

# Agroecologia



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO  
GRANDE DO SUL

---

Reitor

**José Carlos Ferraz Hennemann**

Vice-Reitor e Pró-Reitor  
de Coordenação Acadêmica

**Pedro Cezar Dutra Fonseca**

---

**EDITORA DA UFRGS**

Diretora

**Jusamara Vieira Souza**

Conselho Editorial

**Ana Lígia Lia de Paula Ramos**

**Cassilda Golin Costa**

**Cornelia Eckert**

**Flávio A. de O. Camargo**

**Iara Conceição Bitencourt Neves**

**José Roberto Iglesias**

**Lúcia Sá Rebello**

**Mônica Zielinsky**

**Nalú Farenzena**

**Sílvia Regina Ferraz Petersen**

**Tania Mara Galli Fonseca**

**Jusamara Vieira Souza, presidente**

# Agroecologia

A DINÂMICA PRODUTIVA  
DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

MIGUEL ALTIERI

QUINTA EDIÇÃO

© de Miguel Altieri  
1ª edição: 1998

Direitos reservados desta edição:  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Capa: Carla M. Luzzatto  
Tradução: Marília Marques Lopes  
Revisão técnica: Maria José Guazzelli  
Cláudia Job Schmitt  
Revisão: Cláudia Bittencourt  
Mônica Ballejo Canto  
Maria da Glória Almeida dos Santos  
Arte-final dos desenhos: Rubens Renato Abreu  
Editoração eletrônica: Priscila dos Santos Novak

### **Miguel Altieri**

Engenheiro-agrônomo pela Universidade do Chile (1974); mestre pela Universidade Nacional da Colômbia (1976); PhD pela Universidade de Florida (1979); professor de Agroecologia na Universidade da Califórnia, campus de Berkeley, desde 1981; assessor científico do Consórcio Latino-Americano de Agroecologia e Desenvolvimento (CLADES) desde 1989; coordenador geral do Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE) ligado ao PNUD (Nações Unidas) desde 1994; coordenador do Comitê de ONGs do Comitê Consultivo de Pesquisa Agrícola Internacional (CGIAR) desde 1997. Principais publicações: *Agroecology: the science of sustainable agriculture* (1995) e *Biodiversity and pest management in agrosystems* (1994).

---

6468a Altieri, Miguel  
Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável /  
Miguel Altieri. – 4.ed. – Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004.

(Nome da coleção)

1. Agricultura – Ecologia. I. Título.

---

CDU 631.58/.584.9:634.0.1

Catálogo na publicação: Mônica Ballejo Canto – CRB 10/1023  
ISBN 85-7025-538-1

## AGRADECIMENTOS

A agroecologia é o tema central e o princípio do que é hoje chamado agricultura sustentável. Poucas pessoas têm trabalhado com tanto afinco para desenvolver e explicar esse conceito quanto Miguel A. Altieri, professor adjunto do College of Natural Resources e do Center for Biological Control, University of California, Berkeley. Ele contribuiu com os elementos centrais deste segundo livro-guia do PNUD.<sup>1</sup> Com uma experiência única, também coordena nosso programa global denominado Sustainable Agriculture Networking and Extension Programme (SANE-INT/93/201).<sup>2</sup> Agradecemos igualmente a contribuição de Paul Faeth, assistente senior do Programa de Economia e População do World Resources Institute (WRI),<sup>3</sup> pela autorização fornecida pelo WRI para a publicação do material do Sustainable Agriculture and Rural Development (SARD)<sup>4</sup> sobre economia nesta edição. Grandes trechos do texto foram editados por Rosemarie Philips. Linda L. Schmidt habilidosamente produziu o texto final em *camera-ready* para publicação.

Esta obra não teria sido possível sem o estímulo e levantamento de fundos de Luis Gomez-Echeverri, então Diretor Interi-

---

<sup>1</sup> Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas.

<sup>2</sup> Programa de Rede e Extensão em Agricultura Sustentável.

<sup>3</sup> Instituto Mundial de Recursos.

<sup>4</sup> Agricultura Sustentável e Desenvolvimento Rural.

no da Sustainable Energy and Environment Division (SEED)<sup>5</sup> no BPPS e sem o gerenciamento e coordenação dos diferentes *inputs* por Friedrich Mumm von Mallinckrodt, Presidente e Conselheiro Técnico em Agricultura Sustentável e Segurança Alimentar do SEED. Gostaríamos, também, de agradecer o trabalho e comentários dos colegas de várias agências, mas particularmente à Divisão de Assuntos Públicos e ao Conselho Editorial do PNUD.

---

<sup>5</sup> Divisão de energia e ambiente sustentável.

## APRESENTAÇÃO À QUINTA EDIÇÃO

*Por um novo sentido à prática da agricultura*

Na segunda metade do século XX, vários países latino-americanos engajaram-se na intitulada Revolução Verde, um ideário produtivo proposto e implementado nos países mais desenvolvidos após o término da Segunda Guerra Mundial, cuja meta era o aumento da produção e da produtividade das atividades agrícolas, assentando-se para isso no uso intensivo de insumos químicos, das variedades geneticamente melhoradas de alto rendimento, da irrigação e da motomecanização. Políticas públicas nacionais foram criadas, tendo a pesquisa agrícola e a extensão rural – aliadas geralmente ao crédito agrícola subsidiado – como os principais instrumentos para a concretização dessas políticas.

No Brasil, a partir de meados da década de 1980, com a inviabilização dos subsídios ao crédito, tornam-se gradativamente mais visíveis as conseqüências menos gloriosas do padrão de agricultura introduzido com a Revolução Verde. A contestação à agricultura e às formas de organização produtivas oriundas desse ideário traz em seu rastro uma série de manifestações sociais que passam a adquirir crescente importância e legitimidade nos anos mais recentes.

A crítica e o debate em torno de novas formas de agricultura (e de desenvolvimento) se intensificam a partir de alguns fatos e movimentos gerais, tais como:

a) Uma crise generalizada nos países de capitalismo periférico, a partir da década de 1950, mostrando que o progresso não é uma virtude natural que todos os sistemas econômicos e todas as sociedades humanas possuem (implicando também a crise do industrialismo e da idéia de que o desenvolvimento é igual a progresso material – o qual, por sua vez, traz o bem-estar social –, ou que o desenvolvimento técnico-científico implica desenvolvimento socioeconômico, progresso e crescimento).

b) As crises sociais, expressas de diferentes maneiras, via concentração de renda, de riquezas e da terra, o êxodo rural e a violência em todos os sentidos.

c) Uma crise ambiental, manifestada também de diferentes e graves formas, como, por exemplo, a degradação e a escassez dos “recursos naturais”, a contaminação dos alimentos etc.

d) Uma crise econômica, a partir da diminuição dos níveis médios de renda e pela constatação de que a maioria dos produtos incentivados pela modernização agrícola deixou de ser atrativa sob esse aspecto, inclusive algumas *commodities*.

Neste ano de 2008 assume contornos importantes a discussão sobre a “crise alimentar” mundial, com vários argumentos em debate e uma hipótese “de fundo” na cabeça de muitos: se uma crise alimentar existe é porque existiria também uma crise do padrão de desenvolvimento imposto à agricultura nos últimos quarenta anos. Ainda que se ostente o aumento espetacular da produtividade nesses anos em alguns cultivos e atividades agropecuárias, fato é que as mencionadas crises geram problemas e impasses que gradualmente começam a ganhar *momentum*, indicando crescentes dificuldades de manutenção do padrão produtivo “moderno” implantado no período pós-guerra. No plano econômico, especialmente, destaca-se, como tendência geral histórica nas décadas recentes, a

elevação dos custos de produção associada à queda real dos preços pagos aos agricultores. Essa falta de sintonia ocorre, por certo, nos países nos quais os governos não conseguem manter subsídios aos agricultores e assegurar “preços sociais” dos alimentos compatíveis com o nível de renda dos consumidores. Esse padrão de produção insustentável é ressaltado pelo professor Miguel Altieri neste livro: “a falta de acesso dos produtores menos favorecidos a insumos caros, bem como questões básicas de igualdade socioeconômica, obstaculizaram, em muito, a modernização da agricultura nos países em desenvolvimento”.

Essas são algumas das muitas razões e motivações que iriam produzir a entrada “em cena”, nos últimos vinte anos, de experiências “diferentes” daquela do padrão proposto pelo ideário da Revolução Verde, atraindo a atenção de profissionais das ciências agrárias e de outras áreas do conhecimento, bem como de autoridades governamentais e, é claro, de muitos agricultores pelo Brasil afora. Esse “movimento” cresceu e assumiu maior complexidade, hoje sendo denominado de várias maneiras, muitas vezes caracterizando sua feição técnica ou produtiva *stricto sensu*, na qual a agroecologia assume posição destacada.

Todo a discussão em torno dessas novas formas de praticar e viver a agricultura insere-se nestes últimos anos no debate da *sustentabilidade* do desenvolvimento, indicando, genericamente, um objetivo social e produtivo, qual seja, a adoção de um padrão tecnológico e de organização social e produtiva que não use de forma predatória os “recursos naturais” e tampouco modifique tão agressivamente a natureza, buscando compatibilizar, como resultado, um padrão de produção agrícola que integre equilibradamente objetivos sociais, econômicos e ambientais.

Essa nova forma de praticar a agricultura – mais sustentável – traz, porém, alguns desafios:<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Conforme Maria Leonor Assad e Jalcione Almeida em “Agricultura e sustentabilidade: contextos, desafios e cenários”, *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 29, p. 21-22, 2004.

a) Um *desafio ambiental* – considerando que a agricultura é uma atividade causadora de impactos ambientais, decorrentes da substituição de uma vegetação naturalmente adaptada por outra que exige a contenção do processo de sucessão natural, visando ganhos econômicos, o desafio consiste em buscar sistemas de produção agrícola adaptados ao ambiente, de tal forma que a dependência de insumos externos e de recursos naturais não-renováveis seja mínima.

b) Um *desafio econômico* – considerando que a agricultura é uma atividade capaz de gerar, a curto, médio e longo prazos, produtos de valor comercial tanto maior quanto maior for o valor agregado, o desafio consiste em adotar sistemas de produção e de cultivo que minimizem perdas e desperdícios e que apresentem produtividade compatível com os investimentos feitos, e em estabelecer mecanismos que assegurem a competitividade do produto agrícola no mercado interno e/ou externo, garantindo a economicidade da cadeia produtiva e a qualidade do produto.

c) Um *desafio social* – considerando a capacidade da agricultura de gerar empregos diretos e indiretos e de contribuir para a contenção de fluxos migratórios, que favorecem a urbanização acelerada e desorganizada, esse desafio consiste em adotar sistemas de produção que assegurem geração de renda para o trabalhador rural e que este disponha de condições dignas de trabalho, com remuneração compatível com sua importância no processo de produção. Considerando o número de famintos no planeta, e particularmente no Brasil, é necessário que a produção agrícola contribua para a segurança alimentar e nutricional. Considerando, ainda, que o contexto social não seja uma externalidade de curto prazo do processo produtivo e, portanto, do desenvolvimento, é necessário construir novos padrões de organização social da produção agrícola por meio da implantação de reforma agrária compatível com as necessidades locais e da geração de novas formas de estruturas produtivas.

d) Um *desafio territorial* – considerando que a agricultura é potencialmente uma atividade capaz de se integrar a outras atividades rurais, esse desafio consiste em buscar a viabilização de uma efetiva integração agrícola com o espaço rural, por meio da pluriatividade e da multifuncionalidade desses espaços.

e) Um *desafio tecnológico* – considerando que a agricultura é fortemente dependente de tecnologias para o aumento da produção e da produtividade, e que muitas das tecnologias, sobretudo aquelas intensivas em capital, são causadoras de impactos ao ambiente, urge que se desenvolvam novos processos produtivos nos quais as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo uma adequada relação produção/produtividade.

Esses desafios são tanto maiores e mais complexos quanto maior for o número de limitações impostas pela natureza e, para superá-los, é necessário um profundo conhecimento sobre o meio, tanto em seus aspectos físicos e biológicos quanto em seus aspectos humanos. É necessária uma nova (agri)cultura que concilie processos biológicos (base do crescimento de plantas e animais) e processos geoquímicos e físicos (base do funcionamento de solos que sustentam a produção agrícola) com os processos produtivos, os quais envolvem componentes sociais, políticos, econômicos e culturais. Essa abordagem deve-se basear no conhecimento que se tem hoje do funcionamento dos ecossistemas terrestres: a) o equilíbrio da natureza é extremamente delicado (e instável) e os seres humanos podem modificá-lo de maneira irreversível, pelo menos em termos de escala de vida humana; b) a Terra não é um reservatório ilimitado de recursos; c) no longo prazo, a sociedade jamais é indenizada pelos danos ambientais e pelos desperdícios de “recursos naturais”, nem em termos econômicos, nem em termos sociais; d) o fictício bem-estar de alguns segmentos sociais se dá à custa da exploração real e atual de excluídos, que não usufruem vantagens econômicas e sociais mínimas, e pelo comprometimento das novas gerações,

que tendem a se deparar com problemas sociais e econômicos cada vez mais complexos.

Não são poucos, pois, os desafios e enfrentamentos na direção de uma agricultura e de um desenvolvimento mais sustentáveis. Mas como tornar a agricultura brasileira mais sustentável, garantindo os ganhos de produtividade agrícola atuais ou até mesmo os aumentando? Essa parece ser uma questão de peso, sobre a qual todos os interessados no desenvolvimento deveriam se debruçar. Várias tentativas de resposta já foram ensaiadas nos últimos anos, por dentro e por fora do *status quo* reinante, algumas delas através de um movimento que originalmente se chamou de “agricultura alternativa” (década de 1970) e que hoje se agrupa em torno das iniciativas de “agricultura ecológica”.<sup>2</sup> A agroecologia tem sido difundida na América Latina, em outros países e no Brasil, em especial, como sendo um padrão técnico-agronômico capaz de orientar as diferentes estratégias de desenvolvimento rural sustentável, avaliando as potencialidades dos sistemas agrícolas através de uma perspectiva social, econômica e ecológica. O objetivo maior da agricultura sustentável – que sustenta o enfoque agroecológico – é a manutenção da produtividade agrícola com o mínimo possível de impactos ambientais e com retornos econômico-financeiros adequados à meta de redução da pobreza, assim atendendo às necessidades sociais das populações rurais.

Muitos trabalhos, acadêmicos ou não, foram produzidos nos últimos anos sobre a agroecologia; eles buscaram aprofundar temas e analisá-los, afirmando-a conceitualmente e enquanto modelo teórico e prático interpretativo dos sistemas agrícolas.

---

<sup>2</sup> A esse respeito ver, entre outros, os trabalhos pioneiros de Jalcione Almeida, Tecnologia “moderna” versus tecnologia “alternativa”: a luta pelo monopólio da competência tecnológica na agricultura, Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Sociologia Rural/UFRGS, 1989; e de Eduardo Ehlers, O que se entende por agricultura sustentável? São Paulo, Procam/USP, 1994. Para uma interpretação sociológica sobre o tema, ver Jalcione Almeida, A construção social de uma nova agricultura, Porto Alegre, Editora da UFRGS, 1999.

Sem dúvida, a obra do professor Miguel Altieri foi central neste contexto. Quando foi lançada a primeira edição de *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*, em 1998, pela Editora da UFRGS, essa publicação teve uma enorme aceitação, esgotando-se em pouco tempo. Este livro preencheu um vácuo na produção intelectual sobre o tema e acabou se transformando em obra referencial nos estudos acadêmicos e debates sociais, verdadeiro “manual” de ação e prática agroecológica no Brasil.<sup>3</sup> Vários anos se passaram, e este livro de Altieri continua atual e muito requisitado, justificando sua quinta edição, agora lançada. Desta vez, alçamos a publicação do professor Miguel Altieri a um lugar destacado em nossa Série Estudos Rurais (SER), coletânea de textos, desde a década passada, patrocinada pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR) em colaboração com a Editora da UFRGS.<sup>4</sup>

O que é proposto por Miguel Altieri neste livro certamente poderá ser bem utilizado para esclarecer as noções e os conceitos centrais da agroecologia, sugerir caminhos metodológicos e analisar experiências produtivas, tudo fundado em uma perspectiva crítica e coerente com os princípios formativos deste campo científico. Este livro também poderá ajudar a responder a dúvidas e, principalmente, a enfrentar os desafios colocados defronte daqueles que pensam a agroecologia como bandeira de luta e instrumento de ação social, bem como a pensá-la como promessa de renovação do social, dos sistemas técnicos e como fonte de mudanças culturais.

