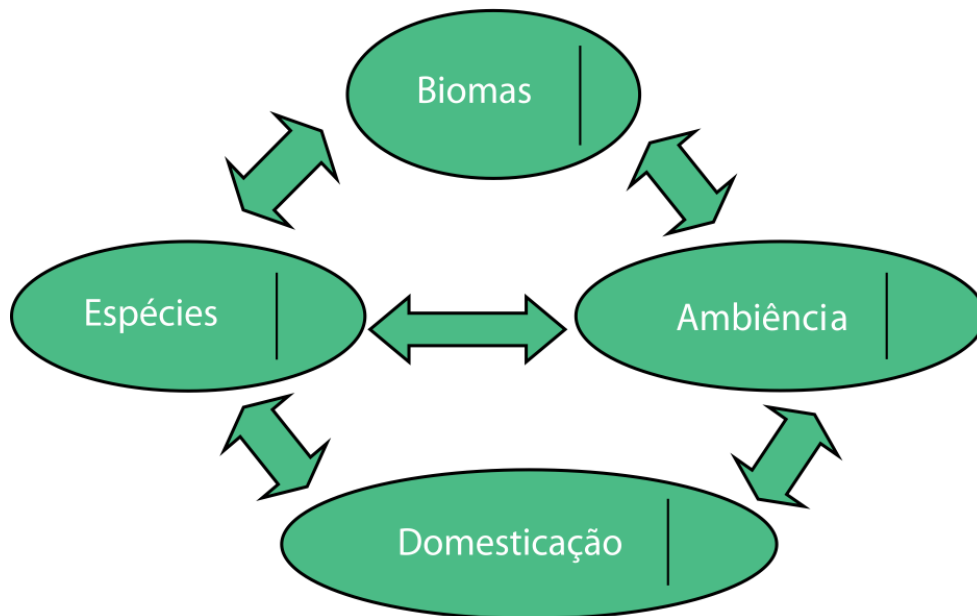


Figura 1. Esquema de fatores básicos que direcionam o levantamento de espécies florestais para diferentes usos no Brasil.

Assim, alguns dos principais aspectos reguladores da sucessão vegetal – e que influenciam na qualidade do ambiente como um todo – serão discutidos neste capítulo. As informações nele contidas focalizam o comportamento das espécies florestais quando utilizadas em sistemas agroflorestais, e como estes podem ser empregados para recuperar locais atingidos por perturbações antrópicas, que passaram a apresentar baixa resiliência.

Mecanismos reguladores

Os fundamentos e os conceitos usados para elaboração e condução de sistemas agroflorestais, com base na sucessão natural, são copiados dos processos que ocorrem na natureza. Para tanto, é preciso compreender o funcionamento do ecossistema

original do local e inserir espécies de interesse para o sistema de produção com base nos estágios sucessionais, tentando obedecer às características evolutivas de cada espécie. O processo sucessional pode ser definido como sendo resultante de um gradiente no tempo, das disponibilidades relativas dos fatores limitantes (TILMAN, 1985).

O principal eixo para a evolução e a diferenciação dos biomas terrestres tem sido o gradiente de ecossistemas com solos pobres e alta incidência luminosa sobre suas superfícies, para solos com maior disponibilidade de nutrientes, mas com menos luminosidade (Figura 2).

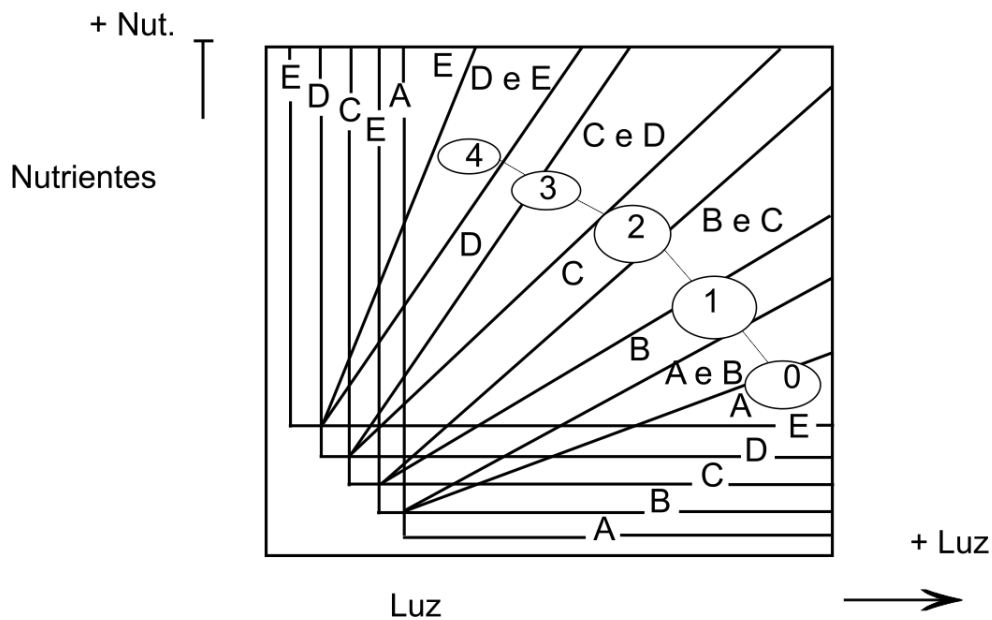


Figura 2. Sucessão primária com base na teoria da disponibilidade de recursos, segundo a qual, a qualquer tempo, os recursos solo (nutrientes) *versus* luz podem ser negativamente correlacionados, como ilustrado pelas regiões ovais (tempo) de suprimento de recursos.

Fonte: adaptado de Tilman (1985).

Parece claro que outros fatores, como a água e a temperatura, também interferem nos processos, mas em toda a experimentação realizada em ambientes mesófilos, como os tropicais, em regiões onde a água e a temperatura não são fatores limitantes, os

nutrientes e a luz foram os principais componentes reguladores (FINEGAN, 1984). Entre os nutrientes, o nitrogênio se caracteriza como o mais limitante de todos e o que proporciona as maiores respostas na cronossequência da sucessão vegetal (MCLENDON; REDENTE, 1991; WILSON; TILMAN, 1991).

Regeneração natural e sustentabilidade

Num sistema agroflorestal com base na sucessão vegetal, a longevidade da base produtiva pode ser garantida a partir do estabelecimento dos mecanismos de regeneração natural. Quando é possível se identificar plantas oriundas de espécies que não foram plantadas no sistema, passa-se a contar com processos que garantem a sustentabilidade. Espécies de diferentes estágios sucessionais podem surgir, sendo importante identificá-las para que sejam aproveitadas da melhor forma possível.

O sistema deve ser manejado de tal maneira que as espécies pioneiras sejam aproveitadas para aportar biomassa, as secundárias e as mais tardias, geralmente com maior valor madeireiro, quando for o caso, devem ser protegidas para formarem o dossel superior e posterior aproveitamento.

Sem dúvida, esse sistema pode ser estabelecido a partir de um plantio inicial e de futuros enriquecimentos, mas o aproveitamento da resiliência e o surgimento espontâneo de plantas são ótimos indicadores de sustentabilidade, ainda mais na medida que estes passam a contribuir para uma maior diversidade florística da área.

Para que esses mecanismos possam se manifestar mais intensamente, alguns fatores precisam ser adequados, pois podem interferir diretamente. A seguir, são comentados alguns desses fatores, que quando possível, devem ser levados em conta na implantação de sistema agroflorestal e na recuperação de uma área degradada.

Oferta de propágulos

Distância e qualidade da fonte

Em relação aos remanescentes de vegetação original, a localização da área possui valor estratégico para as futuras atividades produtivas. A razão para essa forma de distribuição resulta da importância dos fragmentos de vegetação ou das florestas fronteiriças como fornecedoras de propágulos vegetativos que permitem a recolonização vegetal. A maioria das espécies dispersa suas sementes por anemocoria (dispersão pelo vento) ou por zoocoria (dispersão por animais). Portanto, a distância da fonte de propágulos influencia, diretamente, na quantidade de material vegetativo que chega sobre o solo (MCCLANAHAN, 1986; SILVA et al., 1996).

Trabalhos como o de Kolb (1993) e de Parrota (1993) quantificam a influência da distância da fonte no número de propágulos recebidos. Esses estudos mostram a existência de uma correlação negativa entre o fluxo de ingressos vegetativos com o aumento na distância das vegetações que abastecem o local.

Outro fator que atua em conjunto com a distância pode ser definido como a qualidade da fonte, que se constitui de dois componentes, o tamanho do fragmento ou reserva e ainda a riqueza de espécies que compõem cada uma dessas áreas.

Na Amazônia, em área de mineração de bauxita, circundada por floresta, em locais de estéril (mistura de horizontes B, C e restos de minério) revegetados há 12 anos, não foram encontradas diferenças no surgimento de plantas, por regeneração natural em até 200 m da fonte de propágulos, caracterizando que em regiões onde a área se situa próxima a vegetações primárias, com abundância e riqueza de plantas a distância da fonte não tem a mesma influência do que locais cercados por fragmentos de tamanho variável ou vegetação secundária, onde a riqueza original de espécies possa ter sido comprometida.

Grupos ecológicos das espécies

As espécies vegetais também podem ser agrupadas em função das condições ambientais em que surgem e do *sere* que ocupam na cronossequência da sucessão. A divisão de Budowski (1965), em pioneiras, secundárias e climácicas, permite identificar as espécies com base em seus requisitos ambientais. Existem outras propostas para a classificação das espécies (WHITHMORE, 1993; DENSLOW, 1980), o que não invalida essa conceituação.

Em termos ambientais, a concepção sequencial favorece o entendimento de que determinadas espécies cumprem um papel de facilitadoras para outras mais exigentes. Nesse contexto, cabe ainda mencionar que a implantação de sistemas agroflorestais, principalmente em locais de bastante interferência antrópica, resultando em degradação, pode levar à alteração de comportamento das espécies. Isso ocorre no caso do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), uma espécie secundária, mas que em determinadas situações, como desmatamento ou fogo, pode retornar como pioneira, em função do seu estoque no banco de sementes e rebrota de tocos.

Como o pau-jacaré, muitas outras espécies podem ter seu comportamento sucessional bastante flexível, podendo ocupar diferentes grupos ecológicos em função das variações das condições ambientais. Ainda assim, a observação dos grupos ecológicos tradicionais deve servir de orientação, pois as espécies de cada grupo apresentam algumas características silviculturais muito próprias. As pioneiras, por exemplo, geralmente são espécies de rápido crescimento, ciclo de vida curto (10 a 15 anos), heliófilas, precoces para a maturidade, com sementes pequenas e ampla dispersão zoocórica.

Agentes dispersores

A caracterização da participação dos diferentes agentes naturais de dispersão de propágulos, em cada tipo de composição vegetal,

configura-se como uma etapa importante no planejamento e na execução dos plantios. Os agentes dispersores podem ser divididos em abióticos e bióticos.

Entre os abióticos que compreendem a dispersão por autocoria (abertura espontânea do fruto e queda direta das sementes), hidrocoria (dispersão pela água), barocoria (queda do fruto); por anemocoria (dispersão pelo vento) abrange maior número de espécies dentro do grupo, na maioria dos ambientes tropicais.

A via zoocórica compreende todos os agentes bióticos de dispersão. Os morcegos, as aves, os peixes, os roedores e até animais de médio porte, como a anta, são alguns dos principais dispersores de espécies vegetais de hábitos de crescimento pioneiro, fundamentais no processo de sucessão vegetal primária.

Geralmente, a dispersão zoocória tem maior influência em florestas tropicais, visto a complexidade do ambiente e das relações coevolutivas (Figura 3). Os efeitos da sazonalidade também devem ser considerados, em função da maior ou menor oferta de alimentos em determinadas épocas do ano, o que provoca maior visitação de animais nas bordas quando, por sua vez, ocorre, também, maior demanda por alimentos de outros locais (SILVA et al., 1996). Em biomas como o Cerrado, a dispersão anemocórica possui maior peso nas formas de ocupação espacial pelas espécies vegetais nos diferentes estágios sucessionais (DURIGAN, 1991).