A proposta agroecológica e a contribuição de Miguel Altieri podem auxiliar a superar entraves sociais e produtivos que são constituídos a partir da atual condição de marginalização e exclusão de certos grupos sociais e da sua necessidade urgente em obter

---

<sup>3</sup> Também tem sido bastante influente no campo científico e na ação social a publicação de Miguel Altieri intitulada *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*, Rio de Janeiro, PTA/FASE, 1989.

<sup>4</sup> Ver títulos da Série Estudos Rurais em [www.ufrgs.br/pgdr](http://www.ufrgs.br/pgdr).

“resultados imediatos” no plano da reprodução social. Esses são importantes fatores que jogam contra a capacidade de afirmação dessas novas idéias, pelo menos no curto e médio prazos.

A contribuição de Altieri pode também colaborar para a superação da grande heterogeneidade que ainda caracteriza a perspectiva agroecológica, particularmente em relação ao seu padrão tecnológico e às suas formas sociais, tendentes a se constituir em uma barreira ao avanço dessas idéias. Desde já, do ponto de vista metodológico, esta publicação ajuda a “operacionalizar” a noção de agroecologia, transformando seus princípios em ação.

*Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável* é, sem dúvida, um poderoso instrumento de visualização e viabilização da agroecologia como área de conhecimento e como prática produtiva. Este livro serve como instrumento para pensar e agir em nome da agroecologia não como a institucionalização da marginalização da agricultura alternativa ou ecológica, tampouco apenas como “ecologização” da agricultura moderna ou convencional, e sim como uma forma de agricultura apreendida enquanto uma verdadeira alternativa técnico-científica global, como uma renovação do social e do sistema técnico-produtivo, podendo constituir-se em fonte de importantes mudanças culturais.

Este livro serve como um verdadeiro emulador de ações que buscam outras interpretações técnicas e sociais que possam indicar uma possibilidade de operar *um novo sentido para a prática da agricultura*. Nessas formas reside a capacidade de lutar e afirmar o potencial político transformador da agroecologia, agregando diferentes categorias e grupos sociais, mobilizando-os no sentido da sua afirmação enquanto alternativa social e técnica capaz de superar os impasses do atual padrão de agricultura e de desenvolvimento. Nessa linha de raciocínio, são fundamentalmente razões sociais e políticas aquelas capazes de afirmar verdadeiros movimentos sociais amplificados, e não somente os méritos técnicos e morais do conjunto de idéias ou proposições agroecológicas.

Esta é a hercúlea tarefa com que se defronta a agroecologia, para a qual este livro se apresenta como importante instrumento de superação. Esses desafios colocados à agroecologia, que por instantes tomam a forma de um ideal estratégico, por vezes mal definido nas ações e lutas em curso, devem construir um projeto capaz de orientar novas formas de produção e organização social e contribuir para um projeto que ultrapasse o campo da contestação e da oposição pura e simples à tecnocracia, ao produtivismo e às políticas agrícolas inadequadas. Tais ações deverão mostrar, mais claramente, que se pode reconstruir uma imagem da trama social a partir de novas experiências sociais, da agregação de indivíduos e de grupos que parecem ter perdido toda forma de identificação profissional e social. Ademais, essas ações devem ser capazes de viabilizar novas experiências que incrementem a produção, com qualidade e maior conservação ambiental, capaz de atender a uma demanda crescente de alimentos pela população.

Eis, em nossa opinião, a tarefa da agroecologia. Cremos que Miguel Altieri, com este livro (e sua produção intelectual), pode muito contribuir nesta direção, afirmando a agroecologia como nova área do conhecimento, como forma de produção e como verdadeiro movimento social.

Temos o máximo orgulho de anunciar a quinta edição de *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*, agora compondo a Série Estudos Rurais do PGDR. Boa leitura.

Porto Alegre, julho de 2008.

Jalcione Almeida

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural

Comissão Editorial da Série Estudos Rurais



## SUMÁRIO

Introdução .....	19
Agroecologia: objetivos e conceitos .....	23
A agroecologia dos agroecossistemas tradicionais .....	29
Programas de desenvolvimento rural baseados na agroecologia .....	41
A agroecologia dos sistemas de produção em larga escala .....	65
Uma análise econômica da agricultura sustentável .....	81
Conclusão .....	109
Referências .....	113



## INTRODUÇÃO

Em que pese os inúmeros projetos de desenvolvimento internacionais e patrocinados pelo Estado, a miséria, a escassez de alimentos, a desnutrição, o declínio nas condições de saúde e a degradação ambiental continuam sendo problemas no mundo em desenvolvimento. Em muitas regiões, a modernização da agricultura, com a utilização de tecnologias intensivas em insumos, aconteceu sem a distribuição da terra. Os benefícios dessas medidas – geralmente chamadas de Revolução Verde – foram extremamente desiguais em termos de sua distribuição, com os maiores e mais ricos agricultores, que controlam o capital e as terras férteis, sendo privilegiados, em detrimento dos agricultores mais pobres e com menos recursos. A Revolução Verde também contribuiu para disseminar problemas ambientais, como erosão do solo, desertificação, poluição por agrotóxicos e perda de biodiversidade (Redclift e Goodman, 1991).

A crise agrícola-ecológica existente, hoje, na maior parte do Terceiro Mundo, resulta do fracasso do paradigma dominante de desenvolvimento. As estratégias de desenvolvimento convencionais revelaram-se fundamentalmente limitadas em sua capacidade de promover um desenvolvimento equânime e sustentável. Não foram capazes nem de atingir os mais pobres, nem de resolver o problema da fome, da desnutrição ou as questões ambientais. As

inovações tecnológicas não se tornaram disponíveis aos agricultores pequenos ou pobres em recursos em termos favoráveis, nem se adequaram às suas condições agroecológicas e socioeconômicas (Chambers e Ghildyal, 1985).

Recentemente, a discussão sobre o desenvolvimento sustentável ganhou rápido impulso em resposta ao declínio na qualidade da vida rural, bem como à degradação da base de recursos naturais associada à agricultura moderna. O conceito de sustentabilidade é controverso e quase sempre maldefinido; apesar disso, é útil, pois reconhece que a agricultura é afetada pela evolução dos sistemas socioeconômicos e naturais, isto é, o desenvolvimento agrícola resulta da complexa interação de muitos fatores. A produção agrícola deixou de ser uma questão puramente técnica, passando a ser vista como um processo condicionado por dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas (Conway e Barbier, 1990).

Há um interesse geral em reintegrar uma racionalidade ecológica à produção agrícola, e em fazer ajustes mais abrangentes na agricultura convencional, para torná-la ambiental, social e economicamente viável e compatível. Muitos avanços tecnológicos inovadores estão sendo introduzidos, mas há, ainda, muito destaque para os aspectos tecnológicos. O foco é a substituição de insumos, ou seja, substituir agroquímicos caros e degradadores do meio ambiente e tecnologias intensivas em insumos por tecnologias brandas, de baixo uso de insumos externos. Este enfoque não atinge, no entanto, as causas ecológicas dos problemas ambientais na agricultura moderna, profundamente enraizadas na estrutura de monocultura predominante em sistemas de produção de larga escala.

A estreita visão dominante argumenta que causas específicas afetam a produtividade, e que o fator limitante, qualquer que seja, pode ser superado com tecnologias alternativas. Essa visão não reconhece e desvia a atenção do fato de que os fatores limi-

tantes são somente os sintomas de um distúrbio mais sistêmico, inerente aos desequilíbrios dentro do agroecossistema.

Os enfoques que percebem o problema da sustentabilidade somente como um desafio tecnológico da produção não conseguem chegar às razões fundamentais da não-sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Novos agroecossistemas sustentáveis não podem ser implementados sem uma mudança nos determinantes socioeconômicos que governam o que é produzido, como é produzido e para quem é produzido. Para serem eficazes, as estratégias de desenvolvimento devem incorporar não somente dimensões tecnológicas, mas também questões sociais e econômicas. Somente políticas e ações baseadas em tal estratégia podem fazer frente aos fatores estruturais e socioeconômicos que determinam a crise agrícola-ambiental e a miséria rural que ainda existem no mundo em desenvolvimento.

Só uma compreensão mais profunda da ecologia humana dos sistemas agrícolas pode levar a medidas coerentes com uma agricultura realmente sustentável. Assim, a emergência da agroecologia como uma nova e dinâmica ciência representa um enorme salto na direção certa. A agroecologia fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas tanto produtivos quanto preservadores dos recursos naturais, e que sejam culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis (Altieri, 1987).



## AGROECOLOGIA: OBJETIVOS E CONCEITOS

A agroecologia fornece uma estrutura metodológica de trabalho para a compreensão mais profunda tanto da natureza dos agroecossistemas como dos princípios segundo os quais eles funcionam. Trata-se de uma nova abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. Ela utiliza os agroecossistemas como unidade de estudo, ultrapassando a visão unidimensional – genética, agronomia, edafologia – incluindo dimensões ecológicas, sociais e culturais. Uma abordagem agroecológica incentiva os pesquisadores a penetrar no conhecimento e nas técnicas dos agricultores e a desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos. O objetivo é trabalhar com e alimentar sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (Altieri, 1987).

A produção sustentável em um agroecossistema deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes. O agroecossistema é produtivo e saudável quando essas condições de crescimento ricas e equilibra-

das prevalecem, e quando as plantas permanecem resilientes de modo a tolerar estresses e adversidades. Às vezes, as perturbações podem ser superadas por agroecossistemas vigorosos, que sejam adaptáveis e diversificados o suficiente para se recuperarem passado o período de estresse. Ocasionalmente, os agricultores que empregam métodos alternativos podem ter de aplicar medidas mais drásticas (isto é, inseticidas botânicos, fertilizantes alternativos) para controlar pragas específicas ou deficiências do solo. A agroecologia engloba orientações de como fazer isso, cuidadosamente, sem provocar danos desnecessários ou irreparáveis. Além da luta contra as pragas, doenças ou problemas do solo, o agroecologista procura restaurar a resiliência e a força do agroecossistema. Se a causa da doença, das pragas, da degradação do solo, por exemplo, for entendida como desequilíbrio, então o objetivo do tratamento agroecológico é restabelecê-lo. O tratamento e a recuperação são orientados por um conjunto de princípios específicos e diretrizes tecnológicas (Quadro 1).

Na agroecologia, a preservação e ampliação da biodiversidade dos agroecossistemas é o primeiro princípio utilizado para produzir auto-regulação e sustentabilidade (Altieri, Anderson e Merrick, 1987). Quando a biodiversidade é restituída aos agroecossistemas, numerosas e complexas interações passam a estabelecer-se entre o solo, as plantas e os animais. O aproveitamento de interações e sinergismos complementares pode resultar em efeitos benéficos, pois:

- cria uma cobertura vegetal contínua para a proteção do solo;
- assegura constante produção de alimentos, variedade na dieta alimentar e produção de alimentos e outros produtos para o mercado;
- fecha os ciclos de nutrientes e garante o uso eficaz dos recursos locais;
- contribui para a conservação do solo e dos recursos hídricos através da cobertura morta e da proteção contra o vento;

## Quadro 1

### *Elementos técnicos básicos de uma estratégia agroecológica*

---

#### *I. Conservação e Regeneração dos Recursos Naturais*

- a. Solo (controle da erosão, fertilidade e saúde das plantas)
- b. Água (captação/coleta, conservação *in situ*, manejo e irrigação)
- c. Germoplasma (espécies nativas de plantas e animais, espécies locais, germoplasma adaptado)
- d. Fauna e flora benéficas (inimigos naturais, polinizadores, vegetação de múltiplo uso)

#### *II. Manejo dos Recursos Produtivos*

- a. Diversificação:
  - temporal (isto é, rotações, seqüências)
  - espacial (policultivos, agroflorestas, sistemas mistos de plantio/criação de animais)
  - genética (multilinhas)
  - regional (isto é, zoneamento, bacias hidrográficas)
- b. Reciclagem dos nutrientes e matéria orgânica:
  - biomassa de plantas (adubo verde, resíduos das colheitas, fixação de nitrogênio)
  - biomassa animal (esterco, urina, etc.)
  - reutilização de nutrientes e recursos internos e externos à propriedade
- c. Regulação biótica (proteção de cultivos e saúde animal):
  - controle biológico natural (aumento dos agentes de controle natural)
  - controle biológico artificial (importação e aumento de inimigos naturais, inseticidas botânicos, produtos veterinários alternativos, etc.)

#### *III. Implementação de Elementos Técnicos*

- a. Definição de técnicas de regeneração, conservação e manejo de recursos adequados às necessidades locais e ao contexto agroecológico e socioeconômico.
  - b. O nível de implementação pode ser o da microrregião, bacia hidrográfica, unidade produtiva ou sistema de cultivo.
  - c. A implementação é orientada por uma concepção holística (integrada) e, portanto, não sobrevaloriza elementos isolados.
  - d. A estratégia deve estar de acordo com a racionalidade camponesa, incorporando elementos do manejo tradicional de recursos.
-

- intensifica o controle biológico de pragas fornecendo um habitat para os inimigos naturais;
- aumenta a capacidade de múltiplo uso do território;
- assegura uma produção sustentável das culturas sem o uso de insumos químicos que possam degradar o ambiente (Altieri, Letourneau e Davis, 1983).

Porém, restaurar a saúde ecológica não é o único objetivo da agroecologia. De fato, a sustentabilidade não é possível sem a preservação da diversidade cultural que nutre as agriculturas locais. O estudo da etnociência (o sistema de conhecimento de um grupo étnico local e naturalmente originado) tem revelado que o conhecimento das pessoas do local sobre o ambiente, a vegetação, os animais e solos pode ser bastante detalhado. O conhecimento camponês sobre os ecossistemas geralmente resulta em estratégias produtivas multidimensionais de uso da terra, que criam, dentro de certos limites ecológicos e técnicos, a auto-suficiência alimentar das comunidades em determinadas regiões (Toledo et al., 1985). Para os agroecologistas, vários aspectos dos sistemas tradicionais de conhecimento são particularmente relevantes, incluindo aí o conhecimento de práticas agrícolas e do ambiente físico, os sistemas taxonômicos populares e o emprego de tecnologias de baixo uso de insumos. Muitos cientistas nos países desenvolvidos estão começando a mostrar interesse pela agricultura tradicional em seus mais diferentes aspectos: capacidade de tolerar riscos, eficiência produtiva de misturas simbióticas de cultivos, reciclagem de materiais, utilização dos recursos e germoplasmas locais, habilidade em explorar toda uma gama de microambientes. É possível obter, através do estudo da agricultura tradicional, informações importantes que podem ser utilizadas no desenvolvimento de estratégias agrícolas apropriadas, adequadas às necessidades, preferências e base de recursos de grupos específicos de agricultores e agroecossistemas regionais (Altieri, 1983). Entretanto, tal transferência de

conhecimentos deve ocorrer rapidamente, ou essa riqueza de práticas se perderá para sempre.

A produção estável somente pode acontecer no contexto de uma organização social que proteja a integridade dos recursos naturais e estimule a interação harmônica entre os seres humanos, o agroecossistema e o ambiente. A agroecologia fornece as ferramentas metodológicas necessárias para que a participação da comunidade venha a se tornar a força geradora dos objetivos e atividades dos projetos de desenvolvimento. O objetivo é que os camponeses se tornem os arquitetos e atores de seu próprio desenvolvimento (Chambers, 1983).



# A AGROECOLOGIA

## DOS AGROECOSSISTEMAS TRADICIONAIS

Os sistemas agrícolas tradicionais surgiram no decorrer de séculos de evolução biológica e cultural. Eles representam as experiências acumuladas de agricultores interagindo com o meio ambiente sem acesso a insumos externos, capital ou conhecimento científico (Brokenshaw, Warren e Werner, 1979). Utilizando a autoconfiança criativa, o conhecimento empírico e os recursos locais disponíveis, os agricultores tradicionais freqüentemente desenvolveram sistemas agrícolas com produtividades sustentáveis (Harwood, 1979). Uma característica notável desses sistemas é o grau de diversidade das plantas, geralmente na forma de policultivos e/ou padrões agroflorestais (Clawson, 1985). Essa estratégia de minimizar o risco através do cultivo de várias espécies e variedades de plantas estabiliza a produtividade a longo prazo, promove a diversidade do regime alimentar e maximiza os retornos com baixos níveis de tecnologia e recursos limitados (Richards, 1985).