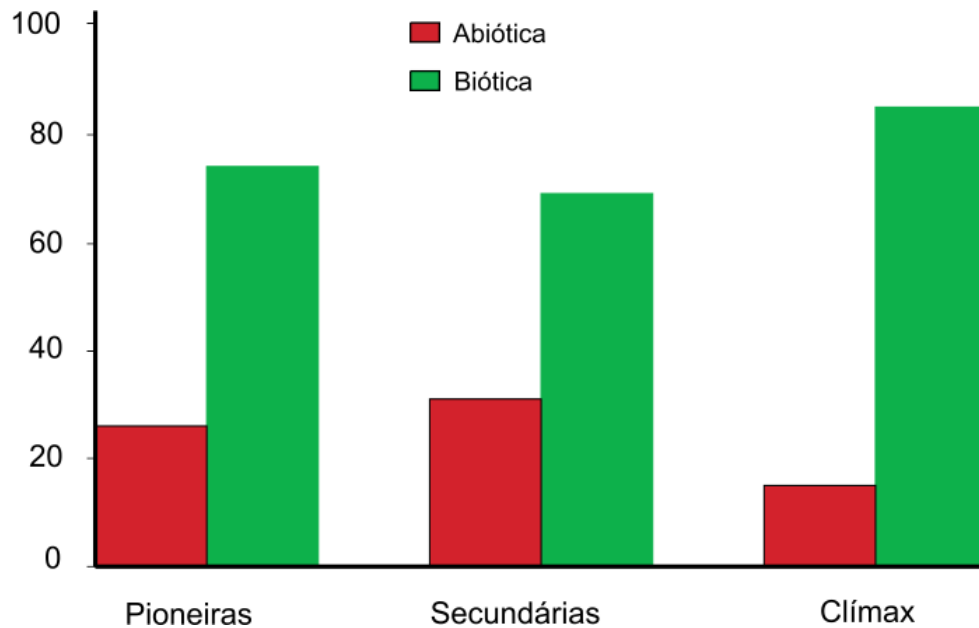


Figura 3. Participação percentual dos grupos de agentes de dispersão natural de sementes em diferentes estágios sucessionais de uma floresta tropical de terra firme.

Fonte: modificado de Costa et al. (1992).

Ainda em termos gerais, com base nos resultados de alguns trabalhos, se verifica uma tendência de que em ambientes degradados, ocorra a prevalência da dispersão anemocórica, nos estágios iniciais da sucessão (KOLB, 1993; PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). Contudo, essas observações se referem a áreas com limitações em relação à fonte de propágulos. Além disso, no processo de recuperação em áreas onde o subsolo foi explorado, existe a necessidade da intervenção técnica para estabelecimento de uma nova cobertura vegetal arbórea ou arbustiva, o que poderá, num relativo curto espaço de tempo, criar condições de atratividade de agentes de dispersão zoocórica.

A distribuição de reservas vegetais, que sirvam de pasto para a alimentação desses vetores, em relação às áreas a serem recuperadas, mostra-se como fator muito importante a ser considerado na velocidade de retomada da sucessão vegetal (MCCLANAHAN; WOLFE, 1993). Considerando-se que esses agentes migram entre fragmentos florestais, e que precisam se

abrigar ou descansar durante esses trajetos; ao encontrar locais de pousio, esses animais frugívoros, depositam suas fezes ou regurgitam propágulos ingeridos, permitindo, assim, até a troca de material vegetativo entre áreas ou populações distintas (WEGNER; MERRIAM, 1979).

Em relação a esse mecanismo, a preocupação deve estar voltada para a geração, o mais rápido possível, de condições favoráveis para atração e recebimento dos propágulos que ingressem pelos diferentes agentes de dispersão. Nesse aspecto, as soluções podem variar da implantação de árvores de rápido crescimento ou a permanência de árvores remanescentes (GUEVARA et al., 1992).

Escolha de espécies para revegetação

Uma questão polêmica que envolve os técnicos e pesquisadores, que trabalham com recuperação ambiental, tem sido a disputa entre função ecológica e a origem das espécies vegetais. A razão principal para o questionamento sobre o uso de espécies exóticas se relaciona com a possibilidade de uma dessas espécies se tornar dominante, interferindo nas fases da sucessão natural, de forma a não permitir o aparecimento de outras plantas ou em casos extremos, até se tornar uma praga. Contudo, essa possibilidade também existe com espécies nativas, além do fato de que um grande número de espécies introduzidas já foi testado, sem expressar características ambientais inadequadas.

Na verdade, o uso de espécies locais, se mostra, em princípio, como o mais desejável. Contudo, ao se analisar as variáveis envolvidas, se verifica que podem existir limitações como baixa disponibilidade de sementes, ausência de espécies selecionadas e adaptadas, falta de conhecimento de características silviculturais e da contribuição ao ciclo biogeoquímico.

Na sucessão primária, processo previsto para situações onde ocorre a degradação do solo, as espécies pioneiras de outras áreas contíguas, mas anteriormente inexistentes ou com baixa densidade, podem ser introduzidas pelos agentes dispersores naturais, direcionando a sucessão para a formação de um ambiente diferente daquele que existia. As modificações podem atingir não somente a estrutura fitossociológica horizontal como também comprometer a função ecológica da vegetação (HERRERA et al., 1993).

A intervenção técnica deve ser baseada no potencial de recuperação do ecossistema, buscando ajudar os processos naturais. O papel ou função que a espécie exerce na estrutura parece mais importante do que a origem desta, sendo a seleção de habitat, feita pelos zoodispersores, orientada pela forma vegetal (ODUM, 1988).

Em princípio, os padrões de sucessão mostram-se mais dependentes da função ecológica que cada indivíduo compõe no sistema (pioneira, secundária, fixador de N (nitrogênio), depositador de material orgânico e abrigo para zoodispersores), do que da identidade botânica e origem da espécie.

A observação das plantas que ocorrem próximas ao local a ser revegetado, principalmente em situações adversas, se constitui um primeiro passo. Atributos como rápido estágio de muda no viveiro, disponibilidade de sementes, ciclo de desenvolvimento curto, permitindo o ingresso de outras espécies, também devem ser considerados.

Finalmente, a proteção do solo, a capacidade de aporte orgânico, a qualidade desse material e a formação de manta orgânica – apoiadas em sistemas radiculares mais profundos e eficientes em buscar nutrientes disponíveis para outras plantas – são características desejáveis em árvores empregadas com essa finalidade.

Quando essas habilidades podem ser associadas com a capacidade de fixar N_2 , então encontramos espécies que devem ser empregadas em sistemas agroflorestais para recuperação ambiental

(FRANCO et al., 1992; FRANCO; CAMPELLO, 1997; CAMPELLO; FRANCO, 2001). Para a revegetação de áreas degradadas, não existem fórmulas prontas e, para cada situação, o maior número de espécies nativas e exóticas deve ser testado. Assim, objetiva-se uma diversidade razoável de espécies adaptadas às difíceis condições iniciais.

Na Tabela 1, são listadas algumas espécies arbóreas fixadoras de N₂ e que se associam a fungos micorrízicos, com potencial de utilização em sistemas agroflorestais e áreas degradadas.

Tabela 1. Árvores fixadoras de N₂ com potencial para uso em sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas, aspectos silviculturais e de adaptação ambiental.

Espécie	Nome vulgar	Porte (m)	Plasticidade ambiental	Limitações	Usos
<i>Acacia angustissima</i>	Acácia	Até 5 m	Alta	Solos encharcados	Biomassa
<i>Acacia holosericea</i>	Acácia	Até 8 m	Alta	pH < 3	Biomassa, sombra e ornamental
<i>Acacia mangium</i>	Acácia	Até 30 m	Alta	Encostas com solos rasos	Biomassa, sombra
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico-branco	Até 20 m	Media	Ausência de mata. orgânica	Biomassa, sombra
<i>Albizia lebbek</i>	Fava	Até 20 m	Media	Muito frio	Biomassa e sombra
<i>Cajanus cajan</i>	Guandu	Até 3 m	Alta	Solos encharcados	Biomassa e grãos
<i>Calliandra calothyrsus</i>		Até 20 m	Media	Longas de estiagens	Biomassa, cerca viva e ornamental
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Sombreiro	Até 20 m	Alta	Ataque de pragas	Biomassa e sombra
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Orelha-de-negro	Até 30 m	Media	Frutos tóxicos para o gado	Biomassa, sombra
<i>Gliricidia sepium</i>	Gliricídia	Até 10 m	Baixa	Solos encharcados	Biomassa, mourão vivo e forragem
<i>Inga marginata</i> **	Ingá	Até 15 m	Média	Armazenamento das sementes	Frutos e melífera, sombra

<i>Ingá edulis</i>	Ingá		Média	Armazenamento das sementes	Frutos e melífera, sombra
<i>Mimosa artemiziana</i>	Monjoleiro	Até 15 m	Media		Biomassa e sombra
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	Sabiá	Até 10 m	Alta	Produz acúleos	Biomassa, mourões, cerca-viva e forragem
<i>Mimosa floculosa</i>	Bracatinga-de-campo-mourão	Até 7 m	Media	Semiperene	Biomassa e ornamental
<i>Mimosa scabrella</i>	Bracatinga	Até 20 m	Baixa	Altitude < 500 m	Biomassa e melífera
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Jacaré	Até 20 m	Media	Dependência micorrízica	Biomassa e sombra
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba	Até 8 m	Baixa	Solos encharcados	Biomassa, sombra e forragem
<i>Sesbania virgata</i>	Sesbânia	Até 10 m	Alta	Ataque de pragas	Biomassa, forragem e tanino
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Táxi	Até 25m	Alta		Biomassa, carvão e caixas
<i>Stryphnodendron guianensis</i>	Barbatimão	Até 8 m	Média	Crescimento inicial lento	Biomassa e medicinal

** Espécies que não necessitam do tratamento de quebra de dormência.

Leguminosas arbóreas como ativadoras da sucessão natural

A reação da natureza às mais diversas alterações na vegetação, dá-se de forma bastante intensa, principalmente em regiões tropicais, uma vez que água e temperatura não são fatores limitantes (NEPSTAD et al., 1991). Contudo, em locais onde ocorre a degradação do solo, a ausência de matéria orgânica faz com que estas apresentem baixa resiliência, ou seja, a reação ambiental para retorno às condições anteriores pode não ocorrer ou ser muito lenta (CARPANEZZI et al., 1990).

A ativação sucessional passa pela contínua alteração das condições ambientais do sítio a ser recuperado. Portanto, o plantio de leguminosas arbóreas atende às necessidades de rápido

estabelecimento de uma cobertura vegetal, conjugada com efeitos de maior duração como a oferta contínua de nitrogênio, aumento da população microbiana, elevada deposição de material orgânico de rápida decomposição, além de mudanças microambientais, tais como sombra, retenção de umidade e redução de temperatura (FRANCO et al., 2000). Assim, atuando como ativadoras e reguladoras dos recursos disponíveis, e permitindo o surgimento de espécies mais exigentes.

Resultados sobre avaliação da sucessão em reflorestamentos com 12 anos, em áreas de solo arenoso degradado em Porto Trombetas, PA, mostram que sob as parcelas de uma leguminosa fixadora exótica (*Acacia mangium*), uma leguminosa fixadora nativa (*Sclerolobium paniculatum*), duas mirtáceas exóticas (*Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus citriodora*) e uma celastrácea nativa (*Goupia glabra*), a maior riqueza de espécies nativas oriundas da regeneração natural e a maior biomassa vegetal foram encontradas sob os reflorestamentos com leguminosas fixadoras de nitrogênio (Figura 4). Ocorrendo ainda, sob a *Acacia mangium*, um extrato arbóreo superior a 8 m de altura, referente à sucessão.

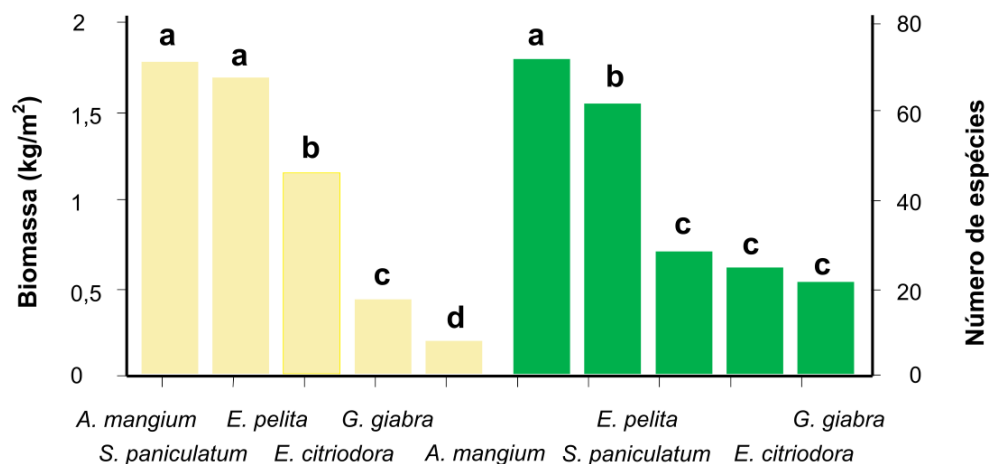


Figura 4. Biomassa seca da parte aérea e número (riqueza) de espécies da regeneração natural sob plantios de leguminosas florestais e de não leguminosas, em Porto Trombetas, PA (médias de quatro repetições, barras do mesmo parâmetro, com letras iguais, não diferem entre si pelo Teste de Tukey 5%).

É oportuno salientar que essa espécie não apresentou regeneração natural própria e poucos espécimes do plantio original ainda sobreviviam, o que significa que esta já cumpriu seu papel de recuperar a resiliência, permitindo a natureza reger o processo de sucessão ecológica (CAMPELLO, 1998, 1999).

Referências

BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, Costa Rica, v. 15, p. 40-42, 1965.

CAMPELLO, E. F. C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 183-196.

CAMPELLO, E. F. C. **A Influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia**. 1999. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Estratégias de recuperação de áreas degradadas. In: SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFIMAMENTO, 2001, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 119-133.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observações de laboratórios naturais In: CONGRESSO

FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 216-221.

COSTA, L. G. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; JESUS, R. Grupos ecológicos e a dispersão de sementes de espécies arbóreas em trecho de floresta tropical na reserva florestal de Linhares (ES). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS: CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 19-20.

DENSLOW, J. S. Gap partitioning around tropical rainforest succession trees. **Biotropica**, Washington, v. 12, p. 47-55, 1980.

DURIGAN, G. Análise comparativa do modo de dispersão das sementes das espécies de cerradão e de mata ciliar no município de Assis, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, Atibaia. **Anais....** São Paulo: Instituto Florestal, 1991. p. 278. (Série Documentos).

FARIA, S. M. de; CAMPELLO, E. F. C. **Algumas leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para áreas degradadas.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Recomendação técnica, 7).

FINEGAN, B. Forest succession. **Nature**, London, v. 312, p.107-114, 1984.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. de. **Revegetação de solos degradados.** Seropédica: Embrapa-CNPBS, 1992. 11 p. (Embrapa-CNPBS. Comunicado técnico, 9).

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Importância da qualidade da serapilheira na sucessão vegetal em áreas de recuperação na Amazônia. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS

HÚMICAS, 2., 1997, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa-CNPDIA, 1997. p. 53-59.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de; DIAS, L. E. The importance of biological nitrogen fixation on land rehabilitation. In: PEDROSA, F. O.; HUNGRIA, M.; YATES, G.; NEWTON, W. E. (Ed.). **Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity**. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 569-570. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, 38). Trabalho apresentado no 12th International Congress on Nitrogen Fixation, Foz do Iguaçu, 1999.

GUEVARA, S.; MEAVE, J.; MORENO-CASASOLA, P.; LABORDE, J. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. **Journal of Vegetation Sciences**, Knivsta, v. 3, p. 655-664, 1992.

HERRERA, M. A.; SALAMANCA, C. P.; BAREA, J. M. Inoculation of woody legumes with selected arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia to recover desertified Mediterranean ecosystems. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 59, p. 129-133, 1993.

KOLB, S. R. **Islands of secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: their role in reestablishing Atlantic Coastal Forest**. 1993. 127 p. Tese (Doutorado)– University of Georgia, Athens, 1993.

McCLANAHAN, T. R. The effect of a seed source on primary succession in a forest ecosystem. **Vegetatio**, v. 65, p. 175-178, 1986.

McCLANAHAN, T. R.; WOLFE, R. W. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 7, p. 279-288, 1993.

McLENDON, T.; REDENTE, E. Nitrogen and phosphorus effects on secondary succession dynamics on a semi-arid sagebrush site. **Ecology**, Durham, v. 72, p. 2016-2024, 1991.

NEPSTAD, D. C.; UHL, S.; SERRÃO, E. S. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio**, Stockholm, v. 20, p. 248-255, 1991.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434 p.

PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as “foster ecosystems”. In: LEITH, H.; LOTHMANN, M. (Ed.). **Restoration of tropical forest ecosystems**. Netherlands: Kluwer, 1993. p. 63-73.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1993. p. 215-274.

REDENTE, E. F.; McLENDON, T.; DePUIT, E. J. Manipulation of vegetation community dynamics for degraded land rehabilitation. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p. 265-278.

SILVA, J. M. C. da; UHL, C.; MURRAY, G. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 10, p. 491-503, 1996.

TILMAN, D. The resource-ratio hypothesis of plant succession. **The American Naturalist**, Cambridge, v. 125, p. 827-852, 1985.

WEGNER, J. F.; MERRIAM, G. Movement by birds and small mammals between a wood and adjoining farm habitats. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 16, p. 349-357, 1979.

WHITHMORE, T. C. Secondary succession from seed in tropical rain forests. **Forestry Abstracts**, Oxford, v. 44, p. 767-779, 1983.

WILSON, S. D.; TILMAN, D. Components of plant competition along an experimental gradient of nitrogen availability. **Ecology**, Durham, v. 72, p. 1050-1065, 1991.

Capítulo 21

Funções, Benefícios e Potencialidades para Uso e Manejo de Fragmentos de Florestas Secundárias

Luís Mauro S. Magalhães

Introdução

O desmatamento e o uso intensivo de terras para a agricultura e outras atividades humanas tem levado a uma redução drástica da vegetação original. No domínio da Mata Atlântica, restam poucos fragmentos de florestas e em diversos casos estes se constituem de formações secundárias.

O processo de fragmentação, além dos efeitos sobre o solo e a água, tem levado à redução significativa de habitats e ao comprometimento de populações silvestres. Os povoamentos arbóreos remanescentes, mesmo não apresentando a composição original, ainda guardam muitos dos sobreviventes dessa devastação e, no futuro, poderão se constituir na fonte de propágulos para sua reprodução e conservação.

Olhando numa escala mais abrangente, as matas presentes em maciços, como os da Serra do Mar, se constituem em superfícies maiores e mais contínuas. No entanto, focando paisagens mais

próximas, na escala dos municípios ou distritos, as chamadas capoeiras ou os “matos” presentes em propriedades rurais, representam, também, uma base local que pode vir a ser útil para a recolonização e a proteção da biodiversidade.

Além desse papel, as florestas secundárias, espalhadas pelas regiões rurais, desempenham um número grande de funções relevantes. Elas podem afetar o ciclo e a qualidade da água, influir nas características físicas e químicas do solo, bem como ajudar na própria produção de bens para as propriedades. Fragmentos florestais podem trazer benefícios para o agroecossistema, para as comunidades agrícolas, bem como para a economia local.

Apesar disso, ainda se conhece muito pouco acerca desses sistemas. Grande esforço tem sido feito para caracterizar a estrutura e a florística, mas os estudos a respeito da dinâmica dessas comunidades ainda estão no início.

Mesmo levando-se em conta a maior importância que tem sido atribuída a esses espaços nos últimos anos, seu reconhecimento ainda é restrito. Assim, este capítulo tem como objetivo divulgar ainda mais os benefícios e as potencialidades dessas comunidades, bem como discutir alguns aspectos relacionados à sua dinâmica e manejo.

Funções e estrutura

Ecossistemas florestais apresentam estruturas que realizam funções bastante peculiares e que por isso devem ser compreendidas, tanto no nível da escala mais próxima, quanto no nível da paisagem.

A estrutura interna da floresta é dada pela distribuição horizontal e vertical dos organismos presentes, o porte e as classes de tamanho desses organismos, a existência de estratificação e sua diversidade. Algumas características, como o número de indivíduos

e a distribuição espacial de cada espécie ou de grupos de espécies podem se constituir em informações importantes para se compreender um ecossistema ou para se diferenciar ou se agrupar comunidades.

Se comparados a outros tipos de cobertura, ecossistemas florestais apresentam quantidades altas de biomassa e uma cadeia de detritos bastante significativa. A dinâmica da matéria orgânica morta, como restos de folhas, galhos e outros, se constitui num componente peculiar e relevante para esses sistemas, tanto do ponto de vista quantitativo como do qualitativo. Dependendo dos fatores ambientais, esses detritos podem ser rapidamente “picotados” e transformados. Em outras situações, podem se acumular e formar camadas espessas sobre o solo (Figura 1).



Figura 1. Camada de serapilheira e restos de matéria orgânica, com espessura de cerca de 10 cm, encontrada na Floresta Amazônica.

Foto: Luis Mauro S. Magalhães

As funções relacionadas a todas essas características estruturais conferem aos fragmentos florestais qualidades especiais. O ciclo de

água, por exemplo, é alterado, dentre outros, pela retenção de parte da precipitação na biomassa aérea, pela evapotranspiração, e pelo escoamento mais regulado para o solo (e serapilheira). Isso permite uma dosagem melhor do fluxo, maior conservação da umidade do solo, redução dos processos erosivos e melhoria na qualidade da água.

Essa diferenciação se observa, também, no ciclo de nutrientes. No ciclo dentro da planta, a translocação de elementos móveis, como N (nitrogênio) e o K (potássio), para zonas de crescimento, permitem uma “economia” para a planta, que pode ser decisiva em alguns ambientes. De maneira oposta, elementos sem essa mobilidade acabam saindo da planta por meio da caída de folhas senescentes, com efeitos para o solo e para as cadeias alimentares, como no caso do cálcio. De acordo com a espécie (Figura 2), esses tipos de funções apresentam valores muito diferentes.

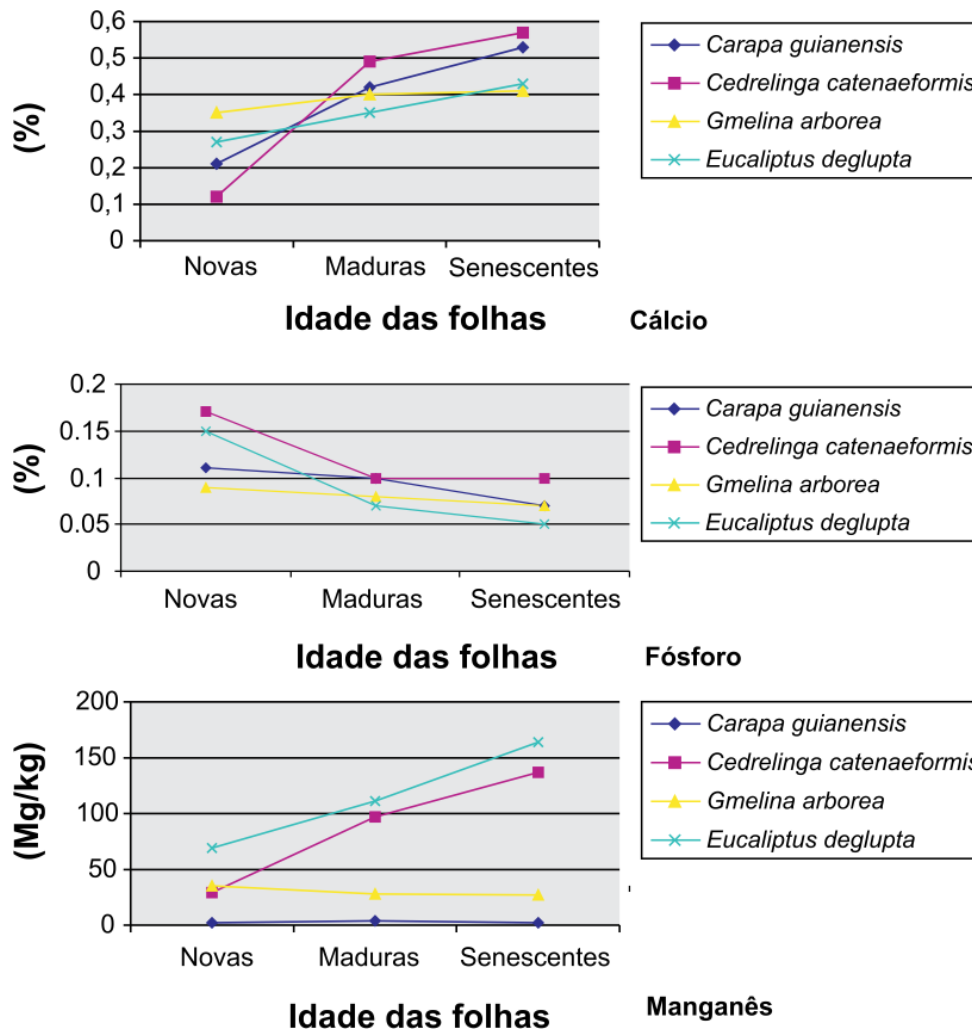


Figura 2. Diferenças nas concentrações de alguns nutrientes de acordo com a idade foliar, em espécies florestais. São observadas diferenças significativas entre elementos e entre espécies.