Os sistemas de cultivo tradicionais fornecem 20% da oferta de alimentos do mundo (Francis, 1986). Os policultivos constituem no mínimo 80% da área cultivada da África Ocidental e boa parte da produção de alimentos básicos nos trópicos latino-americanos. Os agroecossistemas tropicais, compostos de parcelas produtivas e em pousio, hortas domésticas complexas

e lotes agroflorestais, geralmente contêm mais de 100 espécies por campo de cultivo proporcionando materiais de construção, lenha, ferramentas, medicamentos, alimentos para o gado e para o consumo humano. Hortas no México, Indonésia e Amazonas exibem formas altamente eficientes de uso do solo, incorporando cultivos variados com distintos hábitos de crescimento (Alcorn, 1984). O resultado é uma estrutura semelhante à das florestas tropicais, com diversas espécies e uma configuração estratificada (Denevan et al., 1984). Pequenas áreas ao redor das casas dos agricultores geralmente abrigam 80 a 125 espécies de plantas úteis, muitas delas para alimentação e uso medicinal.

Muitos agroecossistemas tradicionais encontram-se em centros de diversidade genética, contendo, portanto, populações de plantas cultivadas locais, variadas e adaptadas, bem como de parentes selvagens e silvestres destas diferentes culturas. (Harlan, 1976). Estes agroecossistemas constituem-se essencialmente em repositórios *in situ* de diversidade genética. Há muitas descrições de sistemas em que os agricultores dos trópicos plantam múltiplas variedades de cada cultura, criando diversidade intra e interespecífica, aumentando assim a segurança da colheita. Por exemplo, nos Andes, os agricultores cultivam cerca de 50 variedades de batata em seus campos de cultivo (Brush, 1982). Da mesma forma, na Tailândia e na Indonésia, os agricultores cultivam muitas variedades de arroz em suas lavouras, variedades essas adaptadas a uma ampla gama de condições ambientais. Regularmente, trocam sementes com os vizinhos (Grigg, 1974). A diversidade genética resultante aumenta a resistência às doenças que atacam espécies particulares de plantas, possibilita aos agricultores explorar diferentes microclimas, atender suas necessidades nutricionais e obter, ainda, outros benefícios através de sua utilização.

Os agricultores tradicionais preservam a biodiversidade não somente nas áreas cultivadas, mas também naquelas sem cultivos. Muitos camponeses mantêm áreas cobertas por florestas, lagos,

pastagens, arroios e pântanos, no interior ou em áreas adjacentes aos seus campos de cultivos, suprindo-se, assim, de produtos úteis, como alimentos, materiais de construção, medicamentos, fertilizantes orgânicos, combustíveis e artigos religiosos. Em condições úmidas e tropicais, a coleta de recursos originários de florestas primárias e secundárias pode ser bastante importante. Na região de Uxpanapa, em Veracruz, México, os agricultores utilizam cerca de 435 espécies selvagens de plantas e animais, das quais 229 são consumidas. Em muitas áreas semi-áridas, a coleta possibilita aos camponeses e aos grupos indígenas manter seus padrões nutricionais mesmo em tempos de seca (Toledo et al., 1985).

Embora os agroecossistemas tradicionais variem com as circunstâncias geográficas e históricas, muitas características estruturais e funcionais são compartilhadas pelos diferentes sistemas, pois eles:

- contêm um grande número de espécies;
- exploram toda uma gama de microambientes com características distintas, tais como solo, água, temperatura, altitude, declividade ou fertilidade, seja em um único campo de cultivo, seja em uma região;
- mantêm os ciclos de materiais e resíduos através de práticas eficientes de reciclagem;
- têm como suporte interdependências biológicas complexas, resultando em um certo grau de supressão biológica de pragas;
- utilizam baixos níveis de insumos tecnológicos, mobilizando recursos locais baseados na energia humana e animal;
- fazem uso de variedades locais e espécies silvestres de plantas e animais;
- produzem para consumo local.

## *Os serviços ecológicos da biodiversidade nos agroecossistemas tradicionais*

Nos agroecossistemas tradicionais, a predominância de sistemas de cultivo complexos e diversificados é de suma importância para os camponeses, na medida em que as interações entre plantas cultivadas, animais e árvores resultam em sinergismos benéficos que permitem aos agroecossistemas promover sua própria fertilidade de solo, controle de pragas e produtividade (Altieri, 1987; Harwood, 1979; e Richards, 1985).

Através do plantio intercalado, os agricultores beneficiam-se da capacidade dos sistemas de cultivo de reutilizar seus próprios estoques de nutriente. A tendência de algumas culturas de exaurir o solo é contrabalançada através do cultivo intercalado de outras espécies que enriquecem o solo com matéria orgânica. O nitrogênio do solo, por exemplo, pode ser incrementado com a incorporação de leguminosas à mistura de cultivos, e a assimilação de fósforo pode ser intensificada com o plantio de espécies que estimulem as associações com micorrizas (Vandermeer, 1989).

A estrutura complexa dos agroecossistemas tradicionais diminui as perdas por ação de pragas, através de uma variedade de mecanismos biológicos. O consorciamento de distintas espécies ajuda a criar habitats para os inimigos naturais das pragas, bem como hospedeiros alternativos para as mesmas. Um cultivo pode ser utilizado como hospedeiro diversivo, protegendo de riscos outros cultivos mais suscetíveis ou mais valorizados economicamente. A grande diversidade de espécies desenvolvendo-se simultaneamente em policultivos, ajuda na prevenção de pragas evitando sua proliferação entre indivíduos da mesma espécie, que ali se encontram relativamente isolados uns dos outros. Onde uma agricultura itinerante é praticada, a abertura de pequenos lotes em áreas cobertas por vegetação de floresta secundária permite também uma fácil migração de predadores naturais das pragas oriundos das florestas adjacentes (Altieri, 1991).

O rendimento total por hectare é, com frequência, mais alto em policultivos do que em monocultivos, mesmo quando a produção de cada um dos componentes individuais é reduzida. Essa vantagem é geralmente expressa como Índice Equivalente de Terra (IET), que expressa a área de monocultivo necessária para produzir a mesma quantidade que um hectare de policultivo, utilizando-se a mesma população de plantas. Se o IET é maior que 1, o policultivo resultará em maior produtividade (Francis, 1986).

Uma estratégia importante para minimizar as perdas em caso de ataques de doenças e nematóides é o aumento de espécies e/ou de diversidade genética dos sistemas de cultivo, utilizando-se, simultaneamente, vários focos de resistência. A mistura de diferentes espécies de plantas ou variedades pode retardar o surto de doenças, reduzir a disseminação de esporos infectados e modificar as condições ambientais, tais como umidade, luminosidade, temperatura e deslocamento de ar, tornando-as menos favoráveis à difusão de certas doenças.

Muitos sistemas de consorciamento previnem a concorrência por parte das ervas adventícias, principalmente porque as grandes áreas de cobertura das folhas de seus complexos dosséis, evitam que a luminosidade atinja espécies de ervas sensíveis. Em geral, o ponto a partir do qual as ervas adventícias começam a representar um problema depende dos tipos de culturas e da proporção das diferentes espécies cultivadas, sua densidade, onde são plantadas, fertilidade do solo e práticas de manejo. A eliminação das ervas adventícias pode ser feita nos cultivos consorciados acrescentando-se espécies que inibam sua germinação ou desenvolvimento através da alelopatia. Cultivos como centeio, cevada, trigo, tabaco e aveia liberam substâncias tóxicas no ambiente, ou através de suas raízes ou da decomposição vegetal. Essas toxinas inibem a germinação e desenvolvimento de algumas espécies de ervas, como a mostardeira selvagem (*Brassica spp.*) e a papoula.

Os camponeses que trabalham com sistemas de produção

tradicionais têm conhecimento e compreensão sofisticados sobre a biodiversidade agrícola que manuseiam. É por essa razão que os agroecologistas opõem-se àquelas abordagens que separam o estudo da biodiversidade agrícola do estudo das culturas que as alimenta.

### *A natureza complexa do conhecimento etnoecológico dos agricultores*

A etnoecologia é o estudo e descrição de sistemas de conhecimento de grupos étnicos rurais indígenas sobre o mundo natural (Alcorn, 1984). Esse conhecimento tem muitas dimensões, incluindo lingüística, botânica, zoologia, artesanato e agricultura, e deriva da interação direta entre os seres humanos e o meio ambiente. Os povos indígenas extraem as informações mais adaptáveis e úteis do meio através de sistemas especiais de conhecimento e percepção. Desse modo, preservam e repassam informações de geração a geração por meios orais ou empíricos (Chambers, 1983). Seu conhecimento sobre solos, climas, vegetação, animais e ecossistemas geralmente resulta em estratégias produtivas multidimensionais (isto é, múltiplos ecossistemas com múltiplas espécies), e essas estratégias proporcionam, dentro de certos limites ecológicos e técnicos, a auto-suficiência alimentar dos agricultores em uma determinada região (Toledo et al., 1985).

Para os agroecologistas, quatro aspectos desses sistemas tradicionais de conhecimento são relevantes (Altieri, 1987):

*Conhecimento sobre o meio ambiente.* O conhecimento indígena sobre o meio ambiente físico é, com freqüência, detalhado. Muitos agricultores desenvolveram calendários tradicionais para controlar a programação das atividades agrícolas. Podem semear de acordo com a fase da lua, acreditando que há fases lunares de precipitação. Muitos também enfrentam a sazona-

lidade climática utilizando indicadores de clima baseados na fenologia (ou seja, início da floração) da vegetação local. Tipos de solo, graus de fertilidade e categorias de uso da terra são também discriminados em detalhe por esses agricultores. Os solos são identificados pela cor, textura e até pelo sabor. Os agricultores itinerantes geralmente classificam seus solos baseados na vegetação superficial. Em geral, a classificação de solo pelos camponeses depende da natureza de sua relação com a terra (Williams e Ortiz Solorio, 1981). Os sistemas asteca de classificação eram muito complexos, identificando mais de 24 tipos de solo pela origem, cor, textura, cheiro, consistência e componentes orgânicos. Esses solos também eram classificados de acordo com o potencial agrícola e utilizados tanto nas avaliações territoriais quanto no censo rural. Os camponeses andinos em Coporaque, Peru, identificam quatro principais tipos de solos. Cada um tem características específicas que definem o sistema de cultivo mais adequado (Brush, 1982).

*Taxonomias biológicas populares.* Foram registrados muitos sistemas complexos utilizados pelos indígenas para agrupar plantas e animais (Berlin et al., 1973). Geralmente, o nome tradicional de uma planta ou animal revela o status taxonômico daquele indivíduo. Pesquisadores descobriram que, em geral, há uma forte correlação entre as taxonomias popular e científica.

A classificação de animais, especialmente insetos e pássaros, está difundida entre os agricultores e os grupos indígenas. Os insetos e artrópodos têm um papel relevante como pragas, causas de doenças, alimento e medicamentos, sendo importantes na mitologia e no folclore. Em muitas regiões, as pragas na agricultura são toleradas, pois também constituem produtos agrícolas, isto é, os agricultores tradicionais podem consumir plantas e animais que, em outras situações, seriam considerados pragas (Brokenshaw et al., 1980).

As taxonomias etnobotânicas são as taxonomias tradicionais

mais comumente registradas. O conhecimento etnobotânico de certos *campesinos* no México é tão elaborado que os maias do Tzetal, P'urepecha e Yucatan conseguem identificar mais de 1.200, 900 e 500 espécies de plantas, respectivamente (Toledo et al., 1985). De modo semelhante, mulheres aborígenes !ko, na Botswana, identificaram 206 das 211 plantas coletadas pelos pesquisadores (Chambers, 1983), e os plantadores *swidden* Hanunu, nas Filipinas, mais de 1.600 espécies de plantas (Grigg, 1974).

*A natureza experimental do conhecimento tradicional.* A vantagem do conhecimento popular rural é que ele é baseado não apenas em observações precisas mas, também, em conhecimento experimental. Esta abordagem experimental é bastante evidente na seleção de variedades de sementes para ambientes específicos, mas também é implícita, na testagem de novos métodos de cultivo, visando a superação de limites biológicos ou socioeconômicos particulares. De fato, os agricultores geralmente atingem uma riqueza de observação e uma acuidade de descrições acessíveis aos cientistas ocidentais somente através de um longo e detalhado processo de mensuração e quantificação (Chambers, 1983).

Só recentemente os pesquisadores começaram a descrever e registrar parte desse conhecimento. As evidências sugerem que as descrições mais precisas derivam de comunidades cujos ambientes são de grande diversidade física e biológica, e de comunidades que vivem nos limites de sobrevivência (Chambers, 1983). Além disso, os membros mais antigos das comunidades possuem um conhecimento mais abrangente e detalhado do que os mais jovens (Klee, 1980).

*Conhecimento das práticas agrícolas.* A maioria dos pequenos agricultores emprega práticas destinadas a otimizar a produtividade a longo prazo, em vez de maximizá-la a curto prazo (Gliessman et al., 1981). Os insumos são, no geral, originários de áreas adjacentes e o trabalho agrícola é desempenhado por homens e animais. Ao trabalhar com esses limites espaciais e energéticos,

os pequenos agricultores aprenderam a reconhecer e utilizar os recursos disponíveis no local (Wilken, 1987).

Ao confrontarem-se com problemas específicos, como declives, inundações, secas, pragas, doenças e baixa fertilidade do solo, os pequenos agricultores, em todo o mundo, desenvolveram sistemas peculiares de trabalho para superá-los (Quadro 2). Eles atendem às exigências ambientais de seu sistema de produção de alimentos concentrando-se em uns poucos processos e princípios (Knight, 1980), descritos a seguir.

*Diversidade e continuidade espacial e temporal.* Cultivos mistos garantem constante produção de alimentos e cobertura vegetal para proteção do solo, assegurando uma oferta regular e variada e, em conseqüência, uma dieta alimentar nutritiva e diversificada. A extensão do período de colheita reduz a necessidade de armazenamento, prática quase sempre arriscada em climas úmidos, mantendo também as relações bióticas (complexos predador/presa, bactérias fixadoras de nitrogênio) que podem beneficiar o agricultor.

*Otimização do uso de espaço e recursos.* A combinação de plantas com diferentes hábitos de crescimento, copadas e estruturas de raízes, possibilita o melhor uso dos recursos ambientais, como nutrientes, água e radiação solar. Cultivos mistos maximizam o uso de um ambiente específico. Em sistemas agroflorestais complexos, os cultivos podem crescer sob as copas das árvores, caso exista penetração suficiente de luz.

*Reciclagem de nutrientes.* Os pequenos agricultores asseguram a fertilidade do solo mantendo fechados os ciclos de nutrientes, energia, água e resíduos. Assim, muitos enriquecem o solo coletando nutrientes (como esterco e liteira) externamente às suas unidades de produção agrícola, adotando sistemas de rotação ou pousio, ou incluindo leguminosas em seus padrões de consorciamento ou intercalamento de cultivos.

*Conservação da água.* Onde a agricultura é dependente da

## Quadro 2

*Alguns exemplos de sistemas de administração do solo, espaço, água e vegetação utilizados por agricultores tradicionais no mundo (de acordo com Klee, 1980)*

<i>Obstáculos ambientais</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Prática recomendada</i>
Espaço limitado	Maximizar o uso de recursos e terra do ambiente.	Cultivo intercalado, agroflorestamento, cultivo em diferentes extratos, hortas caseiras, zoneamento agrícola por altitude, subdivisão da propriedade, rotação.
Encostas declivosas	Controlar a erosão e conservar os recursos hídricos.	Construção de terraços, cultivo em curvas de nível, barreiras vivas ou artificiais, cobertura morta, nivelamento, cultivo contínuo e de pousio, taipas de pedra.
Fertilidade dos solos marginais	Manter a fertilidade do solo e reciclar a matéria orgânica.	Pousios naturais ou melhorados, rotações de cultura e plantio consorciado com leguminosas, coleta de resíduos, compostagem, esterco, adubação verde, pastagem de animais em áreas de pousio, solos de latrina e restos domésticos, restos de capina, solos de formigueiros como fonte de fertilizantes, uso de depósitos de aluvião, uso de aguapés, plantio de leguminosas em aléias, folhas, galhos e outros entulhos arrancados, vegetação queimada, etc.
Enchente ou água em excesso	Integrar a agricultura com a oferta de água.	Agricultura de campos elevados (chinampas, tablones), campos com drenos, diques, etc.
Excesso de água	Disponibilidade de água por canal ou diretamente.	Controle de fluxo de água através de canais e represas feitas de pequenas valas. Áreas cavadas até o nível da água. Irrigação por borrição. Irrigação de canais através de lagos formados pelo lençol freático, poços, lagoas e reservatórios.
Pluviosidade instável	Melhor utilização da umidade disponível.	Uso de espécies e variedades tolerantes à seca, cobertura morta, indicadores de clima, plantio misto no final da estação de chuvas, cultivos com curtos períodos de crescimento.
Temperatura ou radiação solar extremas	Melhorar o microclima.	Redução ou aumento de sombra, espaçamento de plantas, poda, cultivos tolerantes à sombra, aumento de densidade das plantas, cobertura morta, controle do vento com o uso de cercas vivas, cercas, linhas de árvores, capina e aração superficiais, cultivo mínimo, consórcios; agroflorestamento, plantio em aléias, etc.
Incidência de pragas (invertebradas, vertebradas)	Proteger as plantações, minimizar as populações de pragas.	Plantio abundante para permitir um certo risco de ocorrência de pragas, observação dos cultivos, cercas vivas ou cercados, uso de variedades resistentes, plantio misto, aumento dos inimigos naturais, caça, coleta, uso de venenos, repelentes, plantio em épocas de menor ataque de pragas.