Numa ciclagem mais aberta, considerando-se a planta e os demais compartimentos do ecossistema, as funções exercidas são também de relevância e distintas para cada espécie. Elas podem resultar em benefícios importantes.

A permanência de um sistema radicular com boa profundidade permite uma participação continuada dos fluxos e processos que disponibilizam nutrientes. Alguns mecanismos, presentes em comunidades arbóreas e que atuam com maior intensidade em algumas espécies desses sistemas, também ajudam na sua

eficiência e na conservação desses elementos. Como exemplo, se poderia citar as associações com organismos fixadores de nitrogênio, micorrizas e a capacidade de mobilização de parcelas de nutrientes consideradas não disponíveis para outras plantas (Figura 3).

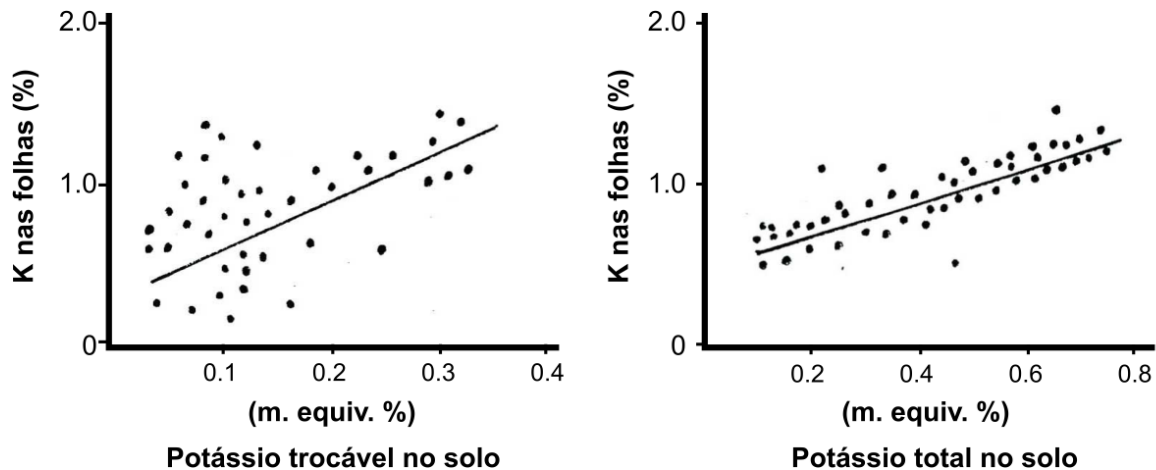


Figura 3. Relações entre os teores totais e trocáveis de potássio do solo e os teores de potássio nas folhas de seringueira (*Hevea brasiliensis*). A relação mais estreita dos teores foliares com os totais do solo indica que essa espécie consegue obter frações que vão além das que eram consideradas, comumente, na avaliação da fertilidade.

Fonte: modificado de (HENG, 1979).

Todas essas funções, ocorrendo no nível interno da planta e nas relações entre ela e o ambiente circundante, por sua vez levam a outras, referentes à ciclagem de nutrientes mais ampla, envolvendo a paisagem. Florestas funcionam, por exemplo, como captadoras de nutrientes e as perdas de elementos desse sistema são, quase sempre, muito reduzidas, levando a uma situação de “superávit”, no balanço final (Figura 4).

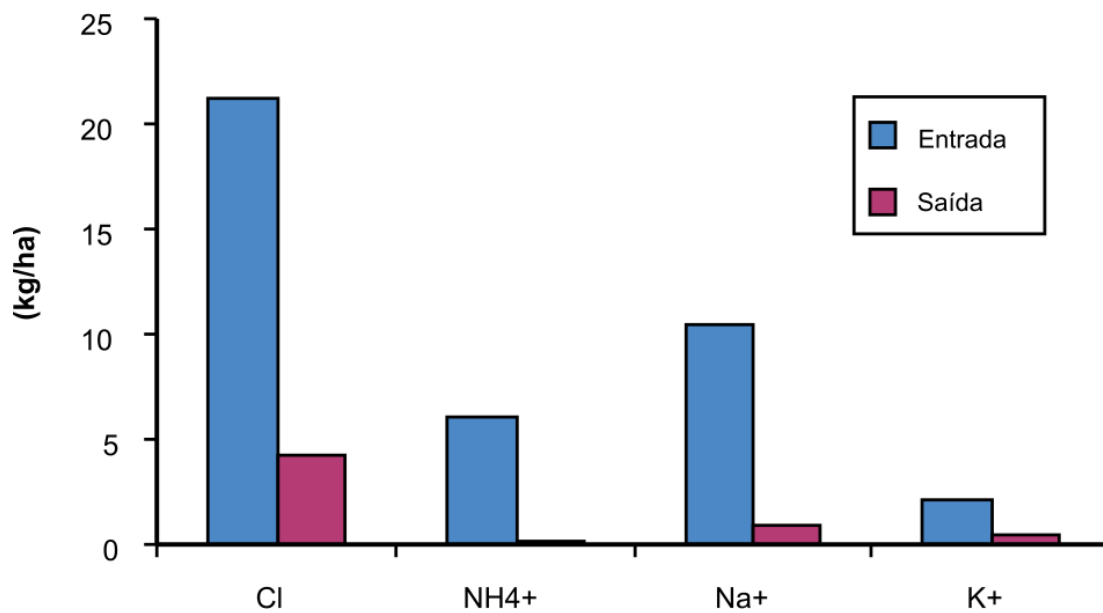


Figura 4. Balanço de nutrientes na Bacia do Rio Barro Branco, na região de Manaus, AM. Fonte: Franken e Leopoldo (1984).

As funções – descritas neste caso para a ciclagem de nutrientes –, no âmbito de cada fragmento, irão influenciar, também, no seu entorno e vizinhança e se constituem em novas propriedades quando se passa a ver a paisagem, de um ponto de vista mais abrangente. Além do fluxo de nutrientes, funções relacionadas à fauna, ao microclima e a outros fatores ecológicos também aparecem. Fragmentos florestais trocam substâncias e energia com o território em volta e, nesse caso, novas características estruturais precisam ser consideradas.

O tamanho e a forma do fragmento, por exemplo, determinam outra característica importante – a dimensão de sua borda. Diversas pesquisas têm mostrado que essas três características estruturais afetam funções como a capacidade-suporte, a diversidade de habitats e outros.

Fragmentos maiores permitem maior diversidade de espécies. Fragmentos com formas mais arredondadas e com menor superfície de borda também se mostram mais favoráveis à biodiversidade (Figura 5). A distribuição e o número de fragmentos presentes

devem ser considerados, bem como a distância entre fragmentos florestais. Este último pode ter grande efeito sobre a troca de material de propagação, por exemplo.

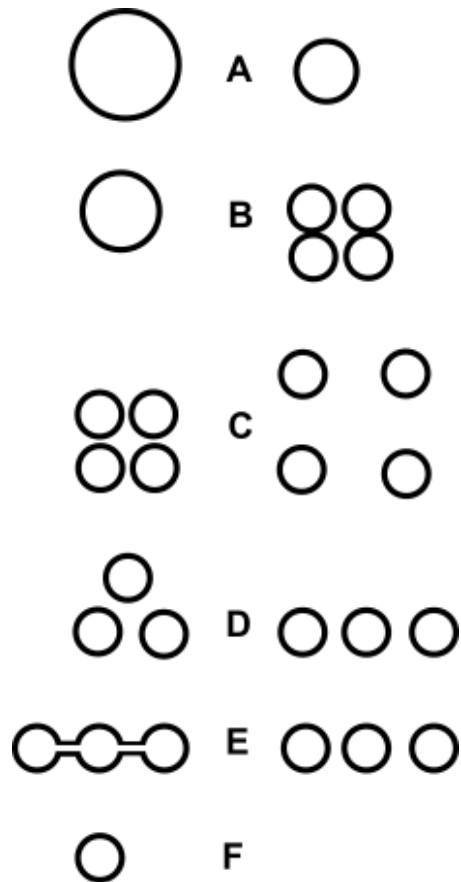


Figura 5. Exemplos das características de fragmentos e de seu contexto. As situações à esquerda são consideradas melhores para a conservação da biodiversidade, se comparadas às da direita.

Fonte: modificado de Kendle e Forbes (1997).

As funções já citadas e ligadas à fauna e aos componentes hídricos e edáficos, bem como outros efeitos não mencionados, como da estrutura e porosidade do solo, pH, matéria orgânica e outras, podem resultar em benefícios importantes. Já está bem estudado o impacto positivo de elementos da natureza nas atividades de lazer e esporte, bem como na saúde física e mental

(ULRICH et al., 1991). Como já foi mencionado também, é possível a obtenção de produtos desses remanescentes, ajudando na economia local.

Com um potencial tão expressivo, as florestas secundárias, presentes em propriedades agrícolas, poderiam ser melhor aproveitadas. Para isso, é necessário se avançar mais nas investigações a respeito de sua estrutura interna e de seu desenvolvimento.

Fragmentação e dinâmica de florestas secundárias

Com a atividade humana, o que no início da colonização era um mosaico verde florestal, passou, gradativamente, a ser alterado e explorado, restando hoje, especialmente na Região de Mata Atlântica, algumas poucas manchas florestais sobre uma matriz de pastagens, culturas agrícolas, cidades e outros tipos de uso antrópico. A expansão da agricultura e da pecuária se destacaram nesse processo, mas não se pode esquecer do extrativismo (madeira, por exemplo), da silvicultura, da mineração e de outros.

A alteração, a redução e a supressão de florestas, ou a alteração da estrutura, levou à perda das funções e dos benefícios descritos no item anterior. Além dos impactos no solo, no regime hídrico e na biodiversidade, a própria dinâmica de regeneração da floresta foi bastante alterada. De uma situação inicial, onde esta se dava por meio da cicatrização de pequenas clareiras, causadas pela morte e queda de árvores, após a fragmentação a sucessão passou a ocorrer em “ilhas” de florestas, cercadas de superfícies não florestais.

Essa nova situação levou a diferenças nos fatores ligados à dinâmica. A disponibilidade de recursos para essa regeneração, por

exemplo, como propágulos, água, nutrientes e luminosidade, foi fortemente alterada.

Florestas se constituem em sistemas complexos, que têm a capacidade de trocar entre diferentes modos de se estruturar, à medida em que as condições ambientais são alteradas (SOLBRIG, 1993). A composição de espécies e as propriedades resultantes podem ser modificadas, se estas são confrontadas com novas situações ambientais, o que resulta em flexibilidade e adaptabilidade. Os caminhos dessas mudanças são mediados pelas flutuações de fatores (recursos por exemplo) e resultam dos efeitos em dois níveis:

Primeiro – O efeito de casualidade na pequena escala, atuando na composição de espécies e na sua distribuição, e fornecendo o elemento inovador e necessário para que o espaço seja ocupado.

Segundo – O efeito de processos gerais, numa escala maior, que capacita o ecossistema a comportar um regime de comunidades no tempo e no espaço. A aparente desordem e a aleatoriedade no nível das espécies podem gerar ordem no nível mais alto (SOLBRIG, 1993).

Os estudos de sucessão ecológica têm mostrado isso. As teorias assumem que existem um ou mais fatores que restringem o crescimento ou a sobrevivência dos organismos, e mudanças nesses recursos levam a diferentes caminhos para a composição da comunidade. Ao mesmo tempo, cada organismo realiza funções peculiares que também alteram o ambiente. Tomando como exemplo os ciclos de nutrientes, vê-se que as espécies podem apresentar efeitos e ritmos diferenciados no ciclo de determinados elementos, o que significa que a composição das espécies poderia determinar os tipos de processos principais e sua velocidade na comunidade.

A mediação entre a escala da composição das espécies e dos processos gerais pode ser vista, também, quando se observa a sequência de fases típicas da sucessão:

- Reorganização, onde se dá o (re)início de um novo povoamento e onde a competição por recursos é baixa.
- Agregação, onde o adensamento de indivíduos leva ao início da competição por recursos.
- Transição, onde um maior número de espécies adaptadas às restrições de recursos passam a surgir.
- Fase avançada, onde se observa maior estabilidade de processos e composição (LANDSBERG; GOWER, 1997).

Considerando esses aspectos, o ponto de partida para se compreender a evolução dos fragmentos florestais (a dinâmica da sucessão) é sua estrutura inicial. E esse fator já traz uma consequência importante: a composição inicial determina os caminhos possíveis que podem ser seguidos, ou seja, a composição de fases sucessionais mais avançadas depende da inicial, tornando sua previsibilidade difícil.

O segundo aspecto se refere aos recursos disponíveis e que irão determinar os passos seguintes. Os propágulos presentes fazem parte desses recursos. Pode-se ter situações em que inexistam sementes ou outras formas de propagação, bem como áreas em que esses recursos se encontrem em quantidade suficiente (Figura 6). A luminosidade e os recursos edáfico-nutricionais também se constituem em fatores relevantes.



Figura 6. Exemplo do desenvolvimento de fragmentos florestais em condições de bom suprimento de recursos. O histograma apresenta uma cronossequência do número de

espécies encontradas nos fragmentos de florestas secundárias, presentes numa propriedade agrícola no Município de Bom Jardim, RJ.

Na sucessão que vai de uma área aberta até um povoamento mais avançado, ocorrem mudanças de disponibilidade de luz e de nutrientes, principalmente em fases críticas, como a de fechamento das copas. Estudos que visem conduzir essa sucessão devem avaliar essa disponibilidade, caso a caso (LUKEN, 1990).

Finalmente, fatores externos ao povoamento, como os antrópicos, podem atuar como tensores e afetar a sucessão, retardando ou mesmo impedindo seu avanço. Dentre estes, o fogo, as enchentes, a poluição e outros podem favorecer espécies, eliminar povoamentos inteiros ou formar ecossistemas estáveis e adaptados a tensores específicos.

Consequências para o manejo

Todas essas características devem ser consideradas, quando se pretende explorar os benefícios desse tipo de cobertura para a conservação da natureza ou mesmo para a produção. Alguns critérios e procedimentos gerais poderiam ser sugeridos, de modo a direcionar melhor essas atividades.

O primeiro desses critérios se refere à necessidade de se avaliar e se monitorar, em cada local, esses remanescentes. A estrutura da paisagem, bem como a estrutura interna do fragmento e os recursos disponíveis, devem ser considerados nesse acompanhamento.

Os objetivos do manejo e as aplicações pretendidas para cada povoamento devem nortear os critérios de inclusão de áreas, bem como de espécies trabalhadas. Para o manejo de fragmentos, visando a conservação de recursos, as áreas acima de 25° de declividade já são consideradas como adequadas para sistemas arbóreos (HOSOKAWA et al., 1998).

As áreas de preservação permanente, já previstas em lei, estariam, também, incluídas. Além disso, dependendo da paisagem e do contexto existente, fragmentos complementares poderiam ser necessários para funções ligadas, por exemplo, ao solo, à água e à biodiversidade. Nesses casos, se buscaria uma estrutura interna que permitisse a sucessão autogênica (livre de fatores externos) e com espécies nativas da região.

Fragmentos de florestas secundárias podem ser utilizados tanto para a prática de pousio, onde a função principal se refere à recuperação dos recursos ligados à produção, quanto no manejo das chamadas capoeiras produtivas. O pousio é praticado na fase de reorganização do processo de sucessão e resulta, também, de processo autogênico. Capoeiras produtivas constituem estruturas onde se favorecem espécies de interesse. Nesse caso, a condução do fragmento visa, também, a obtenção de produtos, madeireiros ou não.

A composição e a estrutura inicial, e a disponibilidade de recursos no local são determinantes em todo o processo e influem na viabilidade do manejo, sua velocidade, métodos a serem aplicados e gastos exigidos. Assim, a partir das observações de campo e do potencial reprodutivo da área, seria possível realizar o exercício de agrupar níveis de intervenção e de manejo desses povoamentos.

No primeiro caso, podem-se citar as áreas que já apresentam cobertura arbórea, com um bom estoque de regeneração natural, presença de banco de sementes ou uma boa conectividade com outros fragmentos que possam fornecer propágulos. Quase sempre, estas se encontram em sistemas edáficos íntegros. Uma avaliação poderia ser feita, para se verificar se esses recursos apresentam potencial para garantir o manejo, com as espécies e a velocidade desejadas.

As intervenções seriam apenas para manter o povoamento livre de tensores (aceiros contra o fogo, por exemplo) e, no caso de fragmentos voltados para a produção, a realização de práticas

silviculturais, para interferir na luminosidade (excepcionalmente no solo) e facilitar o desenvolvimento das espécies desejáveis.

Um segundo grupo de casos pode ser destacado, com áreas que apresentem cobertura arbórea parcial, mas não dispõem de recursos para a regeneração autogênica (para o objetivo conservacionista) ou na direção das espécies de interesse produtivo.

É possível que os propágulos necessários para o desenvolvimento das fases sucessionais não estejam disponíveis para as necessidades estabelecidas e, nesse caso, se poderia proceder ao enriquecimento, por meio do plantio de mudas ou de sementes, para reforçar essa estrutura. Além disso, a proteção contra os tensores, as intervenções relacionadas à luminosidade (nos casos de produção) e ao solo também podem ser necessárias. Esses casos ocorrem, também, em grande parte, sobre áreas que apresentam perfis de solos íntegros.

Finalmente, poderia se observar um terceiro grupo de situações, onde a cobertura vegetal se acha comprometida, com poucas ou nenhuma árvore, e onde os solos se encontram, também, fortemente alterados ou degradados. Nesse caso, a opção seria recompor o fragmento, mas para isso seria necessário recuperar, parcialmente, os recursos que permitem o desenvolvimento da sucessão, na velocidade necessária. O reflorestamento vem sendo utilizado cada vez mais nessas situações e, hoje, algumas cidades apresentam fragmentos aplicados para o controle de processos erosivos e outros.

Diversos modelos têm sido propostos e alguns vêm sendo aplicados, com sucesso, como o que combina espécies de acordo com sua fase sucessional ou o modelo adensado, que utiliza, também, misturas em espaçamentos curtos. Cada vez mais se abandonam os modelos com poucas espécies e espaçamentos rígidos e se caminha para um desenho mais próximo da sucessão natural.

Se comparado aos anteriores, os reflorestamentos podem apresentar as mesmas intervenções, mas de forma mais intensa e com maior duração. O controle de fatores externos, a melhoria do solo, e a condução da luminosidade devem ser intensamente trabalhados nos primeiros anos. A herbivoria e seu controle também passam a ser fatores de destaque em algumas situações.

Independentemente do tipo de manejo adotado, o importante é que, gradativamente, se volte a utilizar e a integrar os sistemas florestais às atividades agrícolas e pecuárias. Se no passado estes eram vistos como empecilho, hoje as matas remanescentes podem se constituir na esperança de ambientes mais saudáveis e produtivos.

Referências

FRANKEN, W.; LEOPOLDO, P. R. Hydrology of catchment areas of Central-Amazonian forest streams. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Kluwer, 1984. p. 152-175.

HENG, L. C. Chemistry and fertility of soils. In: Rubber Research Institute of Malaysia. **Training manual on soils, soil management and nutrition of hevea**. Malaysia, 1979. p. 41-54.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Londrina: Universidade Federal do Paraná, 1998. 161p.

KENDLE, T.; FORBES, S. **Urban nature conservation – landscape management in the urban countryside**. London: E4FN Spon, 1997. 352 p.

LANDSBERG, J. J.; GOWER, S. T. Changes in ecosystem structure and function during stand development. In: LANDSBERG, J. J.; GOWER, S. T. (Ed.). **Applications of physiological ecology to forest management**. New York: Academic, 1997. p. 229-246.

LUKEN, J. O. **Directing ecological succession**. New York: Chapman and Hall, 1990. 251 p.

SOLBRIG, O. T. Plant traits and adaptative strategies: their role in ecosystem function. In: SCHULZE, E. D.; MOONEY, H. A. (Ed.). **Biodiversity and ecosystem functions**. New York: Springer Verlag, 1993. p. 97-116. (Ecological studies, v. 99).

ULRICH, R. S.; SIMONS, R. S.; LOSITO, B. D.; FIORITO, F.; MILES, M. A.; ZELSON, M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. **Journal of Environmental Psychology**, Washington, v. 11, p. 201-230, 1991.

Capítulo 22

Sistemas Silvipastoris para Recuperação e Desenvolvimento de Pastagens

*Margarida M. Carvalho
Deise F. Xavier*

Introdução

Os sistemas silvipastoris são uma modalidade de agrofloresta e se caracterizam por integrar componentes lenhosos (árvores e arbustos), herbáceos (gramíneas e leguminosas) e animais herbívoros. Alguns ocorrem de forma natural, em diversos ecossistemas, enquanto outros são estabelecidos segundo um modelo planejado.

As árvores contribuem com produtos e com serviços ambientais, necessários para garantir a sustentabilidade do sistema. Em determinados sistemas silvipastoris, o produto animal é o prioritário e em outros, o produto principal é o arbóreo, como, por exemplo, naqueles cuja finalidade é a produção de madeira, celulose, látex e frutas.

A introdução de árvores e arbustos, em pastagens de gramíneas, pode acarretar vários benefícios, em alguns casos ocorrendo externalidades positivas que ultrapassam os limites da pastagem ou da propriedade. Entre esses efeitos, destacam-se:

- Conforto para os animais.
- Controle de erosão e melhoramento da fertilidade do solo.
- Melhor aproveitamento da água das chuvas.
- Aumento na disponibilidade de forragem em certas épocas do ano e maiores teores de proteína bruta na forragem sombreada.
- Incremento da rentabilidade da propriedade rural, com redução nos gastos com insumos e, algumas vezes, com a obtenção de pelo menos dois produtos comercializáveis (leite, carne, madeira, frutas, etc.).
- Aumento e conservação da biodiversidade.
- Proteção dos mananciais de água.

Diversos impactos positivos podem resultar desses benefícios, entre os quais se incluem:

- Em associação com outras práticas de manejo, contribuir para o uso sustentado de pastagens cultivadas.
- Recuperação e desenvolvimento de pastagens e de áreas degradadas.
- Melhoramento das condições econômicas de produtores rurais.
- Preservação dos recursos naturais, contribuindo para a valorização das propriedades rurais.

Papel dos componentes lenhosos na sustentabilidade dos sistemas a pasto

As árvores e arbustos componentes dos sistemas silvipastoris podem promover alterações microclimáticas e aporte de biomassa, condições que influenciam o conforto e a produtividade animal, o

crescimento e a qualidade da forragem, de modo a facilitar a sustentabilidade dos sistemas de produção animal a pasto.

Efeitos sobre os animais

As árvores atenuam as temperaturas extremas em pastagens e reduzem o impacto de chuvas e ventos, promovendo conforto e servindo de abrigo aos animais. Esses fatores de conforto se refletem, também, no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

Em regiões quentes, a existência de sombra nas pastagens influencia, positivamente, os hábitos de pastejo dos animais (DALY, 1984), permitindo uma distribuição mais apropriada da ruminção durante o dia e garantindo mais tempo de descanso.

O estresse pelo calor afeta a fertilidade do rebanho, reduzindo a taxa de concepção e peso dos bezerros, ao nascer (DALY, 1984). O sombreamento é também fator de grande importância para a produtividade bovina, principalmente na pecuária de leite. Segundo Baccari Júnior (1998), a melhor sombra é aquela fornecida pelas árvores. O autor recomenda que o sombreamento deve ser parte obrigatória em piquetes para vacas leiteiras, para que elas possam ser aliviadas da carga térmica radiante proveniente da radiação solar direta.

Efeitos sobre as condições de solo

As pastagens são consideradas como uma das formas mais eficientes de controle de erosão (LOMBARDI NETO, 1993), mas a conservação do solo em pastagens depende da manutenção de adequada cobertura vegetal.

Em pastagens degradadas ou em início de degradação, a cobertura vegetal deficiente expõe o solo aos efeitos da erosão hídrica e eólica. Quando árvores são mantidas ou introduzidas nas pastagens, forma-se um estrato adicional de vegetação, que pode

exercer importante papel na conservação do solo e no melhoramento da sua fertilidade.

Conservação do solo e da água

A parte aérea das árvores (copa e fuste) pode constituir-se em proteção física para a pastagem, reduzindo a velocidade dos ventos e o impacto da chuva sobre a superfície do solo. Uma das consequências do controle da erosão hídrica é o aumento na infiltração de água no solo, com melhor aproveitamento da água das chuvas. Isso é facilitado pelo desenvolvimento do sistema radicular das árvores, que favorece as condições físicas do solo, melhorando sua estrutura, aumentando a porosidade e a capacidade de retenção de água (HERNANDÉZ, 1998).