água das chuvas, a pluviosidade é o principal determinante do tipo de rotação utilizado pelo agricultor. Em áreas de pouca umidade, dá-se preferência às plantas tolerantes à seca (como cajanus,<sup>6</sup> batata-doce, mandioca, painço e sorgo), e práticas de manejo que buscam manter o solo coberto (como o uso da cobertura morta) para evitar a evaporação e o escoamento de água. Onde a precipitação é superior a 1.500 mm/ano, a maioria dos sistemas de cultivo é baseada no arroz. Sob constantes cheias, em vez de investirem em sistemas dispendiosos de drenagem, os agricultores desenvolvem sistemas integrados de agricultura/aquacultura, como as chinampas do México Central (Wilken, 1987).

*Controle de sucessão e proteção de cultivos.* Os agricultores desenvolveram uma gama de estratégias para enfrentar a competição com organismos indesejáveis. Cultivos mistos evitam ataques catastróficos de insetos e pragas e as coberturas podem efetivamente suprimir o crescimento de ervas adventícias e diminuir a necessidade de controlá-las; além disso, as práticas culturais como a cobertura morta, mudanças nos períodos de plantio e na densidade, uso de variedades resistentes e de inseticidas botânicos e/ou repelentes podem diminuir a interferência das pragas (Thurston, 1992).

---

<sup>6</sup> Feijão guandu (N. do T.).



# PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO RURAL BASEADOS NA AGROECOLOGIA

A urgente necessidade de combater a miséria rural e regenerar a base de recursos das pequenas propriedades tem estimulado diversas Organizações Não-Governamentais (ONGs), nos países em desenvolvimento, a buscar ativamente novas estratégias de desenvolvimento e manejo de recursos na agricultura. O trabalho das ONGs está inspirado na crença de que a pesquisa e o desenvolvimento agrícola devem operar baseados em uma abordagem “de baixo para cima”, utilizando os recursos já disponíveis: a população local, suas necessidades e aspirações, seu conhecimento agrícola e recursos naturais autóctones. Acredita-se que as estratégias baseadas na participação, capacidades e recursos locais aumentam a produtividade enquanto conservam a base dos recursos. O conhecimento local dos agricultores sobre o ambiente, plantas, solos e processos ecológicos possui uma grande importância nesse novo paradigma agroecológico (Altieri e Yurievich, 1991).

Algumas ONGs envolvidas em programas de desenvolvimento rural (PDR) demonstraram uma capacidade única de compreender a natureza específica e diferenciada da pequena produção, promovendo experiências bem-sucedidas na geração e transferência de tecnologias camponesas. Um elemento-chave tem sido o desenvolvimento de novos métodos agrícolas baseados em princípios agroecológicos, que se assemelham ao processo de produção cam-

ponês. Essa abordagem distingue-se daquela da Revolução Verde não apenas tecnicamente, ao reforçar o emprego de tecnologias de baixo uso de insumos, mas também por critérios socioeconômicos, no que tange às culturas afetadas, beneficiários, necessidades de pesquisa e participação local (Quadro 3).

A abordagem agroecológica é também mais sensível às complexidades dos sistemas agrícolas locais. Nela, os critérios de desempenho incluem não só uma produção crescente, mas também propriedades como sustentabilidade, segurança alimentar, estabilidade biológica, conservação de recursos e equidade. Um problema da Revolução Verde nas regiões agrícolas heterogêneas, é que ela concentrou seus esforços nos agricultores mais bem providos de recursos, no topo do gradiente, esperando que os “agricultores progressistas ou avançados” servissem como exemplo a outros, em um processo difusionista de transferência de tecnologias (Figura 1). Os agroecologistas, ao contrário, enfatizam que, para o desenvolvimento ser realmente de baixo para cima, deve começar com

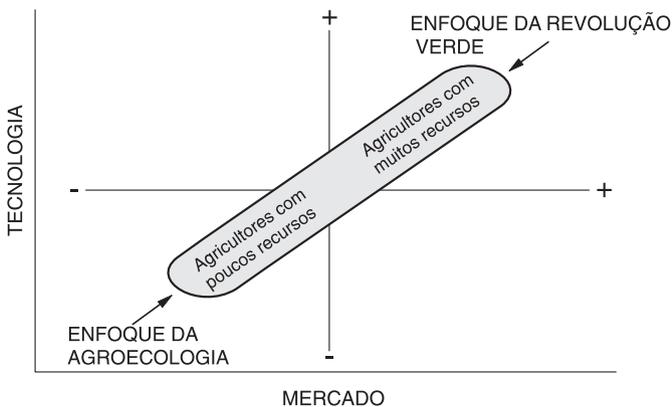


Figura 1

*Agricultores em relação à tecnologia e aos mercados.*

Nota: o enfoque da agroecologia é nos agricultores com poucos recursos, isto é, aqueles que têm o menor acesso aos insumos tecnológicos e poucas relações com o mercado. A agroecologia vê esses agricultores como o ponto de partida para uma estratégia de desenvolvimento rural sustentável.

### Quadro 3

#### Comparação entre as tecnologias da Revolução Verde e da agroecologia

<i>Características</i>	<i>Revolução Verde</i>	<i>Agroecologia</i>
<i>Técnicas:</i>		
Cultivos afetados	Trigo, milho, arroz, etc.	Todos os cultivos.
Áreas afetadas	Na sua maioria, áreas planas e irrigáveis.	Todas as áreas, especialmente as marginais (dependentes da chuva, encostas declivosas).
Sistema de cultivo dominante	Monocultivos geneticamente uniformes.	Policultivos geneticamente heterogêneos.
Insumos predominantes	Agroquímicos, maquinário; alta dependência de insumos externos e combustível fóssil.	Fixação de nitrogênio, controle biológico de pragas, corretivos orgânicos, grande dependência nos recursos locais renováveis.
<i>Ambientais:</i>		
Impactos e riscos à saúde	Médios a altos (poluição química, erosão, salinização, resistência a agrotóxicos, etc.). Riscos à saúde na aplicação dos agrotóxicos e nos seus resíduos no alimento.	Nenhum.
Cultivos deslocados	Na maioria, variedades tradicionais e raças locais.	Nenhum.
<i>Econômicas:</i>		
Custos das pesquisas	Relativamente altos.	Relativamente baixos.
Necessidades financeiras	Altas. Todos os insumos devem ser adquiridos no mercado.	Baixas. A maioria dos insumos está disponível no local.
Retorno financeiro	Alto. Resultados rápidos. Alta produtividade da mão-de-obra.	Médio. Precisa de um determinado período para obter resultados mais significativos. Baixa a média produtividade da mão-de-obra.
<i>Institucionais:</i>		
Desenvolvimento tecnológico	Setor semipúblico, empresas privadas.	Na maioria, públicas; grande envolvimento de ONGs.
<i>Socioculturais:</i>		
Capacitações necessárias à pesquisa	Cultivo convencional e outras disciplinas de ciências agrícolas.	Ecologia e especializações multidisciplinares.

continua...

...continuação

<i>Características</i>	<i>Revolução Verde</i>	<i>Agroecologia</i>
Participação	Baixa (na maioria, métodos de cima para baixo). Utilizados para determinar os obstáculos à adoção das tecnologias.	Alta. Socialmente ativadora, induz ao envolvimento da comunidade.
Integração cultural	Muito baixa.	Alta. Uso extensivo de conhecimento tradicional e formas locais de organização.

aqueles pequenos agricultores da parte inferior do gradiente. Assim, a abordagem agroecológica provou ser culturalmente compatível, na medida em que se constrói com base no conhecimento agrícola tradicional, combinando-o com elementos da moderna ciência agrícola (Altieri e Hecht, 1989).

As técnicas resultantes também são ecologicamente corretas, pois não modificam ou transformam radicalmente o ecossistema camponês, mas, sim, identificam elementos tradicionais e/ou novos de manejo que, uma vez incorporados, otimizam a unidade de produção. A ênfase nos recursos locais disponíveis diminui os custos de produção, viabilizando economicamente as tecnologias agroecológicas. Além disso, os formatos produtivos e técnicas agroecológicas, por definição, conduzem a níveis maiores de participação.

Em termos práticos, a aplicação de princípios agroecológicos aos programas de desenvolvimento rural tem se traduzido em uma diversidade de programas de pesquisa e demonstração e sistemas alternativos de produção. Esses programas possuem uma série de objetivos (Altieri, 1992):

a) melhorar a produção de alimentos básicos ao nível das unidades produtivas, fortalecendo e enriquecendo a dieta alimentar das famílias. Isto tem envolvido a valorização de produtos tradicionais (caruru, quinoa, tremoços, etc.) e a conservação de germoplasma de variedades cultivadas locais;

b) resgatar e reavaliar o conhecimento e as tecnologias camponesas;

c) promover o uso eficiente dos recursos locais (isto é, terra, mão-de-obra, subprodutos agrícolas, etc.);

d) aumentar a diversidade vegetal e animal de modo a diminuir os riscos;

e) melhorar a base de recursos naturais através da conservação e regeneração da água e do solo, enfatizando o controle da erosão, a captação de água, o reflorestamento, etc.;

f) reduzir o uso de insumos externos, diminuindo a dependência e sustentando, ao mesmo tempo, os níveis de produtividade, através de tecnologias apropriadas, da experimentação e implementação da agricultura orgânica e outras técnicas de baixo uso de insumos;

g) garantir que os sistemas alternativos resultem em um fortalecimento não só das famílias, mas de toda a comunidade. Assim, as intervenções e processos tecnológicos são complementados por programas de educação que preservam e reforçam a racionalidade camponesa, auxiliando, simultaneamente, na transição para novas tecnologias, relações com o mercado e organização social.

### *Exemplos de programas agroecológicos promovidos pelas ONGs*

Exemplos de programas promovidos por ONGs, utilizando abordagens agroecológicas, podem ser encontrados em diferentes partes do mundo.

*Cultivo em aléias na África.* Na África tropical úmida, as áreas com períodos de pousio crescentemente reduzidos, vem apresentando um rápido declínio de sua fertilidade e do rendimento das colheitas. Essas regiões necessitam sistemas de cultivo intensivo, como o cultivo em aléias, e um sistema melhorado de pousio, no qual arbustos ou árvores leguminosas são plantados em associa-

ção com espécies alimentícias, visando acelerar a regeneração dos nutrientes do solo, e diminuindo, portanto, o tempo de pousio. Nesse método de cultivo em aléias, as árvores e arbustos fornecem adubo verde para os cultivos associados, e os materiais de poda são utilizados como cobertura e sombra durante o pousio, visando diminuir as ervas adventícias. Os materiais de poda servem também como alimento para animais, como estacas e lenha (Kang et al., 1984). Logo, o plantio em aléias é um sistema de múltiplo uso.

Nele, os cultivos crescem em aléias (com dois a quatro metros de largura) formadas por árvores e arbustos. Experimentos na África, em que a leucena (*Leucaena leucocephala*) foi intercalada com milho, mostraram um aumento significativo na produção das culturas. O nitrogênio foliar das ramas podadas da leucena, distribuídas na superfície ou incorporadas ao solo, contribuiu para um aumento significativo de 23% na produtividade do milho, quando comparada com a parcela-testemunha.

As avaliações dos sistemas de cultivo em aléias mostram que, para estabilizar os sistemas de agricultura itinerante, é necessário proporcionar um período eficaz de descanso ou pousio, acompanhado de uma série de melhorias durante a época de cultivo, de forma a diminuir a erosão e manter a fertilidade do solo. Estabilizar sistemas de agricultura itinerante em um nível capaz de sustentar níveis de produtividade, suprir as necessidades da população local e permitir um período adequado de pousio, traz benefícios tanto ecológicos quanto sociais. Diminuindo a erosão do solo, a perda de fertilidade e a invasão de ervas adventícias, a população tem mais chances de permanecer na mesma área.

Em áreas que foram densamente cultivadas com *L. leucocephala*, esta foi atacada por psilídeos. De modo a evitar a uniformidade e a vulnerabilidade à praga, as aléias devem ser feitas com uma mistura de diversas espécies e variedades de leguminosas.

*Promoção de sistemas agrícolas integrados em Bangladesh.* Em pro-

jetos promovidos pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM),<sup>7</sup> cientistas ajudaram instituições locais de Bangladesh a desenvolver tecnologias sustentáveis de piscicultura, compatíveis com os recursos das unidades domésticas e sistemas agrícolas existentes. As tecnologias possibilitam uma piscicultura de ciclo curto, utilizando espécies como o peixe-rei (*Puntius gonionotus*) e a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em açudes pequenos (100-200 m<sup>2</sup>) e sazonais (4-6 meses), integrados ao sistema de produção agrícola existente.

Os agricultores demonstraram satisfação com a integração entre a piscicultura e outras atividades agrícolas, e planejam dar continuidade e expandir essas práticas. Seus motivos para tal são mais diversos e complexos do que dinheiro e alimentos. As famílias adotam o sistema pelo lazer e relações sociais que ele proporciona, para gerar insumos para outras atividades produtivas e por obter um rápido retorno econômico, devido ao curto tempo de crescimento dos peixes. Os agricultores podem produzir peixe por 12 a 30 centavos de dólar/kg, comparados com 81 a 1,16 centavos de dólar por kg<sup>-1</sup>. Alguns deles, com valas temporárias pequenas de 170 m<sup>2</sup>, produzem de 25 a 30 kg de peixe nos 4-6 meses em que a água está disponível. Um açude de cerca de 300 m<sup>2</sup> pode prover uma família de seis pessoas com uma quantidade de peixe que ultrapassa o consumo anual de 7,9 kg *per capita*.

As ONGs, como o Bangladesh Rural Advancement Committee (BRAC)<sup>8</sup> e a Proshika, assistem hoje a mais de 30 mil criadores de peixes, dos quais quase 60% são mulheres, na utilização de açudes e valas sazonais antigamente abandonadas. A adoção pelas mulheres da piscicultura integrada, não apenas lhes fortalece socialmente, como também melhora a alimentação de suas famílias. O BRAC fornece crédito a mulheres que, em alguns casos, nunca

---

<sup>7</sup> Centro Internacional de Administração de Recursos Aquáticos Vivos.

<sup>8</sup> Comitê para o Progresso Rural de Bangladesh.

havia tido acesso a esse benefício; sua taxa de inadimplência é de apenas 2%. Esse é um importante indicativo do grau de sucesso do programa (Lightfoot, 1990).

*Conservação dos solos nas encostas na América Central.* Loma Linda, uma ONG hondurenha, desenvolveu um sistema simples de plantio sem revolvimento de solo. Enquanto a terra está em pouso, as ervas adventícias são retiradas com um facão ou outras ferramentas apropriadas, sem remover o solo. Com o auxílio de uma enxada ou um arado pequeno, abrem-se pequenos sulcos a cada 50-60 cm, seguindo-se a curva de nível. As sementes e o composto e/ou esterco de aves são colocados no sulco e cobertos com terra. Na medida em que cresce o cultivo, as ervas adventícias são mantidas roçadas para evitar a competição excessiva, e sua biomassa é deixada no local como cobertura e como fonte de matéria orgânica. Podem ser obtidas excelentes colheitas sem o uso de fertilizantes químicos e, o mais importante, sem uma perda significativa de solo (Altieri, 1991).

Com um projeto semelhante em Guinope, Honduras, a organização privada voluntária, World Neighbours, começou um programa de desenvolvimento e treinamento agrícola visando controlar a erosão e recuperar a fertilidade do solo. O programa introduziu práticas de conservação do solo como drenagem e valas em curva de nível, barreiras de capim, e taipas de pedra, dando ênfase, também, à utilização de métodos de fertilização orgânica, como o uso do esterco de aves e o consorciamento com leguminosas. No primeiro ano, a produção triplicou ou quadruplicou de 400 kg por hectare para uma faixa de 1.200 a 1.600 kg. Essa triplicação na produção de grãos por hectare assegurou às 1.200 famílias que participaram do programa um bom suprimento de grãos para o ano seguinte.