Melhoramento da fertilidade do solo

As árvores, principalmente as que possuem sistema radicular profundo, podem aproveitar nutrientes de camadas do solo que estão fora do alcance das raízes das plantas forrageiras, que são geralmente mais superficiais, tornando esses nutrientes disponíveis às forrageiras. A incorporação gradativa de nutrientes ao sistema solo/pastagem, por meio da biomassa das árvores, é um importante meio de enriquecimento do solo (OVALLE; AVENDAÑO, 1984; NAIR, 1999).

Aumentos nos teores de P, K e outros nutrientes foram observados em amostras de solo coletadas sob copa de árvores em relação àquelas coletadas em áreas de pastagem sem árvores (JOFFRE et al., 1998; VELASCO et al., 1999). A deposição gradual de biomassa no solo, sob a influência de árvores, aumenta, também, a matéria orgânica (MO) do solo (OVALLE; AVENDAÑO, 1984; MAHECHA et al., 1999).

No Vale do Cauca, na Colômbia, Mahecha et al. (1999) estudaram o efeito de dois sistemas silvipastoris (capim-estrela + leucena + algaroba e capim-estrela + algaroba) comparados com

capim-estrela em monocultura, sobre algumas propriedades químicas do solo, e verificaram que nas profundidades de 0 cm – 10 cm e 10 cm – 20 cm, os teores de N e de MO foram menores no solo do capim-estrela, em monocultura, do que nos sistemas com leguminosas.

Em pastagens, o efeito das árvores sobre a fertilidade do solo é mais evidente em solos de baixa fertilidade do que em solos de fertilidade mediana a alta. Além disso, o efeito parece ser maior com espécies leguminosas do que com não leguminosas.

No Cerrado brasileiro, Oliveira et al. (2000) examinaram o efeito de árvores isoladas de baru (*Dipterix alata*) e de pequi (*Caryocar brasiliense*) sobre as características do solo sob pastagem de *Brachiaria decumbens* e observaram que a concentração de C orgânico foi maior sob as duas espécies arbóreas do que em área sem árvores, mas o Ca, o Mg e o K trocáveis foram mais altos apenas sob as árvores da leguminosa baru (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas de um solo de Cerrado, na camada de 0 cm – 30 cm, em pastagem de *Brachiaria decumbens*, sob as copas de baru e de pequi, e a pleno sol.

Características do solo	Em área aberta	Sob pequi	Sob baru
PH	4,95 a ⁽¹⁾	4,95 a	5,20 a
Al (cmol _c /dm ³)	0,74 a	0,79 ab	0,51 a
C orgânico (mg/kg)	7,11 a	9,65 b	13,36 c
Ca (cmol _c /dm ³)	0,13 a	0,15 a	0,31 b
Mg (cmol _c /dm ³)	0,27 a	0,29 a	0,53 b
K (cmol _c /dm ³)	0,29 a	0,39 ab	0,68 b

⁽¹⁾ As médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem significativamente.

Fonte: Oliveira et al. (2000).

Alterações na disponibilidade de forragem e de nutrientes

Em sistemas silvipastoris, as mudanças que as árvores promovem nas áreas de pastagem sob sua influência, principalmente na fertilidade do solo e nas condições microclimáticas, podem influenciar o crescimento das forrageiras herbáceas.

Algumas das modificações microclimáticas mais importantes que as árvores promovem em áreas sob sua influência são: redução na temperatura do ar e do solo, e manutenção de maior teor de umidade no solo. Essas alterações nas condições ambientais no solo e na interface solo/serapilheira contribuem para incrementar as atividades biológicas do solo, aumentando a mineralização de N em comparação com as áreas não sombreadas da pastagem (JOFFRE et al., 1998; HANG et al., 1995; WILSON, 1996).

Em sistemas silvipastoris naturais do Chaco árido argentino, Hang et al. (1995) verificaram que o N mineralizado, disponível e imobilizado na biomassa microbiana, foi mais alto sob as copas das árvores do que nos espaços abertos.

A temperatura ambiente, nas áreas sombreadas das pastagens, geralmente é mais amena, em comparação com áreas a céu aberto. No entanto, o efeito do sombreamento sobre as temperaturas do solo é ainda mais marcante.

Em área subtropical da Austrália, Wilson (1996) observou que as temperaturas máximas medidas no nível da serrapilheira de quatro gramíneas foram de 7 °C – 11,5 °C mais baixas em áreas submetidas a sombreamento artificial (50%) do que nas áreas a pleno sol, onde em alguns casos as temperaturas atingiram valores superiores a 40 °C. O sombreamento teve pouco efeito sobre as temperaturas mínimas durante o verão, mas essas foram elevadas no inverno.

Todos esses aspectos podem contribuir para minimizar o efeito prejudicial do sombreamento sobre a produtividade das pastagens,

mas outros fatores, entre os quais as condições ambientais no ecossistema considerado e as características das espécies forrageiras herbáceas e das arbóreas, podem influenciar na resposta das pastagens ao sombreamento.

Resposta de forrageiras herbáceas ao sombreamento

As forrageiras herbáceas têm apresentado resposta variável ao sombreamento, tendo sido observados aumento, redução ou nenhum efeito sobre a produção de forragem. Essas diferenças decorrem de aspectos como tolerância das forrageiras herbáceas ao sombreamento, características das árvores, e de fatores ambientais como nível de sombreamento e fertilidade do solo. Na maioria dos casos em que o sombreamento teve efeito positivo sobre o crescimento de gramíneas forrageiras, esse efeito esteve associado ao aumento na disponibilidade de N no solo.

Em condições de sombreamento natural, o aumento na disponibilidade de N no solo decorre dos efeitos conjuntos da sombra e da reciclagem de nutrientes promovidos pelas árvores. Portanto, a arquitetura e as características das árvores terão efeito marcante sobre a quantidade de N e de outros nutrientes a serem disponibilizados no solo da pastagem.

Espécies de leguminosas arbóreas, que possuem a capacidade de fixar N₂, geralmente apresentam maior potencial para adicionar nutrientes ao sistema da pastagem do que as não leguminosas. Carvalho et al. (1994) verificaram que a ocorrência de diversas espécies arbóreas, a maioria das quais eram leguminosas, em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*, formadas em solos de baixa fertilidade natural, resultou em aumentos na quantidade de N (nitrogênio) nas folhas verdes das gramíneas e na serapilheira, nas áreas sob a influência das árvores.

A associação de *Brachiaria humidicola* com a leguminosa arbórea *Acacia mangium* contribuiu para aumentar a produtividade

da gramínea em 28%, em comparação com a pastagem em monocultura (BOLÍVAR et al., 1999).

Estímulo da associação com árvores na produtividade de forrageiras foi também verificado com espécies arbóreas não leguminosas. Na Austrália, Wilson et al. (1990) observaram que, nos períodos de verão e de primavera, a produção de matéria seca da gramínea *Paspalum notatum* foi 35% maior numa plantação de *Eucalyptus grandis* de 5 anos, do que quando a gramínea cresceu em área próxima, sem árvores.

No entanto, há relatos mostrando redução de crescimento de gramíneas forrageiras associadas com árvores, na maioria dos casos tratando-se de árvores não leguminosas, como cajueiro (VIANA et al., 1977), seringueira (WAIDYANATHA et al., 1984) e louro (ABREU et al., 1999).

Condições para se obter os benefícios da arborização de pastagens

Para se obter os benefícios da associação de pastagens com árvores, algumas condições precisam ser satisfeitas, sendo as principais:

- Sombra moderada.
- Forrageiras tolerantes ao sombreamento.
- Espécies arbóreas com arquitetura apropriada.

Além disso, o benefício das árvores é mais evidente em solos com pouca disponibilidade de nitrogênio.

Sombreamento moderado

Em diversas pesquisas, nas quais se verificou benefício do sombreamento sobre o crescimento de forrageiras (ERIKSEN; WHITNEY, 1981; SAMARAKOON et al., 1990; CASTRO et al., 1999), esse efeito ocorreu em condições de sombreamento moderado, com nível de sombreamento variando de 40% a 60% de transmissão de luz em relação às áreas sem sombra.

Em pastagens arborizadas, a porcentagem de transmissão de luz disponível para a pastagem dependerá da densidade das árvores, mas também da arquitetura e das características de crescimento da espécie arbórea. Espécies com copa ampla requerem maior espaçamento, mas se a copa for pouco densa e o fuste alto, haverá maior transmissão de luz, possibilitando maior densidade.

Deficiência de N (nitrogênio) no solo

Em pesquisas realizadas em regiões tropicais e subtropicais, nas quais o sombreamento contribuiu para aumentar a produção de matéria seca (MS) de gramíneas, verificou-se que o efeito sobre a acumulação de N na parte aérea foi maior do que sobre a produção de forragem.

Wilson et al. (1990) observaram que, nos períodos de verão e de primavera, a acumulação de N em *Paspalum notatum*, sob uma plantação de *Eucalyptus grandis* de 5 anos, foi 67% maior do que na forragem coletada em área próxima sem árvores, enquanto o aumento na produção de MS foi de apenas 35%.

O efeito do sombreamento, aumentando a disponibilidade de N para as forrageiras, é mais significativo em situações em que existe deficiência de N no solo. Em solos sem deficiência desse elemento ou na presença de doses elevadas de fertilizantes nitrogenados, o sombreamento poderia até prejudicar a resposta das forrageiras ao N aplicado.

Tolerância das forrageiras ao sombreamento

Uma condição importante para o sucesso da integração de pastagens com árvores é a tolerância da forrageira utilizada no sombreamento. A tolerância ao sombreamento varia entre diferentes espécies de gramíneas e de leguminosas forrageiras. Os resultados de vários estudos encontrados na literatura permitem estabelecer uma comparação.

Quanto ao grau de tolerância ao sombreamento de algumas das principais forrageiras tropicais (Tabela 2), observa-se que, entre as espécies de gramíneas de tolerância média, estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e em outras regiões tropicais e subtropicais.

Tabela 2. Tolerância comparativa de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais ao sombreamento.

Tolerância	Gramíneas	Leguminosas
Alta	<i>Axonopus compressus</i> <i>Paspalum dilatatum</i> <i>Panicum maximum</i>	<i>Arachis pintoi</i> <i>Centrosema macrocarpum</i> <i>Desmodium ovalifolium</i>
Média	<i>Brachiaria brizantha</i> <i>Brachiaria decumbens</i> <i>Brachiaria humidicola</i> <i>Hemarthria altissima</i> <i>Paspalum notatum</i> <i>Setaria sphacelata</i>	<i>Calopogonium mucunoides</i> <i>Centrosema pubescens</i> <i>Pueraria phaseoloides</i> <i>Desmodium intortum</i> <i>Neonotonia wightii</i>
Baixa	<i>Andropogon gayanus</i> <i>Brachiaria mutica</i> <i>Cynodon plectostachyus</i> <i>Melinis minutiflora</i> <i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Stylosanthes hamata</i> <i>Stylosanthes guianensis</i> <i>Macroptilium atropurpureum</i>

Fontes: Shelton et al. (1987); Wong (1991); Stür (1991); Castro et al. (1999).

Características das espécies arbóreas

Algumas características das espécies arbóreas podem influenciar o crescimento de forrageiras sombreadas. Além das que influenciam a percentagem de transmissão de luz para a pastagem, como altura do fuste e arquitetura da copa, outras características

podem determinar competição por água e nutrientes no solo, resultando em prejuízos para o desempenho das forrageiras.

As características do sistema radicular das árvores são muito importantes no controle das relações árvore/pastagem. Árvores com sistema radicular profundo competem menos com a pastagem por nutrientes do que as de sistema radicular mais superficial, e podem aproveitar nutrientes de camadas do solo, inacessíveis às raízes das gramíneas.

Outros serviços ambientais

Além de contribuírem para a conservação do solo e de melhorar o aproveitamento da água das chuvas, os sistemas silvipastoris apresentam potencial para fornecerem outros serviços ambientais, como a conservação da biodiversidade e armazenamento de C no solo. A significância desses serviços tem tido crescente reconhecimento por vários setores da sociedade, em vista dos problemas resultantes do aquecimento global e da perda de biodiversidade.

Aumento e conservação da biodiversidade

Em comparação com as pastagens de gramíneas em monocultura, modelo que ainda predomina na pecuária bovina convencional da América Latina, as pastagens arborizadas apresentam maior diversidade vegetal.

A riqueza em biodiversidade varia entre modelos de sistemas silvipastoris, desde os mais simples até os sistemas com vários estratos de vegetação, constituídos por diversas espécies em cada estrato.

Os benefícios da maior diversidade de espécies vegetais são vários, com destaque para:

- Maior reciclagem de nutrientes.
- Oferta mais variada de forragem para os animais.
- Desenvolvimento da fauna e da flora nativas.
- Melhores condições para o desenvolvimento de inimigos naturais das pragas dos componentes do sistema.