Nos últimos cinco anos, quarenta outras aldeias buscaram treinamento em práticas de conservação do solo (Bunch, 1988). O aumento da produtividade por hectare significou que a maio-

ria dos agricultores está agora cultivando menos terras do que antes, permitindo que mais áreas possam voltar a ser florestas de pinho ou serem usadas para o plantio de pastagens, pomares e café. O resultado líquido é que centenas de hectares, antigamente usados para uma agricultura erosiva, estão agora cobertos por árvores.

*Reconstruindo terraços abandonados nos Andes.* No Peru, várias ONGs e agências governamentais têm se engajado em programas de recuperação de terraços abandonados e na construção de novos terraços em várias regiões do país. No Vale Colca, no Sul do Peru, por exemplo, o Programa de Acondicionamiento Territorial y Vivienda Rural (PRATVIR)<sup>9</sup> patrocina a reconstrução de terraços oferecendo às comunidades de camponeses empréstimos a juros baixos ou sementes e outros insumos para recuperar grandes áreas (até 30 hectares) de terraços abandonados. Os terraços diminuem os riscos em tempos de geada e/ou seca, reduzem as perdas do solo, ampliam as opções de plantio (devido ao microclima e às vantagens hidráulicas) e melhoram a produção. Os dados do primeiro ano de cultivo em terraços recém-construídos revelam um aumento de 43-65% na produção de batatas, milho e cevada, em comparação com a produtividade dessas mesmas culturas em encostas sem terraços (Treacey, 1989).

Em Cajamarca, Peru, a EDAC-CIED, uma ONG, juntamente com comunidades de camponeses, iniciou um projeto bastante amplo de conservação do solo. Em dez anos, plantaram mais de 550 mil espécies de árvores nativas e exóticas e construíram cerca de 850 hectares de terraços e 173 hectares de canais de drenagem e infiltração. O resultado final é de cerca de 1.124 hectares de terra em regime de conservação (aproximadamente 32% da terra arável total), beneficiando 1.247 famílias (em torno de 52% do total). A produtividade das culturas cresceu significativamente (por exemplo, a batata aumentou de 5 t por hectare para 8 t por

---

<sup>9</sup> Programa de Adequação Territorial e Propriedade Rural.

hectare, e a produção de oca saltou de 3 para 8 t por hectare). A criação de gado de corte e de alpaca para lã, somada ao aumento da produtividade das culturas, elevou a renda das famílias de uma média de \$108 por ano, em 1983, para mais de \$500 atualmente (Sanchez, 1989).

Um dos principais obstáculos na construção de terraços é que eles exigem uso intensivo de mão-de-obra. Estima-se que sejam necessários 2.000 dias de um trabalhador para completar a reconstrução de um hectare. Entretanto, em outras áreas do Peru, com bom planejamento, a reconstrução de terraços tem se mostrado um trabalho menos intensivo, exigindo somente 350-500 diárias de um trabalhador por hectare.

*Recriando a agricultura inca nos Andes Peruanos.* No Peru, o novo entusiasmo por tecnologias antigas tem sido capaz de reavivar um engenhoso sistema de campos elevados desenvolvido no altiplano dos Andes Peruanos há cerca de 3.000 anos. Os *waru-warus*, que consistiam em plataformas de solo rodeadas por valas cheias de água, produziam grandes safras em meio a enchentes, secas e geadas mortais, comuns em altitudes de quase 4.000 metros. Ao redor do lago Titicaca, ainda são encontrados vestígios de mais de 80 mil deles.

Em 1984, várias ONGs e agências governamentais criaram o Proyecto Interinstitucional de Rehabilitacion de Waru-Waru en el Altiplano (PIWA)<sup>10</sup> para prestar assistência aos agricultores locais na reconstrução dos antigos campos de cultivo (Sanchez, 1989). A combinação de camas altas e canais tem produzido efeitos ambientais significativos e bastante sofisticados. Durante as secas, a umidade dos canais sobe lentamente até as raízes por ação capilar; durante as enchentes, os sulcos drenam o excesso de chuva. Os *waru-warus* também reduzem o impacto dos extremos de temperatura. A água dos canais absorve o calor do sol durante o dia e irradia-o novamente à noite, ajudando, assim, a proteger

---

<sup>10</sup> Projeto Interinstitucional de Reabilitação de Waru-Waru no Altiplano.

os cultivos contra a geada. Nas camas altas assim construídas, as temperaturas durante a noite podem ser vários graus acima das do restante da região. O sistema também mantém sua própria fertilidade do solo. Nos canais, os restos de aluvião, sedimentos, algas, plantas e animais se transformam em um adubo rico em nutrientes, que pode ser retirado periodicamente e adicionado aos canteiros. A análise do solo de amostras dos *waru-warus* reconstruídos mostrou maiores níveis de nitrogênio nítrico, fósforo e potássio, bem como um pH de 4,8 a 6,5, ótimo para o plantio de batata (Erickson e Chandler, 1989).

Todos esses efeitos ambientais determinam a produtividade mais alta dos *waru-warus* quando comparada à dos solos do pampa, fertilizados com produtos químicos. No distrito de Huatta, os campos elevados recuperados produziram safras impressionantes, exibindo uma produção sustentada de batata de 8 a 14 t/ha/ano. Esses números contrastam favoravelmente com a média de produção de batatas em Puno, de 1 a 4 t/ha/ano (Erickson e Chandler, 1989). Em Camjata, a produção de batata chegou a 13 t/ha/ano, e a de quinoa alcançou 2 t/ha/ano nos *waru-warus* reconstruídos pelos agricultores assistidos pelo Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED),<sup>11</sup> uma ONG local. A área total reconstruída foi de cerca de 20 hectares.

Essa tecnologia antiga está provando ser tão produtiva e barata que está sendo ativamente promovida pelas ONGs em todo o altiplano, em detrimento da agricultura moderna. Ela não exige equipamentos ou fertilizantes modernos; o principal gasto é com a mão-de-obra para cavar os canais e construir as plataformas. A exigência de mão-de-obra é altamente variável, oscilando de 200 a 1.000 diárias de um trabalhador por hectare.

*Envolvimento dos agricultores em programas de conservação genética in situ.* Na tentativa de diminuir a erosão genética, desencadeada pela introdução de variedades modernas de batata, e de recuperar

---

<sup>11</sup> Centro de Investigación, Educación e Desenvolvimento.

alguns dos germoplasmas de batatas nativas, que antes caracterizavam os agroecossistemas locais, o Centro de Educación y Tecnología (CET) iniciou um programa de conservação *in situ* no seu centro de treinamento de agricultores, na Ilha de Chiloé, no Chile, e em várias comunidades vizinhas.

Em 1988, os técnicos do CET pesquisaram várias áreas agrícolas de Chiloé e coletaram centenas de amostras de batatas nativas ainda plantadas por alguns pequenos agricultores, principalmente os índios Huilliche, em toda a extensão da ilha. Em 1989, o CET estabeleceu uma coleção “viva” (banco de sementes) de 96 variedades de batata no Centro de Notuco, cada uma delas plantada em fileiras de 5-10 plantas, em uma área de meio hectare de terra. Desde 1989 essas variedades têm sido plantadas a cada ano e são submetidas a uma seleção das características agrônômicas desejáveis. Também são cultivadas para distribuição entre os agricultores, aumentando suas variedades de sementes.

Em 1990, os técnicos do CET iniciaram um programa de conservação *in situ* envolvendo 21 agricultores em cinco diferentes comunidades rurais (Dicham, Petanes, Huitauque, Notue e Huicha). Cada camponês recebe uma amostra de cinco diferentes variedades nativas a serem plantadas em seus campos de batata, reintroduzindo, assim, a diversidade genética. Após a colheita, os agricultores devolvem parte da produção de sementes ao CET (para o banco de sementes), trocam sementes com outros produtores ou plantam as sementes novamente em suas propriedades, para consumo e continuidade do processo de reprodução do material genético. A Figura 2 descreve a dinâmica de conservação e troca das 96 variedades mantidas no banco de sementes do CET e plantadas pelos 21 agricultores colaboradores (Altieri, 1992).

Desde 1995, mais agricultores envolveram-se no projeto, e o CET vem ajudando na seleção das variedades, baseada nas necessidades dos agricultores e nas características desejáveis. As variedades selecionadas serão difundidas e distribuídas entre os parti-

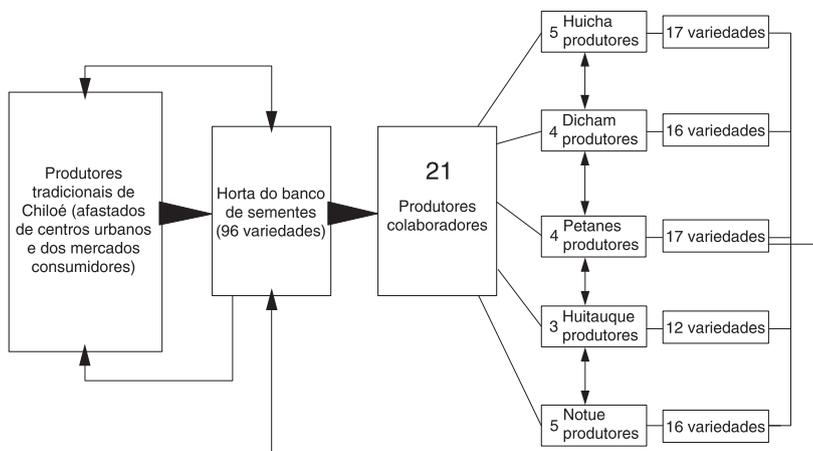


Figura 2

*Estratégia de conservação genética popular in situ, adaptada para batatas pelo Centro de Educación y Tecnología (CET), em Chiló, Sul do Chile (Altieri, 1991).*

cipantes do programa. As sementes excedentes podem também ser vendidas a outros camponeses ou trocadas por sementes de variedades tradicionais ainda não disponíveis no banco do CET. Essa estratégia não somente permitirá uma oferta contínua de sementes de valor para a subsistência de agricultores pobres em recursos, como também será um repositório de diversidade genética vital, a ser utilizado tanto na reintrodução da diversidade nos campos de cultivo dos camponeses como em futuras atividades agrícolas regionais.

*Melhora na oferta de alimentos e na renda das pequenas propriedades mediterrâneas do Chile.* Desde 1980, o CET tem se engajado em um programa de desenvolvimento rural, cujos objetivos incluem: a) assessorar os agricultores visando atingir a auto-suficiência alimentar durante todo o ano; b) recuperar a capacidade produtiva de suas terras. O método envolve o estabelecimento de várias propriedades-modelo de meio hectare, que consistem de uma combinação de forrageiras e outras plantas de lavoura,

olerícolas, árvores florestais e frutíferas, e animais (Figura 3). Os cultivos e animais utilizados são escolhidos de acordo com seu valor nutricional, sua adaptabilidade às condições agroclimáticas locais, os padrões de consumo dos camponeses locais e oportunidades de mercado disponíveis. A maioria das olerícolas é plantada em canteiros altamente compostados (5x1m cada) localizados na horta, cada um dos quais chega a produzir mais de 83 kg de olerícolas frescas por mês. O restante da área de 200 m<sup>2</sup> ao redor da casa é utilizado como pomar e na criação

- 1 frutíferas
- 2 irrigação
- 3 parreiral
- 4 cultivo conduzido de bagas
- 5 hortigranjeiros
- 6 casa
- 7 aviário, madeiras
- 8 poço de água
- 9 fogão
- 10 gado
- 11 chiqueiro
- 12 pilha de composto
- 13 árvores
- 14 caixas de abelhas

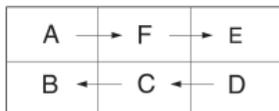
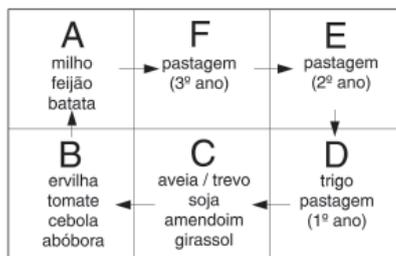
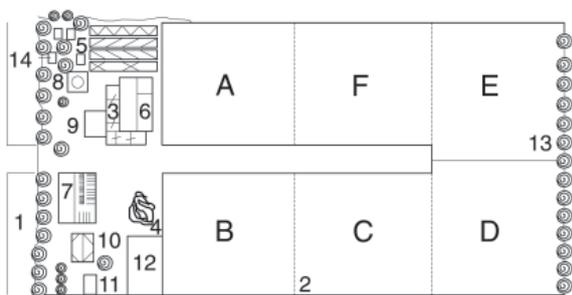


Figura 3

*Modelo de um sistema auto-suficiente de agricultura baseado em um diagrama rotativo adaptado para ambientes mediterrâneos (Altieri, 1987).*

de animais (uma vaca Jersey, uma Holstein, 10 galinhas de postura, 3 coelhos e 2 colméias de abelhas Langstroth). As olerícolas, cereais e forrageiras restantes são produzidas em um sistema de rotação de culturas de seis anos em uma área de 4.200 m<sup>2</sup> adjacente à horta.

Atinge-se uma produção relativamente constante (cerca de 6 t ao ano de biomassa útil de 13 diferentes espécies de plantas), dividindo a terra em uma série de pequenos campos com capacidade produtiva equivalente, estabelecendo tantas parcelas quantos forem os anos da rotação. Esse sistema de rotação de culturas foi planejado para produzir a máxima variedade de cultivos básicos em seis lotes, beneficiando-se das propriedades de recuperação do solo e das características internas de controle biológico do sistema de rotação.

Com o passar dos anos, a fertilidade do solo na propriedade melhorou (níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que eram limitantes no início, aumentaram de 5 para 15 p.p.m.) e nenhum problema sério de praga ou doença foi registrado. Árvores frutíferas no pomar e ao redor dos lotes da rotação produzem cerca de 843 kg de frutas por ano (uva, marmelo, pêra e ameixa). A produção de forragem atinge cerca de 18 t por 0,21 ha/ano. A média de produção de leite é de 3.200 litros ao ano, e de ovos chega a 2.531 unidades anuais.

Uma análise nutricional do sistema, baseada em suas produções (leite, ovos, carne, frutas, vegetais, mel), mostra que ele atingiu excedentes de 250% de proteínas, 80 e 550% em vitaminas A e C, respectivamente, e 330% de cálcio. Uma análise econômica doméstica indica que, dada uma lista de preferências, a proporção entre a venda de excedentes e a compra de itens preferenciais dá uma receita líquida de US\$790. Se toda a produção da área fosse vendida a preços de atacado, a família poderia gerar uma renda líquida mensal 1,5 vezes maior do que o salário mínimo mensal legal no Chile (Altieri, 1987).

Em regiões onde os agricultores possuem limitações de área, são incentivados a adotar sistemas integrados de plantio-criação,

caracterizados por duas fases: uma pastagem de três anos que “abasteça” o sistema com nutrientes e matéria orgânica, e uma outra fase de três anos que “extraia” os nutrientes acumulados. Este sistema oferece as vantagens de produzir colheitas e resíduos, cobertura do solo, ruptura de ciclos de pragas, etc. (Figura 4). Integrar os animais é crucial, embora as raças sejam selecionadas cuidadosamente pelo tamanho e necessidades nutricionais, de modo a não exercer uma demanda muito grande sobre os recursos nas pastagens. O pastejo rotativo é uma maneira eficaz de constantemente proporcionar alimento ao gado, possibilitando a rápida recuperação da pastagem e a distribuição uniforme do esterco no solo. Este método integrado de cultivo-criação demonstrou eficácia na Ilha de Chiloé, onde os níveis de fósforo e o rendimento das colheitas aumentaram dramaticamente após seis anos de rotação plantio-pastagem em terras marginais e defi-

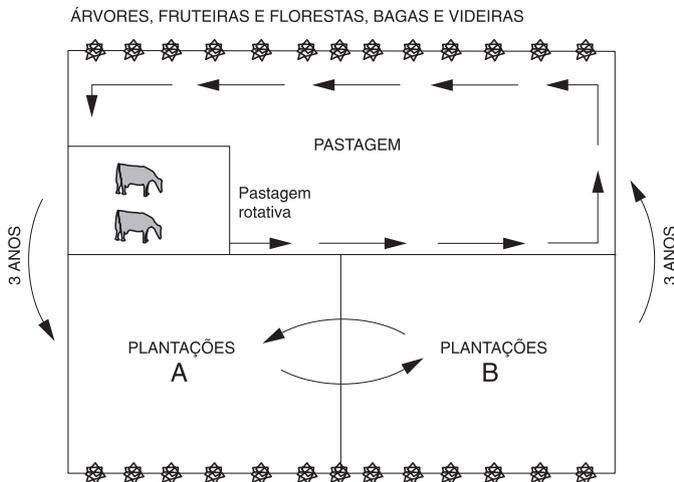


Figura 4

*Modelo de uma propriedade integrada.*

Nota: este modelo mostra uma propriedade integrada com desenho espacial e temporal para cultivos, pastagens, animais e árvores. A pastagem constitui a “fase de aporte” da rotação, e os cultivos, a “fase extrativa”. Os animais são manejados com pastoreio rotativo.

cientes em fósforo (Figura 5). Após o sexto ano, a produtividade das batatas duplica, e somente metade da quantidade de fertilizantes químicos e de esterco de gado é necessária para sustentar essa produção. Espera-se que, após o terceiro ciclo completo de rotação, nenhum insumo externo seja necessário para manter níveis aceitáveis de produção. A estruturação biológica garantirá o desempenho do sistema.

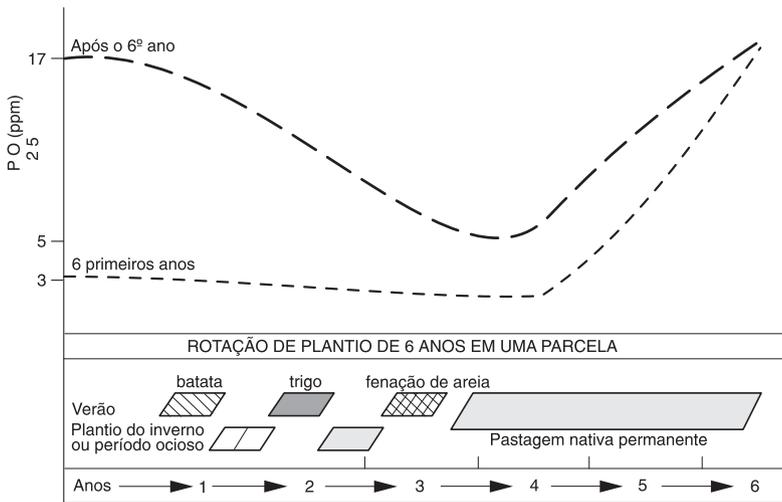


Figura 5

*Efeitos de uma etapa de seis anos de rotação na Ilha de Chiloé, Chile (medidos em termos dos níveis crescentes de fósforo, primeira e segunda rotações).*

### *Avaliação da sustentabilidade das intervenções agroecológicas das ONGs*

Muitos dos projetos das ONGs, baseados em uma abordagem agroecológica, carecem de avaliações formais e detalhadas. Todavia, há fortes evidências de que muitas dessas organizações têm gerado e adaptado inovações tecnológicas capazes de contribuir, significa-

tivamente, na melhoria das condições de vida dos camponeses, aumentando sua segurança alimentar, fortalecendo a produção de subsistência, gerando fontes de renda e melhorando a base de recursos naturais. Esses programas tiveram êxito através de novas tecnologias e arranjos institucionais, bem como da utilização de métodos originais de promoção da participação das comunidades rurais. Efeitos documentados de práticas agroecológicas reforçadas pelas ONGs são mostrados no Quadro 4.

Centenas de esforços individuais mostram-se promissores no que diz respeito ao desenvolvimento de formas mais sustentáveis de produzir alimentos (Conway e Barbier, 1990; Reijntjes et al., 1992). Existem, no entanto, poucos instrumentos ou indicadores adequados para avaliar a viabilidade, adaptabilidade e durabilidade dos programas agroecológicos. Todavia, dois procedimentos relativamente novos são promissores: o diagnóstico rápido participativo (DRP) e a contabilidade de recursos naturais (CRN).

As técnicas de diagnóstico rápido participativo enfatizam métodos não-formais de levantamento e apresentação de dados, visando favorecer um processo participativo entre as pessoas do local e os pesquisadores. Para conduzir o DRP, uma equipe multidisciplinar trabalha com a comunidade local em uma série de etapas, iniciando com a escolha do lugar e terminando com a avaliação e monitoramento do projeto. O objetivo é mobilizar comunidades para definir problemas prioritários e oportunidades, preparando planos específicos de intervenção nos locais escolhidos. O levantamento e a apresentação de dados é um processo complexo que utiliza mapas, transeções, diagramas, linhas de tempo e entrevistas semi-estruturadas individuais e em grupo. As tecnologias potenciais são avaliadas através de critérios muito gerais, com base em preocupações ambientais, econômicas e sociais, expressas pelos moradores locais (Conway e Barbier, 1990).

Os diagramas de DRP podem ser utilizados para comparar os diferentes efeitos previstos de duas abordagens ou tecnologias concorrentes (ou seja, a proposta agroecológica e a da Revolução

## Quadro 4

### *Efeitos registrados das estratégias produtivas da agroecologia implementadas pelas ONGs*

---

#### *I. Efeitos no solo*

- a. Aumento do conteúdo da matéria orgânica.  
Estímulo da atividade biológica.  
Incremento da mineralização dos nutrientes.
- b. Queda da erosão.  
Conservação do solo e da água.
- c. Melhoria da estrutura e condições gerais do solo.  
Melhoria da retenção e reciclagem de nutrientes.  
Equilíbrio positivo dos nutrientes.
- d. Aumento da atividade de micorrizas e de antagonistas.

#### *II. Efeitos sobre pragas, doenças e ervas adventícias*

- a. A diversificação afeta pragas de insetos, reduzindo herbívoros e estimulando os inimigos naturais.
- b. Consórcios em linhas ou mistos reduzem os patógenos.
- c. A ampla cobertura dos solos com opocultivos elimina ervas.
- d. Plantações de cobertura em pomares diminuem o ataque de insetos e infestação de ervas.
- e. O cultivo mínimo pode reduzir doenças de solo.

#### *III. Efeitos sobre a produção*

- a. A produção por unidade de área pode ser de 5-10% menor, mas em relação a outros fatores (por unidade de energia, de perdas no solo, etc.) é maior.
- b. Policultivos produzem mais que monocultivos.
- c. Pode haver uma perda inicial na produção durante a conversão ao manejo orgânico, que poderá ser minimizada com a substituição de insumos.  
Melhora na produção com o passar do tempo.
- d. A variabilidade da produção é baixa; a estabilidade da produção é maior e há menos riscos envolvidos.

#### *IV. Efeitos sobre os aspectos econômicos*

- a. Baixos custos de produção.
  - b. Baixos custos ambientais (fatores externos), menor depreciação do solo, baixos custos por contaminação.
  - c. Maior eficiência energética e menor uso total de energia.
  - d. As exigências de mão-de-obra são maiores para algumas práticas, e menores para outras. Há uma diluição ou uma difusão do efeito dessas exigências durante a estação, evitando picos nas demandas de mão-de-obra.
-

Verde) (Figura 6). O diagrama facilita a avaliação das qualidades relativas de cada tecnologia com relação aos seus impactos sociais e ambientais, acessibilidade, benefícios, custos, requisitos técnicos e prioridades entre os agricultores locais (Conway, 1985).

Sistema	Tecnologia	Disponibilidade de recursos	Confiabilidade	Conservação de recursos	Resolução de necessidades variadas	Adaptação	Custos do processo	Produtividade do trabalho	Rendimentos físicos	Efeitos na saúde	Modificação de manejo tradicional	Autoconfiança	Tempo de maturação (resultados)	Equidade	Ordem de prioridade
Revolução Verde	Trator	■	▣	▣	■	▣	□	■	✕	■	▣	□	■	□	1
	Fertilizante químico	■	▣	□	□	□	▣	▣	■	▣	▣	□	■	▣	2
	Herbicida	▣	▣	□	□	□	▣	■	■	□	□	□	■	▣	1
	Semente melhorada	▣	▣	□	□	□	▣	✕	■	✕	▣	□	■	▣	4
Tradicional	Aração animal	▣	▣	▣	■	■	□	□	✕	▣	▣	▣	▣	▣	1
	Esterco	▣	▣	▣	□	▣	▣	▣	■	▣	▣	▣	▣	▣	3
	Semeadura manual	▣	▣	▣	▣	▣	□	□	■	▣	▣	▣	▣	▣	4
	Sementes locais	▣	▣	▣	□	▣	□	✕	▣	✕	▣	▣	▣	▣	1

<p>■ Meta (alto resultado, baixo custo, retorno de curto prazo, pequena modificação nas práticas de manejos)</p> <p>▣ Médio</p>	<p>□ Indesejado (baixo resultado, custo elevado)</p> <p>✕ Sem efeito</p>
---	--

Figura 6

*Comparação da produção de milho na pequena propriedade utilizando técnicas da Revolução Verde e tradicionais em Cheranatzicurin, México (de acordo com Altieri e Maser, 1993).*

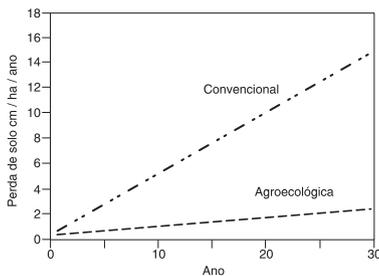
Nota: este diagrama permite uma rápida observação das vantagens do sistema agroecológico, uma vez que contém mais figuras sombreadas. Ele também ressalta as seguintes questões: as opções da Revolução Verde têm maior produtividade em termos de mão-de-obra e geram retornos econômicos mais rápidos do que as tecnologias tradicionais, cujo desempenho é melhor nos critérios ambientais e socioculturais; os herbicidas e fertilizantes químicos são relativamente baratos (devido aos subsídios do governo) e disponíveis, enquanto alguns recursos locais, como mão-de-obra e esterco, não estão entre as prioridades dos agricultores direcionadas ao aumento da produtividade da mão-de-obra. Assim, o êxito de uma abordagem agroecológica nessa região depende da capacidade das técnicas propostas de se fundamentar nas melhores características ambientais e sociais dos sistemas tradicionais e, ao mesmo tempo, aumentar a produtividade da mão-de-obra desses sistemas. Em casos onde as técnicas agroecológicas não geram benefícios imediatos (por exemplo, a fertilização com composto gera melhores resultados após dois ou três anos), deve-se conceder incentivos aos agricultores locais que compensem a produção inicial mais baixa do que a obtida nas das opções convencionais.

As técnicas de contabilização dos recursos naturais incorporam as externalidades ambientais à análise custo-benefício convencional, e podem ser usadas para avaliar a rentabilidade dos sistemas de produção agrícola alternativos, quando os recursos naturais são contabilizados (Faeth et al., 1991). Um modelo de CRN foi utilizado para comparar a rentabilidade, produtividade, uso de insumos e a produtividade do solo na produção camponesa de trigo com manejo convencional e agroecológico no Chile. O sistema de cultivo alternativo avaliado incluía a subsemeadura de trigo em cobertura viva de trevo vermelho, adubado com 15 toneladas métricas de esterco por hectare. Esse sistema foi comparado com uma monocultura erosiva de trigo.

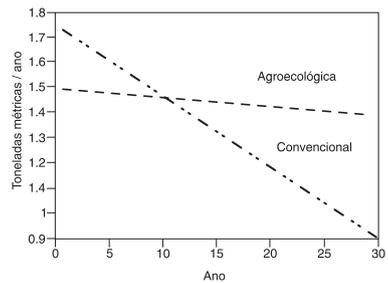
O sistema alternativo de manejo apresentou perdas de solo cumulativas, estimadas para um horizonte de trinta anos, inferiores ao sistema de manejo convencional, o que manteve a produtividade relativamente alta no longo prazo (Figura 7 a e b). O monocultivo convencional de trigo mostrou taxas mais altas de perdas de solo, gerando um declínio significativo da produtividade ao longo do tempo. O modelo mostrou que a adoção ou não de práticas de conservação do solo pelos agricultores dependerá da disponibilidade de mão-de-obra, da existência de novas tec-

Figura 7

*Perdas no solo e produção de trigo durante mais de trinta anos com os sistemas convencionais e agroecológicos no Chile.*



7a - Perdas cumulativas no solo nos dois sistemas (centímetros por hectare/ano).



7b - Produções de trigo como função das perdas no solo (toneladas métricas/ano).

nologias agroecológicas e de um sistema de extensão apropriado e participativo para a disseminação dessas tecnologias. Previu, também, uma mudança total para práticas orgânicas em áreas de agricultura dependente de chuva, no Chile, desde que os camponeses tenham conhecimento suficiente sobre essas tecnologias, bem como mão-de-obra disponível para utilizá-las, uma vez reconhecido o significado da degradação dos recursos naturais.

O DRP e a CRN parecem técnicas promissoras de avaliação da agricultura economicamente sustentável, mas ambas enfrentam grandes obstáculos quando aplicadas no contexto da agricultura camponesa. Em relação a alguns produtos da agricultura camponesa, o mercado é ruim ou inexistente. Além disso, dados precisos sobre erosão do solo e outros impactos ambientais podem não ser disponíveis, tornando difícil a estimativa das perdas financeiras causadas pela degradação do ambiente. As técnicas de CRN também perpetuam a tendência a reduzir todo o processo de avaliação a um indicador monetário (isto é, custos dos recursos naturais dentro e fora da unidade produtiva) e podem ser aplicadas “de cima para baixo”.

Qualquer que seja o método utilizado para avaliar a sustentabilidade das pequenas propriedades, ele deve fornecer um indicador da situação de, no mínimo, quatro atributos:

a) manutenção da capacidade produtiva do agroecossistema (capacidade produtiva);

b) preservação da base de recursos naturais e da biodiversidade (integridade ecológica);

c) fortalecimento da organização social e diminuição da pobreza (saúde social);

d) fortalecimento das comunidades locais, manutenção das tradições e participação popular no processo de desenvolvimento (identidade cultural).

Esses critérios podem ser avaliados usando-se uma série de

indicadores-chave socioeconômicos, ambientais e culturais, enumerados no Quadro 5.

Quadro 5

*Associação entre as características de avaliação do desenvolvimento rural e os indicadores de sustentabilidade*

<i>Indicador</i>	<i>Capacidade produtiva</i>	<i>Integridade ecológica</i>	<i>Saúde social</i>	<i>Identidade cultural</i>
Produtividade dos cultivos	•			
Fertilidade do solo e capacidade de reciclagem dos nutrientes	•	•		
Erosão do solo		•		
Sanidade da lavoura (incidência de pragas e doenças)	•			
Situação da biodiversidade (germoplasma nativo, florestas)	•	•		•
Saúde da paisagem (situação das bacias hidrográficas, corredores biológicos)	•			
Condições de saúde e nutricionais			•	•
Solidariedade e participação da comunidade			•	•
Emprego e renda			•	
Insumos externos necessários, custos de produção	•		•	
Aceitabilidade cultural das tecnologias				•

Um fator-chave das tecnologias alternativas deve ser que estas mantenham uma produtividade não declinante ao longo do tempo, sob uma ampla gama de condições ambientais e que evitem degradar ecossistemas frágeis e marginais. O desafio do desenvolvimento das pequenas propriedades é que a produção agrícola exige alterações no ecossistema e utilização dos recursos, enquanto que a proteção ambiental requer níveis aceitáveis de conservação desses recursos. Esse equilíbrio deve ser alcançado em um contexto de superação da pobreza rural. Assim, o monitoramento da produtividade, da inte-

gridade ecológica e da igualdade social deve ir além da quantificação da produção de alimentos e do controle da qualidade do solo ou da água. Deve incluir, além disso, os níveis de segurança alimentar, fortalecimento social, potencial econômico e independência ou autonomia dos camponeses.

## A AGROECOLOGIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM LARGA ESCALA

A busca de sistemas agrícolas auto-sustentáveis, com baixo uso de insumos externos, diversificados e eficientes em termos energéticos, é a maior preocupação dos pesquisadores, agricultores e formuladores de políticas em todo o mundo. A agricultura sustentável geralmente refere-se a um modo de fazer agricultura que busca assegurar produtividades sustentadas a longo prazo, através do uso de práticas de manejo ecologicamente seguras (Pretty, 1995). Isso requer que a agricultura seja vista como um ecossistema (daí o termo agroecossistema) e que as práticas agrícolas e a pesquisa não se preocupem com altos níveis de produtividade de uma mercadoria em particular, mas, sim, com a otimização do sistema como um todo. Isso requer, também, que se leve em conta, não apenas a produção econômica, mas o problema vital da estabilidade e sustentabilidade ecológicas.