O aparecimento de espécies da fauna e da flora nativas tende a ser mais facilitado em sistemas silvipastoris e florestais do que em monoculturas de pastagens ou cultivos agrícolas.

No caso particular da avifauna, esses sistemas oferecem condições propícias para o estabelecimento de espécies que não encontram refúgio nos sistemas em monocultura como as pastagens de gramíneas (CÁRDENAS, 1999). Esse autor estudou a composição e a estrutura da avifauna em sistemas agrícolas que incluíam: sistemas silvipastoris com frutíferas e com capim-estrela (*Cynodon plectostachyus*) e algaroba (*Prosopis juliflora*) com e sem *Leucaena*, cana-de-açúcar em monocultura, bambuzal e bosque.

A maior riqueza e diversidade de aves foi observada nos sistemas silvipastoris, com frutíferas (57 espécies), seguida dos sistemas silvipastoris com *Leucaena* (46 espécies) e sem *Leucaena* (43 espécies). A maior presença de aves favorece a disseminação de sementes e o desenvolvimento de uma vegetação mais diversificada.

O controle biológico de pragas dos componentes dos sistemas silvipastoris é outra consequência benéfica da maior diversidade vegetal. Na Colômbia, a desfolhação completa de *Gliricidia sepium*, que ocorre em plantios em monocultura, por ataque de larvas do lepidóptero (*Azeta versicolor*), tem sido controlada, satisfatoriamente, em sistemas com plantios mistos de *G. sepium*, *Trichanthera gigantea* (nacedero), cana-de-açúcar e *Bixa orellana* (MURGUEITIO; CALLE, 1999).

Armazenamento de C (carbono) no solo

Nos últimos anos, tem havido preocupação com a emissão de gases associados ao aquecimento global. O CO₂ (gás carbônico) é considerado o gás de maior relevância do ponto de vista do aquecimento global, devido ao volume produzido todos os anos (BOTERO, 2001). O solo é considerado importante meio de armazenamento de carbono, já que o carbono orgânico do solo (COS) tem lento desdobramento. No entanto, o solo é, também, uma fonte para emissão de carbono para a atmosfera.

Acredita-se que práticas de manejo do solo contribuam para reduzir o COS, em relação aos níveis encontrados em solos de florestas. Lugo e Brown (1993) examinaram vários estudos sobre o assunto e concluíram que diferentes sistemas de manejo do solo podem tanto reduzir como não afetar ou mesmo aumentar o COS em relação às florestas tropicais, e ainda pode aumentar, rapidamente, em áreas agrícolas abandonadas.

As pastagens cultivadas bem manejadas podem contribuir para aumentar o COS, conforme verificaram Fisher et al. (1994), em trabalho feito em áreas de Savana, na América do Sul. Esses autores chegaram a essa conclusão ao comparar o carbono sequestrado em pastagens de gramíneas de sistema radicular profundo com o sequestrado em áreas de Savana.

A capacidade das árvores de aumentar a matéria orgânica do solo tem sido observada em sistemas naturais e em sistemas silvipastoris (OVALLE; AVENDAÑO, 1984; MAHECHA et al., 1999). Ávila et al. (2001) avaliaram o armazenamento e fixação de C em sistemas agroflorestais com café e sistemas silvipastoris com *Brachiaria brizantha*, e em pastagens em monocultura.

Em todos os casos, mais de 89% do carbono armazenado correspondeu ao carbono do solo. Nos sistemas a pasto, o carbono total armazenado foi maior nos sistemas silvipastoris do que nas pastagens em monocultura (Tabela 3). Entre os sistemas agroflorestais, a maior taxa anual de fixação de carbono foi obtida no sistema braquiária/mangium (Tabela 3).

Tabela 3. Carbono armazenado em sistemas agroflorestais e em monocultura de café e de pastagens, e fixação de carbono em sistemas agroflorestais, na Costa Rica.

Sistemas	Carbono armazenado (t/ha de C)			Taxa de fixação (t/ha/ano de C)
	Na parte aérea	No solo	Total	
Sistemas Agroflorestais				
Café/eucalipto (6 anos)	7,7	161,0	168,7	0,4
Café/poró (mais de 10 anos)	10,6	184,4	195,0	0,3
Braquiária/eucalipto (3 anos)	7,5	87,3	94,8	1,3
Braquiária/mangium (3 anos)	8,9	86,6	95,5	2,2
Monocultura				
<i>B. brizantha</i>	2,0	66,2	68,2	–
<i>Ischaemum indicum</i>	0,12	84,2	84,3	–

(–) = O fenômeno não ocorre.

Fonte: Ávila et al. (2001).

Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas

Uma das causas mais importantes da degradação de pastagens cultivadas é a baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio (MYERS; ROBBINS, 1991). A deficiência de nitrogênio e outros fatores causadores da degradação das pastagens concorrem para reduzir o crescimento das gramíneas e, em estágios mais avançados, para promover o aparecimento de plantas invasoras e de solo descoberto.

A recuperação de pastagens degradadas, principalmente daquelas em estágio avançado de degradação, depende da recomposição da cobertura vegetal do solo e, para isso, espécies de leguminosas fixadoras de N₂ são as mais recomendadas.

A capacidade dessas espécies para melhorar as características químicas do solo (Tabela 1) e aumentar os teores de proteína bruta na parte aérea das gramíneas associadas (Tabela 4) tem sido demonstrada na literatura.

Tabela 4. Produção de matéria seca comestível e teores de proteína bruta (PB) na parte aérea do capim-estrela (*Cynodon plectostachyus*), em três sistemas de produção a pasto.

Sistema	Ureia (kg/ha/ano)	MS comestível (t/ha/ano)				PB no Estrela (g/kg)
		Estrela	Leucena	Algaroba	Total	
Estrela	400	23,2	0	0	23,2	23,2
Estrela + algaroba	400	38,3	0	0,6	38,3	38,3
Estrela + algaroba + leucena	0	33,5	5,6	0,3	39,4	39,4

Fonte: Mahecha et al. (1999).

No caso de pastagens, maior eficiência no processo de recuperação deverá ser conseguida quando se associam gramíneas de hábitos decumbentes com leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas, ou seja, estabelecendo sistemas silvipastoris com alta diversidade vegetal.

Uma das vantagens dos sistemas silvipastoris, principalmente dos que utilizam espécies de leguminosas fixadoras de N₂, está na possibilidade de formar sistemas sustentáveis, diminuindo as chances de novo processo de degradação.

Estabelecimento de um sistema silvipastoril em pastagem degradada

Um modelo de sistema silvipastoril foi desenvolvido para recuperar pastagens degradadas de áreas montanhosas da Região Sudeste. As áreas estudadas reúnem algumas das condições necessárias para se obter os benefícios dos sistemas silvipastoris.

Os solos predominantes são ácidos e de baixa fertilidade natural; as gramíneas forrageiras mais adaptadas, como as espécies *Brachiaria brizantha* e *B. decumbens*, apresentam tolerância ao sombreamento moderado (CARVALHO et al., 1997), e existem leguminosas arbóreas de crescimento rápido, adaptadas às condições edafoclimáticas da região, entre as quais incluem-se as exóticas *Acacia mangium*, *A. auriculiformis* e *A. angustissima* (CARVALHO et al., 1999b), e a nativa *Mimosa artemisiana*.

O sistema silvipastoril deve promover o melhoramento da fertilidade e a conservação do solo, e oferecer algumas vantagens econômicas que facilitem sua adoção pelos produtores. Para auxiliar no controle de erosão, o plantio das árvores é feito em faixas em nível, intercaladas por faixas bem mais largas, reservadas ao plantio das forrageiras herbáceas.

A conservação do solo é também assegurada pela formação de um eficiente estrato herbáceo constituído de *Brachiaria decumbens* e da leguminosa *Stylosanthes guianensis* var. *vulgaris* cv. Mineirão.

Para melhorar a fertilidade do solo, são usadas as leguminosas arbóreas exóticas *A. mangium*, *A. angustissima* e a nativa *Mimosa artemisiana* (angico-mirim), cujo efeito deve se somar ao das forrageiras herbáceas.

A economia desse sistema silvipastoril se baseia nos seguintes aspectos:

- Inclusão de espécies para produção de madeira, celulose, ou mourões para cerca, etc.
- Maior oferta de forragem ao longo do ano, resultante das contribuições de leguminosas forrageiras arbóreas e da herbácea cv. Mineirão, além do esperado efeito das árvores sobre a qualidade da gramínea.
- Redução no uso de insumos, como fertilizantes e concentrados.

Esse sistema não prevê o uso de fertilizantes nitrogenados, mas por causa de deficiências nutricionais no solo (CARVALHO; CRUZ FILHO, 2000), há necessidade da aplicação de fontes de P e de K, no plantio e nos primeiros anos durante a fase de estabelecimento.

Para produção de madeira, as espécies são o *Eucalyptus grandis* e a *A. mangium*. Como essas espécies são de crescimento rápido, terão ainda o papel de fornecer sombra para as espécies arbóreas nativas que requererem essa condição durante os primeiros anos após o plantio das mudas. A espécie arbórea incluída no sistema como forrageira foi a *A. angustissima*, mas as espécies *A. mangium* e *M. artemisiana* também são consumidas pelos animais.

Um experimento foi conduzido para comparar dois métodos de estabelecimento do sistema silvipastoril. Esses métodos comparados foram:

- Plantio simultâneo das mudas de árvores, em faixas de 10 m de largura, e das forrageiras herbáceas, em faixas de 30 m, usando-se cercas de arame farpado para proteção das mudas de árvores.
- Plantio das mudas de árvores, e nas faixas de 30 m de largura foi plantado feijão-guandu (*Cajanus cajan*) no primeiro ano, e no segundo ano, milho + forrageiras herbáceas.

Observou-se que o sistema silvipastoril foi estabelecido em 16 a 22 meses, nos métodos com e sem proteção de cercas de arame, respectivamente (CARVALHO et al., 2001).

Para se conseguir maior desenvolvimento desse e de outros modelos de sistema silvipastoril para áreas montanhosas, é necessário aumentar o número de espécies arbóreas com características favoráveis, inclusive as que possam contribuir, também, com forragem, além de sombra e de biomassa.

Maior ênfase deve ser dada às espécies nativas. Além disso, a introdução de forrageiras arbustivas na área entre as faixas de árvores deve melhorar a oferta de forragem, principalmente na época seca, e incrementar a reciclagem de nutrientes no sistema.

Efeito da arborização sobre a sustentabilidade de uma pastagem de *Brachiaria decumbens*

Na Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora, MG, está sendo examinado o efeito da arborização sobre uma pastagem de *B. decumbens* que havia sido formada em substituição ao capim-gordura naturalizado, em Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade.

Após 4 anos do plantio das leguminosas arbóreas na pastagem, observou-se que na época seca, ou em períodos de mais baixa precipitação pluvial, nas áreas sombreadas pelas árvores mais desenvolvidas, a *B. decumbens* apresentava-se mais verde. Esse efeito se refletia, principalmente, em melhor qualidade da forragem na área sombreada, em relação àquela na área não sombreada (CARVALHO et al., 1999a).

Análises químicas de forragem de *B. decumbens*, coletadas em duas épocas do ano, indicaram que os níveis de proteína bruta na forragem foram mais altos nas áreas sombreadas do que nas áreas sem árvores, tanto na época seca como nas águas.

No período seco, nas áreas de pastagem sob influência das árvores, a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) da gramínea foi semelhante aos valores observados na época chuvosa na pastagem como um todo (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito do sombreamento por três leguminosas arbóreas sobre a qualidade da forragem na época da seca, em pastagem de *Brachiaria decumbens*.

Espécie	Tratamentos	Época seca	Época das águas
---------	-------------	------------	-----------------

		PB (g/kg)	DIVMS (%)	PB (g/kg)	DIVMS (%)
<i>A. angustissima</i>	Sol	44,4 b ⁽¹⁾	35,63 c	55,4 b	42,27
	Sombra	75,0 a	45,17 ab	62,5 ab	42,12
<i>A. auriculiformis</i>	Sol	43,7 b	40,06 b	54,0 b	43,98
	Sombra	88,1 a	50,96 a	58,2 ab	43,66
<i>A. mangium</i>	Sol	43,7 b	34,70 c	53,9 b	43,41
	Sombra	73,1 a	48,76 a	76,1 a	50,28

(1) Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, diferem, significativamente, entre si, de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Fonte: Carvalho et al. (1999a).