Os princípios básicos de um agroecossistema sustentável são a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade. Para enfatizar a sustentabilidade ecológica de longo prazo, e não a produtividade no curto prazo, o sistema de produção deve (Altieri, 1987):

- a) reduzir o uso de energia e recursos e regular a entrada

total de energia de modo que a relação entre saídas e entradas (*output/input*) seja alta;

b) reduzir as perdas de nutrientes detendo a lixiviação, o escorrimento e a erosão, e melhorando a reciclagem de nutrientes com o uso de leguminosas, adubação orgânica e composto, e outros mecanismos eficientes de reciclagem;

c) incentivar a produção local de cultivos adaptados ao meio natural e socioeconômico;

d) sustentar um excedente líquido desejável, preservando os recursos naturais, isto é, minimizando a degradação do solo;

e) reduzir custos e aumentar a eficiência e a viabilidade econômica das pequenas e médias unidades de produção agrícola, promovendo, assim, um sistema agrícola potencialmente resiliente (Altieri, 1987).

Do ponto de vista de manejo, os componentes básicos de um agroecossistema incluem:

a) *cobertura vegetal como meio eficaz de conservar o solo e a água*: pode ser obtida através de práticas de cultivo que não movam o solo, uso de cobertura morta, cultivos de cobertura viva, etc.;

b) *suprimento regular de matéria orgânica*: obtido com a incorporação regular de matéria orgânica (esterco, composto) e promoção da atividade biológica do solo;

c) *mecanismos eficazes de reciclagem dos nutrientes incluindo*: rotações de culturas, sistemas mistos de cultivos/criação, agroflorestamento e sistemas de consorciação baseados em leguminosas;

d) *regulação de pragas*: as práticas de manipulação da biodiversidade e a introdução e/ou conservação dos inimigos naturais fornecem os agentes biológicos necessários para o controle das mesmas.

Os princípios básicos de um sistema agrícola auto-sustentável, de baixo uso de insumos externos, diversificado e eficiente, devem ser transferidos para sistemas alternativos práticos e espe-

cíficos, planejados de forma a atender as necessidades singulares de comunidades de agricultores, nas diferentes regiões agroecológicas do mundo. Uma estratégia fundamental na agricultura sustentável é recuperar a diversidade agrícola no tempo e no espaço, através de rotações de culturas, cultivos de cobertura, consorciações, sistemas de cultivo-criação etc. (Altieri, 1987). Existem diferentes opções para se obter uma diversificação, que variam de acordo com as características do sistema de monocultura existente, baseado em culturas anuais ou perenes (Figura 8). A diversificação pode também acontecer externamente à propriedade. Por exemplo, as divisas dos campos podem ser plantadas com quebra-ventos e cercas vivas, que melhoram o habitat para a vida silvestre e insetos benéficos, além de fornecer madeira, matéria orgânica, recursos de polinização para abelhas, modificando a velocidade do vento e o microclima (Altieri e Letourneau, 1982).

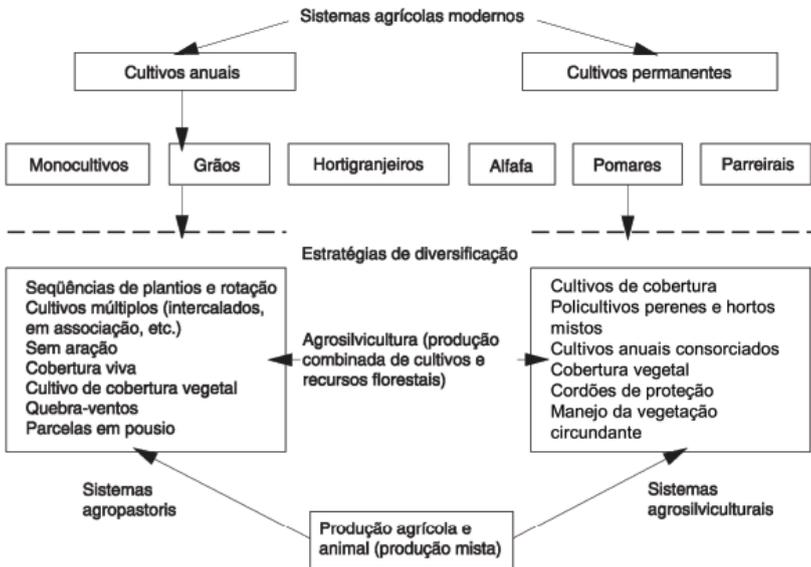


Figura 8

*Estratégias de diversificação dos sistemas modernos de agricultura baseados em plantios anuais e perenes (Altieri, 1994).*

Existem muitas estratégias alternativas de diversificação que apresentam efeitos benéficos para a fertilidade do solo, proteção das culturas e produtividade. O uso de um ou mais desses sistemas alternativos de produção aumenta a possibilidade de interações complementares entre os vários componentes do agroecossistema, resultando em efeitos positivos como:

- a) fechamento dos ciclos de nutrientes;
- b) conservação do solo e da água e uso eficaz dos recursos locais;
- c) aumento do controle biológico de pragas através da diversificação;
- d) ampliação da capacidade de múltipla utilização da paisagem;
- e) produção sustentada do cultivo sem o uso de insumos que degradam o ambiente (Altieri, 1994).

### *Alguns exemplos de sistemas diversificados de produção*

Existem muitos tipos de sistemas diversificados de produção a serem utilizados em uma ampla gama de condições sociais e ecológicas. Esses sistemas compartilham de um mesmo enfoque, mas possuem características agroecológicas variadas, dependendo se a diversificação dos cultivos assume uma dimensão espacial ou temporal, se são utilizadas plantas anuais ou perenes e se os animais estão integrados ao sistema.

*Sistemas de cultivos múltiplos.* Uma das principais razões pelas quais agricultores em todo o mundo optam pelos policultivos é que uma área semeada com cultivos múltiplos freqüentemente produz mais do que uma área equivalente cultivada em parcelas monoculturais distintas. Essa eficiência no aproveitamento da terra é particularmente importante em áreas onde as propriedades são pequenas devido às condições socioeconômicas e onde

a produção é limitada à extensão de terra que pode ser aberta, preparada e capinada (em geral, manualmente) em um período limitado (Francis, 1986).

Um policultivo apresenta uma produção combinada maior em uma determinada área do que a que seria possível de obter através de monoculturas compostas pelas mesmas espécies deste policultivo, sempre que o Índice Equivalente de Terra (IET)<sup>12</sup> for maior do que 1. Os valores do IET registrados a partir de experimentos envolvendo uma variedade de sistemas de policultivo, indicam que são possíveis aumentos substanciais na eficiência do uso da terra através desse sistema (Vandermeer, 1989). Embora os agricultores geralmente utilizem policultivos sem aplicar fertilizantes ou agrotóxicos, as vantagens dos policultivos do ponto de vista de sua produtividade não são restritas às condições de baixo uso de insumos. Altos valores do IET foram registrados quando utilizadas grandes quantidades de fertilizantes e agrotóxicos. Isso é importante porque sugere que os agricultores podem continuar explorando a eficiência crescente no uso da terra decorrente dos policultivos, à medida que melhora a produtividade de seus sistemas agrícolas (Horwith, 1985).

A crescente atenção dos pesquisadores em relação aos padrões de crescimento e utilização de recursos em policultivos e monocultivos tem contribuído para demonstrar, mais claramente, que as vantagens em produtividade registradas nos policultivos estão, com freqüência, correlacionadas ao uso de uma maior proporção da luminosidade, água e nutrientes disponíveis (ou seja, maior captação de recursos), ou ao uso mais eficiente de uma dada unidade de recurso (isto é, mais eficiência na conversão de recursos) (Willey, 1990). Esses melhoramentos refletem três fenômenos: complementaridade na utilização dos recursos, facilitação interespecífica e mudanças na partição dos mesmos.

---

<sup>12</sup> Provisão equivalente à terra.

Se as plantas diferem no modo como utilizam os recursos ambientais nos monocultivos, quando cultivadas de forma consorciada podem complementar-se umas às outras e fazer um melhor uso combinado dos recursos do que quando em separado (Vandermeer, 1989). Em termos ecológicos, a complementaridade minimiza a sobreposição de nichos entre as espécies associadas, diminuindo a competição por recursos. Esta complementaridade pode ser *temporal*, uma vez que os cultivos têm suas maiores demandas sobre os recursos em períodos distintos; *espacial*, quando as partes aéreas ou raízes captam recursos em diferentes zonas; ou *fisiológica*, quando há diferenças bioquímicas entre os cultivos em suas respostas aos recursos ambientais (Willey, 1990).

O papel dos policultivos nos setores comerciais da agricultura deverá, provavelmente, expandir-se, na medida em que aumentam os custos econômicos e ambientais relacionados à alta dependência em relação aos produtos químicos agrícolas (Horwith, 1985). Embora a agricultura de larga escala seja altamente mecanizada, os sistemas de policultivo podem ser compatíveis com a mecanização (por exemplo: leguminosas plantadas como adubo verde junto com grãos; soja e trigo cultivados em seqüência; plantios de cobertura em pomares). Nos países em desenvolvimento, são necessárias variedades de plantas e práticas de manejo que aumentem os benefícios dos sistemas de policultivo existentes. Uma atenção redobrada no desenho de máquinas para outros tipos de composição de plantios pode fazer com que os benefícios biológicos potenciais desses sistemas atinjam os agricultores de uma maneira prática.

*Rotação de culturas.* Este é um sistema em que diferentes cultivos crescem em uma mesma área, sucedendo-se uns aos outros, em uma seqüência definida. As evidências indicam que a rotação de cultivos influencia a produção das plantas, afetando a fertilidade do solo e a sobrevivência dos patógenos das plantas, as propriedades físicas do solo, sua erosão e microbiologia, e a predomi-

nância de nematóides, insetos, ácaros, ervas adventícias, vermes e fitotoxinas (Summer, 1982). Em muitos sistemas agrícolas, as rotações são o meio principal de manter a fertilidade do solo e obter um controle de ervas, pragas e doenças. Embora muitas rotações sejam aceitáveis, seqüências bem-sucedidas devem obedecer aos seguintes princípios (Millington et al., 1990):

- a) fertilização equilibrada utilizando seqüências de cultivos de estruturação e de exploração;
- b) inclusão de, no mínimo, um cultivo de leguminosas;
- c) inclusão de plantios com diferentes sistemas de enraizamento;
- d) separação de cultivos com suscetibilidade semelhante a pragas e doenças;
- e) diversificação e alternância entre culturas suscetíveis a ervas adventícias e culturas supressoras das mesmas;
- f) uso de adubos verdes e de cobertura do solo no inverno;
- g) uso de práticas que aumentam a matéria orgânica do solo.

Evidentemente, a seqüência de plantio utilizada em uma rotação irá variar de acordo com o clima, tradição, economia e outros fatores. Entretanto, as rotações devem ampliar a base econômica do empreendimento agrícola, distribuir as demandas de trabalho mais uniformemente ao longo do ano e permitir a produção de colheitas de alto valor, aumentando as oportunidades de renda (Briggs e Courtney, 1985). As rotações são muito específicas a cada unidade de produção agrícola, e generalizações, normalmente, não têm valor real.

*Cultivos de cobertura.* O plantio de leguminosas, cereais ou qualquer outra mistura apropriada no estrato inferior das plantações, pomares e parreirais, é denominado de cultivo de cobertura. Essa prática tem por objetivo proteger o solo contra a erosão, melhorar o microclima, fortalecer a estrutura e fertilidade do solo e eliminar pragas, incluindo ervas, insetos e patógenos (Hayner, 1980).

Os cultivos de cobertura em pomares e parreirais, segundo Finch e Sharp (1976):

a) melhoram a estrutura e a penetração de água no solo, acrescentando matéria orgânica e raízes que aumentam sua aeração e elevam a percentagem de agregados estáveis na água. A necessidade de equipamentos para aração diminui, reduzindo a compactação do solo e as poças d'água. A cobertura vegetal ajuda a suportar o manuseio de maquinário nos períodos de muita umidade e intercepta as gotas de água, reduzindo sua força e evitando a formação de crostas;

b) evitam a erosão do solo, distribuindo e tornando mais lento o movimento da água da superfície, reduzindo o escoamento e mantendo o solo no lugar, através dos sistemas radiculares;

c) melhoram a fertilidade do solo acrescentando-lhe material orgânico durante a decomposição, e tornam mais disponíveis seus nutrientes através da fixação do nitrogênio;

d) controlam a poeira, mantendo o solo preso aos sistemas radiculares;

e) ajudam no controle de insetos nocivos, acolhendo predadores benéficos de insetos e parasitas;

f) modificam o microclima e a temperatura, reduzindo o reflexo da luz e do calor e aumentando a umidade no verão;

g) minimizam a competição entre a lavoura principal e as ervas adventícias;

h) reduzem as temperaturas do solo.

Alguns agroecologistas consideram o estabelecimento do cul-



Figura 9

*Efeitos ecológicos de um plantio de cobertura verde em parreiral diversificado.*

tivo de cobertura permanente ou temporária uma prática fundamental na transformação de pomares e parreirais, cultivados na forma de monoculturas, em agroecossistemas diversos e estáveis. A flora do cultivo de cobertura funciona como um “conversor ecológico” importante, que ativa e influencia processos e componentes chave do agroecossistema, como o complexo de fauna benéfica, a biologia do solo e o ciclo do nitrogênio.

*Sistemas agroflorestais.* Este é o nome genérico usado para descrever um sistema de uso de terras em que árvores são associadas espacialmente e/ou temporalmente com plantios agrícolas e/ou animais. Combina elementos de silvicultura e representa uma forma de uso integrado da terra particularmente adequada a áreas marginais e sistemas de baixo uso de insumos. O objetivo da maioria desses sistemas é otimizar os efeitos benéficos das interações dos componentes lenhosos com os demais componentes vegetais e animais, visando obter um padrão de produção superior ao que geralmente se obtém nas monoculturas, com base nos mesmos recursos disponíveis, sob condições sociais, ecológicas e econômicas determinadas (Nair, 1982).

As funções e os objetivos da silvicultura e da produção de alimentos podem ser melhor atingidos através da combinação de ambas as atividades. Esses sistemas têm duas vantagens ambientais importantes sobre os sistemas agrícolas integrados e sobre as monoculturas florestais (Wiersum, 1981).

Em primeiro lugar, a silvicultura torna mais eficiente o uso dos recursos naturais. As várias camadas de vegetação proporcionam a melhor utilização da radiação solar; diferentes sistemas de enraizamento, em várias profundidades, permitem um melhor aproveitamento do solo; as plantas de ciclo curto podem beneficiar-se da camada superficial do solo enriquecida com a reciclagem de minerais através das copas das árvores. Se forem incluídos animais no sistema, a produção primária não aproveitada pode também ser usada na produção secundária e na reciclagem de nutrientes.

Além disso, a função protetora das árvores em relação ao solo, hidrologia e plantas, pode ajudar na diminuição de riscos de degradação ambiental. Deve-se ter em mente, entretanto, que em muitos sistemas agroflorestais, os componentes podem competir por luz, umidade e nutrientes; portanto, contrapartidas devem ser levadas em conta. O bom manejo pode minimizar essa interferência e aumentar as interações complementares (Altieri e Hecht, 1989).

*Agricultura orgânica.* Este é um sistema que sustenta a produção agrícola evitando ou excluindo em grande parte o uso dos fertilizantes e agrotóxicos sintéticos. Sempre que possível, recursos externos, tais como os químicos e combustíveis adquiridos por via comercial, são substituídos por recursos encontrados na unidade de produção agrícola ou próximo a ela. Esses recursos internos incluem energia solar ou eólica, controles biológicos de pragas, o nitrogênio fixado biologicamente, e outros nutrientes liberados da matéria orgânica ou das reservas do solo. As opções específicas nas quais a agricultura orgânica encontra-se baseada, tanto quanto possível, incluem rotações de cultura, resíduos de lavouras, esterco animal, uso de leguminosas e adubos verdes, resíduos externos à unidade produtiva, cultivo mecânico e rochas moídas que contenham minerais, etc.

Todas essas práticas levam ao aumento da matéria orgânica do solo, à eliminação de resíduos potencialmente tóxicos dos agrotóxicos, à supressão biológica de pragas, doenças e ervas adventícias, e à estocagem de água da chuva, evitando o escoamento desnecessário (USDA, 1980; Roberts, 1992).