O efeito da arborização sobre as características de solo começou a ser observado a partir de 5 anos após o plantio das mudas na pastagem. Nas áreas com mais alta densidade arbórea, observa-se maior disponibilidade de forragem, maiores concentrações de N e de K na parte aérea da *B. decumbens*, e efeito positivo sobre algumas características químicas do solo, aumentando, principalmente, os níveis de P disponível e de K e Mg trocáveis em amostras coletadas à profundidade de 0 cm – 10 cm.

O potencial dos sistemas silvipastoris, para promover a sustentabilidade das pastagens, depende da existência de espécies de crescimento rápido, nativas ou exóticas adaptadas às condições edafoclimáticas de determinada região. No Brasil, a leguminosa *Acacia mangium* é um exemplo de espécie exótica que apresentou excelente adaptação a diversos ecossistemas.

Tratando-se de espécie pioneira, recomenda-se seu uso em sistemas silvipastoris em associação com espécies nativas. Muitos estudos ainda são necessários para identificar espécies arbóreas com as características de crescimento e arquitetura favoráveis à integração com pastagens, principalmente espécies nativas.

Outro importante papel de espécies arbóreas e arbustivas em sistemas silvipastoris é como fornecedoras de forragem para os animais. Diversas modalidades de sistemas silvipastoris incluem

forrageiras arbóreas e arbustivas, e seu potencial para intensificar a produção animal – em sistemas a pasto – tem sido demonstrado em vários países.

Ao dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados desde a fase inicial de estabelecimento e, com o tempo, promover o melhoramento da fertilidade do solo, reduzindo ou eliminando a necessidade de aplicação de outros fertilizantes, os sistemas silvipastoris podem se constituir na base da alimentação em sistemas orgânicos de produção animal.

Referências

ABREU, M. H. S.; IBRAHIM, M.; SILVA, J. C. S. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias...** Cali: CIPAV, 1999. 1 CD-ROM.

AVILA, G.; JIMÉNEZ, F.; BEER, J.; GÓMEZ, M.; IBRAHIM, M. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 8, n. 30, p. 32-35, 2001.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p. 136-161.

BOLÍVAR, D.; IBRAHIM, M.; KASS, D.; JIMÉNEZ, F.; CAMARGO, J. C. Productividad y calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en un suelo ácido en

el trópico húmedo. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 6, n. 23, p. 48-50, 1999.

BOTERO, J. A. Contribuição dos sistemas pecuários tropicais na captação de carbono. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. p. 399-413.

CÁRDENAS, G. C. Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias...** Cali: CIPAV, 1999. 1 CD-ROM.

CARVALHO, M. M.; BARROS, J. C.; XAVIER, D. F.; FREITAS, V. P.; AROEIRA, L. J. M. Composición química del forraje de *Brachiaria decumbens* asociada con tres especies de leguminosas arbóreas. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias...** Cali: CIPAV, 1999a. 1 CD-ROM.

CARVALHO, M. M.; CASTRO, C. R. T.; YAMAGUCHI, L. C.; ALVIM, M. J.; ROCHA FILHO, B. H.; VERNEQUE, R. S. A comparison of two methods for the establishment of a silvopastoral system in degraded pasture land. In: CONGRESS ON AGROFORESTRY AND LIVESTOCK PRODUCTION IN LATIN AMERICA, 2., 2001, San José. **Anais...** San José: CATIE; IUFRO, 2001. p. 31-34.

CARVALHO, M. M.; CRUZ FILHO, A. B. Desenvolvimento de pastagens em áreas de relevo acidentado. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J. (Ed). **Pastagens para gado de leite em regiões de influência da Mata Atlântica**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. p. 53-81.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S.; VILLAÇA, H. A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 5, p. 709-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Comportamento de cinco leguminosas arbóreas exóticas em pastagem formada em latossolo vermelho-amarelo de baixa fertilidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n. 2, p. 187-192, 1999b.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JUNIOR, B. 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, 1997.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

DALY, J. J. Cattle need shade trees. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v.110, n. 1, p. 21-24, 1984.

ERIKSEN, F. I.; WHITNEY, A. S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 427-433, 1981.

FISHER, M. J.; RAO, I. M.; AYARZA, M. A.; LASCANO, C. E.; SANZ, J. I.; THOMAS, R. J.; VERA, R. R. Carbon storage by deep-rooted grasses in the South American savannas. **Nature**, London, v. 371, p. 236-238, 1994.

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 árido argentino. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v. 2, n. 6, p. 9-14, 1995.

HERNANDEZ, M. El uso de los árboles como mejoradores de los suelos y de la productividad de las gramíneas forrajeras. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v. 21, n. 4, p. 283-292, 1998.

JOFFRE, R.; VACHER, J.; LLANOS, C. de los; LONG, G. The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 6, p. 71-96, 1998.

LOMBARDI NETO, F. Degradação de pastagens. In: ENCONTRO SOBRE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS, 1., 1993, Nova Odessa. **Anais....Nova Odessa: Instituto de Zootecnia**, 1993. p. 49-60.

LUGO, A. E.; BROWN, S. Management of tropical soils as sinks or sources of atmospheric carbon. **Plant and Soil**, Hague, v. 149, n. 1, p. 27-41, 1993.

MAHECHA, L., ROSALES, M., MOLINA, C. H., MOLINA, E. J. Un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodon plectostachyus-Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. In: SANCHEZ, M. D.; ROSALES, M. M. (Ed.). **Agroforestería para la producción animal en América Latina**. Roma: FAO, 1999. p. 407-419. (Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal, 143)

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z. Diversidad biológica en la ganadería bovina en Colombia. In: SANCHEZ, M. D.; ROSALES, M. M. (Ed.). **Agroforestería para la producción animal en América Latina**.

Roma: FAO, 1999. p. 53-72. (Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal, 143)

MYERS, P. K. R.; ROBBINS, G. B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 25, n. 2, p. 104-110, 1991.

NAIR, P. K. R. Biogeochemical processes in tropical agroforestry systems: nutrient cycling. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO CONTEXTO DA QUALIDADE AMBIENTAL E COMPETITIVIDADE, 2., 1998, Belém. **Palestras...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p. 81-89 (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 25)

OLIVEIRA, M. E.; LEITE, L. L.; CASTRO, L. H. R. Influência de árvores de baru (*Dipterix alata*) e pequi (*Caryocar brasiliense*) no solo sob pastagem de braquiária. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 2000, Brasília. **Memórias...** Brasília: Embrapa Cerrados. 2000. 1 CD-ROM

OVALLE, C.; AVENDAÑO, J. Utilización silvopastoral del espinal. II. Influencia del espino (*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 44, n. 4, p. 353-362, 1984.

SAMARAKOON, S. P.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 114, p. 161-169, 1990.

SHELTON, H. M.; HUMPHREYS, L. R.; BATELLO, C. Pastures in the plantations of Asia and Pacific: performance and prospects.

Tropical Grasslands, Brisbane, v. 21, n. 4, p. 159-168, 1987.

STÜR, W. W. Screening forage species for shade tolerance - A preliminary report. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 58-63.

VELASCO, J. A.; CAMARGO, J. C.; ANDRADE, H. J.; IBRAHIM, M. Mejoramiento del suelo por *Acacia mangium* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria humidicola*. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES, 6., 1999, Cali. **Memórias...** Cali: CIPAV, 1999. 1 CD ROM.

VIANA, O. J.; GADELHA, J. A.; PONTES, L. M.; PARENTE, J. I. Efeito do sombreamento do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em pastagem de capim touceira (*Panicum maximum* Jacq.) em Pacajus, Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 105-116, 1977.

WAIDYANATHA, U. P. S.; WIJESINGHE, D. S.; STAUSS, R. Zero-grazed pasture under immature Hevea rubber: productivity of some grasses and grass-legume mixtures and their competition with Hevea. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 18, n. 1, p. 21-26, 1984.

WILSON, J. R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 47, p. 1075-1093, 1996.

WILSON, J. R.; HILL, K.; CAMERON, D. M.; SHELTON, H. M. The growth of *Paspalum notatum* under shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 24, n. 1, p. 24-28, 1990.

WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. 168p. p. 64-69.

Notas

Capítulo 1

- 1 A coivara pode assumir condições de sustentabilidade, como no caso do manejo de povos indígenas, desde que os mesmos tenham à disposição, amplas áreas em exploração, o que permitiria a renovação dos solos e outros recursos naturais.
- 2 Agricultura Ecológica: Manejo Agrícola com Futuro.

Capítulo 3

- 1 Este texto recupera alguns tópicos discutidos com mais profundidade na tese de doutorado do autor: *Pluralismo metodológico en la producción y circulación del conocimiento agrario. Fundamentación epistemológica y aproximación empírica a casos del sur de Brasil* (GOMES, 1999).
- 2 Vale lembrar que, para Thomas Khun, a verdade na ciência deveria dizer respeito somente à comunidade científica.

Capítulo 5

- 1 Popper (1997); Kuhn (1995). Para uma abordagem mais detalhada: Gomes (1999).

Capítulo 7

- 1 A *Primeira Revolução Agrícola* caracterizou-se pela disseminação do sistema de rotação trienal ocorrida entre os séculos 11 e 13, no entanto alguns mencionam apenas

este segundo momento como *Revolução Agrícola*. Para mais detalhes ver Boserup (1987); Romeiro (1998); e Veiga (1991).

2 Condado Britânico a partir do qual este sistema se originou.

Capítulo 8

1 Mensagem eletrônica fornecida por Carvalho, J. L. H. de, Brasília, 8 de julho de 2003.

Capítulo 9

1 Entrevista concedida por Gunnar Rundgren, presidente da Ifoam, consultor da Grolink AB, www.grolink.se, durante o curso Organic Agriculture Development, em Sunne, Suécia, 2000.

2 Tabela apresentada por G. Rundgren, no curso Organic Agriculture Development, em Sunne, Suécia, 2000.

Capítulo 10

1 Pequeno varejo alimentar = 1 a 9 caixas registradoras; supermercado de vizinhança = 10 a 19 caixas registradoras; supermercado/hipermercado = + 20 caixas registradoras.

2 Food and Agriculture Organization.

3 United Nations Conference on Trade and Development.

4 Primeiras Normas da Ifoam publicadas em 1981.

5 Entretanto, as mais significantes contribuições são encontradas em seções especiais, cobrindo situações especiais para a inspeção e a certificação da agricultura orgânica: critérios detalhados do processo de inspeção; maneiras para realizar inspeções não anunciadas; fatores para determinar a frequência de inspeção; inspeção para conversão parcial e produção paralela; inspeção para produtos com organismos geneticamente modificados; inspeção e certificação da cadeia de custódia; inspeção da produção

subcontratada; inspeção e certificação de grupos de produtores; inspeção e certificação de colheita de produtos selvagens/silvestres/extratvistas; transferência da certificação. A recente iniciativa de permitir variações regionais nos IBS e ICPP, para receberem aprovação Ifoam, tem o objetivo de atender as reclamações por uma norma que deva refletir a realidade ambiental da região na qual ela será aplicada, enquanto honrar os princípios estabelecidos pela AO. As autoridades reguladoras têm o mesmo desafio em determinar a equivalência das importações de regiões muito diferentes de suas próprias.

6 Distância necessária para o transporte, ou seja, entre o local de produção e o local de consumo.

Capítulo 11

- 1 **Normas de Sistema** – São normas que estabelecem os requisitos mínimos para certificação de processos ou produtos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – é o órgão nacional de normatização.
- 2 **Creditação** – É a avaliação e o credenciamento de órgãos certificadores. No Brasil, a creditação é feita principalmente pelo Instituto Nacional de Metrologia – Inmetro.
- 3 **Certificação** – É o procedimento pelo qual os órgãos certificadores avaliam e emitem certificados, comprovando que os requisitos mínimos exigidos por normas de referência e requisitos legais foram atendidos.
- 4 **Auditoria** – É o procedimento para verificação *in loco*, por meio de evidências objetivas, de que o sistema de produção atende aos requisitos mínimos exigidos por normas de referência e requisitos legais.
- 5 Entrevista concedida por R. Charity, durante a visita à Associação para o Desenvolvimento da Agropecuária Orgânica, ADAO, em 2000.

Capítulo 15

- 1 Bionatus Laboratório Botânico Ltda. <<http://www.bionatus.com.br>>.

Capítulo 17

1 Comunicação verbal fornecida por Peña Turruebla, E. Havana, 14 de novembro de 2003.

Livraria Embrapa



Na Livraria Embrapa, você encontra
livros, DVDs e CD-ROMs sobre
agricultura, pecuária, negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse:
www.embrapa.br/livraria

ou entre em contato conosco
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
livraria@embrapa.br

Você pode também nos encontrar nas redes sociais:

 facebook.com/livrariaembrapa

 twitter.com/livrariaembrapa