Estudos comparativos dos sistemas convencionais e orgânicos de agricultura concluíram o seguinte (Lockeretz et al., 1981; Lampkin, 1990):

a) em condições de desenvolvimento altamente favoráveis, as produtividades da agricultura convencional foram muito maiores do que as da agricultura orgânica. Entretanto, em condições mais

áridas, os agricultores orgânicos tiveram um desempenho tão bom ou melhor do que seus vizinhos convencionais. Depois do terceiro ou quarto ano após as rotações de cultura terem sido estabelecidas, o rendimento da agricultura orgânica começou a aumentar, aproximando-se dos índices obtidos com os métodos convencionais;

b) a agricultura convencional consumiu muito mais energia do que a orgânica, sobretudo em razão do maior uso de petroquímicos. Além disso, o sistema orgânico apresentou uma eficiência energética muito maior do que o convencional;

c) muitas propriedades orgânicas são altamente mecanizadas e utilizam uma quantidade de mão-de-obra ligeiramente maior do que as convencionais. Em um estudo, as necessidades de mão-de-obra apresentaram uma média de 3,3 trabalhadores/dia por acre<sup>13</sup> nos sistemas orgânicos, e 3,2 trabalhadores/dia por acre nos sistemas convencionais. Entretanto, quando baseada no valor das safras, era necessário 11% a mais de mão-de-obra nas agriculturas orgânicas, pois o retorno da lavoura era menor. Nesse estudo, as demandas de mão-de-obra da agricultura orgânica eram semelhantes às da convencional para milho e pequenos grãos, mas eram maiores para soja, pois se utilizava mais a semeadura manual;

d) os sistemas orgânicos de agricultura bem manejados, quase sempre, usam menos agrotóxicos, fertilizantes e antibióticos químicos sintéticos por unidade de produção do que os sistemas convencionais. O uso reduzido desses insumos diminui os custos de produção e diminui a suscetibilidade agrícola para os efeitos ambientais e de saúde adversos, sem necessariamente diminuir a produção por acre;

e) a incorporação de vários plantios em sistemas agrícolas orgânicos permite que os mesmos ganhem estabilidade, e se houver animais e árvores integrados ao sistema, isso será útil para o seu equilíbrio.

---

<sup>13</sup> Unidade de medida agrária de alguns países. O acre inglês e o americano equivalem a 40,47 ares. 1 are = 100 m<sup>2</sup>.

## Conversão do manejo convencional para o manejo agroecológico nas médias e grandes propriedades

A conversão dos sistemas de cultivo, baseadas em monoculturas para sistemas agroecológicos de baixo uso de insumos, não é simplesmente um processo de retirada dos *insumos* externos sem uma substituição compensatória ou manejo alternativo, necessita um conhecimento ecológico substancial para orientar a sucessão dos fluxos necessários à manutenção das produções em um sistema integrado de baixo uso de insumos (Lampkin, 1990).

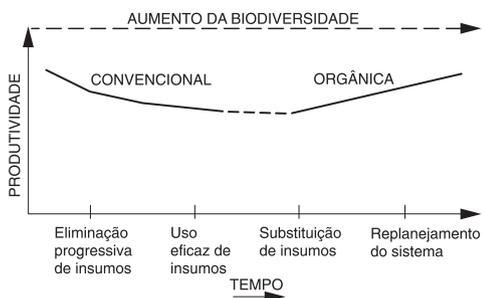


Figura 10

*Etapas da conversão do sistema convencional para o sistema agroecológico.*

A conversão do manejo convencional de alto uso de insumos para um manejo de baixo uso de insumos externo é um processo de transição com quatro fases distintas, consistindo de retirada progressiva de produtos químicos; racionalização e me-

lhoramento da eficiência no uso de agroquímicos por meio do manejo integrado de pragas (MIP) e manejo integrado de nutrientes; substituição de insumos, utilizando tecnologias alternativas e de baixo consumo de energia; replanejamento do sistema agrícola diversificado visando incluir uma ótima integração plantação/animal (Figura 10). Durante as quatro fases, o manejo é orientado de maneira a assegurar os seguintes processos:

- a) aumento da biodiversidade no solo e em sua superfície;
- b) aumento da produção de biomassa e matéria orgânica do solo;

c) decréscimo de resíduos dos agrotóxicos e da perda de nutrientes e componentes da água;

d) estabelecimento de relações funcionais entre os variados componentes da propriedade;

e) uso efetivo dos recursos naturais do local e planejamento das sucessões de plantios e combinações entre animais/plantações.

O processo de conversão pode levar de um a cinco anos, dependendo do nível de artificialização e/ou degradação do sistema original. Além disso, nem toda substituição de insumos é ecologicamente correta. Algumas práticas bastante incentivadas por entusiastas orgânicos, como a eliminação de ervas adventícias por meio de chamas e aplicações de inseticidas botânicos de amplo espectro, podem ter sérios efeitos e impactos ambientais.

As avaliações econômicas recentes sugerem que os benefícios dos sistemas orgânicos podem exceder as vantagens dos convencionais. As rendas em espécie, por acre, para os dois tipos de agricultura foram comparáveis durante mais de dois anos, mas como os custos dos insumos da agricultura sustentável são menores, seu retorno líquido é 22,4% maior (Lampkin, 1990). Os custos variáveis incluem com-

busível, manutenção de maquinário, sementes, fertilizantes, agrotóxicos e mão-de-obra. Entre os custos fixos estão as taxas de propriedade rural e os juros sobre empréstimos (Figura 11).

Os incentivos e/ou subsídios podem ser necessários para alguns agricultores na medida em que esperam seus sistemas produtivos ge-

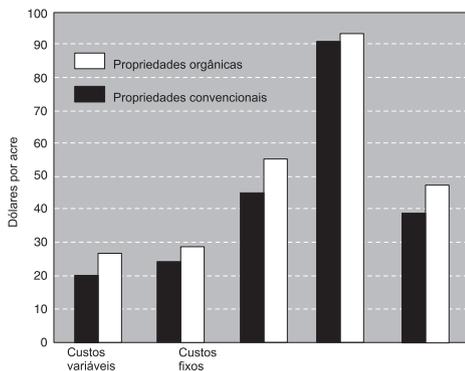


Figura 11

O desempenho econômico das propriedades orgânicas e convencionais (de acordo com Reganold et al., 1990).

rarem os ganhos, garantidos pelo processo de conversão (Figura 12). Se a conversão leva a uma bonificação sobre o valor da produção, pode resultar em um aumento substancial na renda líquida da propriedade, apesar de ser necessária mão-de-obra extra para se adequar à nova realidade, como a integração animal. Se não forem obtidas as bonificações, o resultado pode ser uma redução significativa na renda líquida da propriedade.

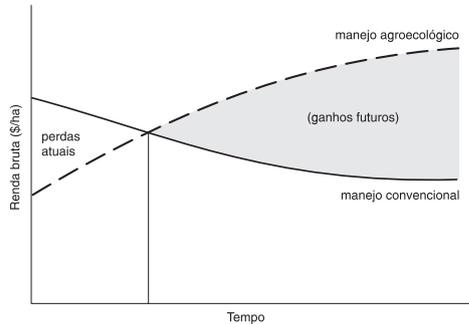


Figura 12

Modelo ilustrativo da dinâmica da renda do agricultor durante a conversão para o manejo agroecológico (em dólares por hectare).

Em muitos casos, é comum a queda na produção durante o período inicial de conversão. Esse declínio, entretanto, nem sempre ocorre, como é o caso das experiências de campo no Vale do Aconcagua, no Chile Central, que mostra que os parreirais sujeitos à conversão com um cultivo de cobertura com ervilhaca (*Vicia atropurpurea*) exibiram um aumento de 10-20% durante os primeiros dois anos de conversão.

Pragas como a cochonilha da parreira (*Pseudococcus maritimus*) foram controladas pelos inimigos naturais hospedados pelos cultivos de cobertura, embora, às vezes, as liberações em massa do parasitóide *Pseudaphycus flavidulus* fossem necessárias em certas áreas do parreiral. A incidência de *Botrytis cinerea*, a principal doença das uvas, é reduzida com o manuseio de coberturas que permitem a ventilação, modificando assim o microclima. Também são utilizadas aplicações de preparados à base de adubos compostos contendo antagonistas (como *Trichoderma*, *Pseudomonas*, etc.). Após dois anos utilizando cultivos de cobertura, esses tratamentos alternativos de substituição de insumos são necessários somente em “áreas problemáticas” dos parreirais, na medida em

que as interações biológicas e os sinergismos desencadeados pelos cultivos de cobertura lentamente favorecem os mecanismos de controle de pragas e de produtividade sustentada.



## UMA ANÁLISE ECONÔMICA DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL<sup>14</sup>

A sustentabilidade agrícola, embora de reconhecida importância em todo o mundo, tem pouca participação na definição de políticas econômicas. Ela não é medida por nenhum indicador comumente empregado, nenhuma convenção lhe atribui valor e nenhuma definição amplamente aceita a descreve. Quando a sustentabilidade agrícola é deixada de fora da política econômica, parecem lógicas as distorções que ameaçam a sustentabilidade. Os subsídios que incentivam o uso ineficiente de insumos e recursos, as práticas produtivas que degradam os recursos naturais, e os programas de apoio à renda que restringem as rotações de cultura podem, todos, parecer válidos socialmente. De fato, todos eles implicam altos custos sociais. Para manter esses custos baixos, a análise econômica deve ser redirecionada de forma a promover a sustentabilidade agrícola, contabilizar o uso dos recursos naturais e refletir o real valor da produção e da política agrícola.

Quase toda definição de agricultura sustentável encontra-se ancorada na manutenção da produtividade e lucratividade das

---

<sup>14</sup> Versão resumida da *Política agrícola e sustentabilidade: estudos de caso na Índia, Chile, Filipinas e Estados Unidos*, editado por Paul Faeth e publicado pelo World Resources Institute, Washington, D.C. Contribuíram para este estudo, além de P. Faeth e M. Altieri, R.P.S. Malik, C. Benito, A. Gomez-Lobo, T. Tomic, J. Valenzuela, A. Rola, P. Pingali e J. Westra.

unidades de produção agrícola, minimizando, ao mesmo tempo, impactos ambientais. Entretanto, nenhuma dessas definições foi quantitativa, e a produtividade da base de recursos naturais, fundamental à sustentabilidade, ainda não foi contabilizada em seus diferentes fatores nas definições de produtividade agrícola. A noção de sustentabilidade agrícola tem sido, assim, de uso limitado para formuladores de políticas e pesquisadores, na tentativa de determinar os efeitos das várias políticas e tecnologias.

Definida de forma ampla, sustentabilidade significa que a atividade econômica deve suprir as necessidades presentes, sem restringir as opções futuras. Em outras palavras, os recursos necessários para o futuro não devem ser esgotados para satisfazer o consumo de hoje. Os livros definem renda como a quantidade máxima que pode ser consumida no presente ano, sem reduzir o potencial de consumo nos anos futuros (isto é, sem consumir os bens de capital).

Os sistemas de contabilidade, tanto das empresas como dos países, incluem uma cota de consumo de capital. Esse custo, uma depreciação anual do capital, é subtraído da receita líquida no cálculo da renda anual. Como outras formas de capital, a base de recursos naturais proporciona um fluxo de benefícios econômicos ao longo do tempo, mas as mudanças em sua produtividade tem escapado historicamente aos registros contábeis. As mudanças no capital humanamente construído têm preferência nos sistemas contábeis, implicando que a produtividade do recurso natural é de valor insignificante nos atuais sistemas de produção. Países, empresas e agricultores justificam a depreciação de recursos materiais, tais como edificações e tratores, na medida em que estes desgastam-se ou ficam obsoletos, mas ignoram as mudanças ocorridas na capacidade produtiva dos recursos naturais.

Todavia, uma série de evidências mostram que a produtividade dos recursos agrícolas pode ser tudo, menos estática. A erosão e a salinização podem ter enormes impactos sobre a produtividade

dos solos agricultáveis. A deterioração e a contaminação podem danificar os recursos hídricos. Os poluentes lixiviados dos cultivos podem reduzir drasticamente a produtividade dos ecossistemas e encurtar a vida de um reservatório.

As práticas atuais de contabilidade simplesmente não contemplam essas perdas. O solo pode sofrer erosão, os recursos hídricos podem ser degradados ou contaminados, a vida silvestre pode ser envenenada e os reservatórios entulhados com sedimentos, mas as perdas não têm um impacto aparente sobre o valor privado ou público da agricultura. Nenhuma taxa de depreciação é aplicada sobre os atuais rendimentos em função da degradação desses recursos, mesmo que as perdas ocorridas em sua produtividade ameacem receitas futuras. Os procedimentos padrão de prestação de contas representam erroneamente uma diminuição da riqueza como um aumento da receita.

Esta inobservância em relação ao capital natural tem sido justificada a partir de duas linhas de raciocínio. Uma delas é a de que a escala da economia humana é pequena em relação à quantidade de capital natural. A outra é a de que o capital humanamente construído é um substituto quase perfeito para o capital natural. Entretanto, nenhuma dessas suposições se sustenta no mundo de hoje. Quanto à primeira delas, a escala econômica mundial é enorme, e abundam evidências de degradação e esgotamento de recursos. Em relação à segunda, os recursos naturais são mais apropriadamente vistos como complementos ao capital humanamente construído do que como substitutos diretos do mesmo. A tecnologia agrícola, por exemplo, teria um desempenho muito melhor em solos saudáveis do que em solos degradados.

Se a sustentabilidade é compreendida como a capacidade de um sistema de manter sua produtividade quando submetido a estresses e perturbações, então, de acordo com princípios básicos de contabilidade, os sistemas de produção que danificam a es-

trutura do solo ou exaurem seus nutrientes, matéria orgânica ou biota, são insustentáveis.

Se o solo fosse depreciado como outros recursos, a sustentabilidade agrônômica poderia ser quantitativamente determinada. Práticas produtivas que degradassem a produtividade do solo resultariam em rendimentos reduzidos, e seriam, portanto, *depreciativas*. Inversamente, as práticas que aumentassem a produtividade do solo seriam *apreciativas*.

O mesmo padrão de comparação pode ser usado para medir o lençol freático, as bacias hidrográficas e até a saúde humana. Se uma prática produtiva utiliza um recurso além de sua capacidade de recuperação, esta utilização do recurso é insustentável. A extração das águas subterrâneas, a poluição de um ecossistema além de sua capacidade de absorção e a deterioração da saúde humana pelos agrotóxicos são, da mesma maneira, insustentáveis. Todos são formas de consumo de capital e deveriam ser tratados como tal nos sistemas de contabilidade. De fato, se as mudanças ocorridas na produtividade dos recursos naturais forem ignoradas, a degradação dos mesmos também será ignorada, se não garantida.

*Um modelo de contabilização dos recursos naturais.* O exemplo a seguir, retirado de estudos feitos em sistemas agrícolas na Pensilvânia e em Nebraska, mostra como podem ser aplicados os métodos de contabilização de recursos naturais. As Tabelas 1 e 2 comparam a receita líquida da unidade de produção agrícola e o valor econômico líquido por acre para uma rotação convencional de milho-soja na Pensilvânia, com e sem os custos de depreciação dos recursos naturais. A Tabela 1, coluna 1, mostra uma análise financeira convencional da receita agrícola líquida. A margem operacional bruta - venda das colheitas menos os custos de produção variáveis - é mostrada na primeira linha (\$75). Como as análises convencionais não consideram a depreciação dos recursos naturais, a margem bruta e a receita operacional líquida da unidade de produção agrí-

cola são as mesmas. Acrescentando-se os subsídios governamentais (\$16) obtém-se a receita líquida (\$91).

Tabela 1  
*Renda líquida da propriedade:  
 contabilidade convencional x contabilidade de recursos naturais (\$/acre/ano)*

<i>Item</i>	<i>Contabilidade convencional</i>	<i>Contabilidade dos recursos naturais</i>
Margem bruta operacional	75	75
Menos, depreciação do solo	-	24
Renda líquida operacional	75	51
Mais, subsídios do governo	16	16
Renda líquida da unidade de produção agrícola	91	67

Tabela 2  
*Valor econômico líquido:  
 contabilidade convencional x contabilidade de recursos naturais (\$/acre/ano)*

<i>Item</i>	<i>Contabilidade convencional</i>	<i>Contabilidade dos recursos naturais</i>
Margem bruta operacional	75	75
Menos, depreciação do solo	-	24
Renda líquida operacional	75	51
Menos, custos da erosão do solo externos à propriedade	-	49
Valor econômico líquido	75	2

Quando se inclui a contabilização dos recursos naturais, a margem operacional bruta é reduzida com os custos de depreciação do solo (\$24), obtendo-se assim a receita líquida (\$51) (Tabela 2, coluna 2). A indenização pela depreciação é uma estimativa do valor atual das perdas futuras, devido ao impacto da produção sobre a qualidade do solo. Os mesmos subsídios pagos pelo gover-

no, anteriormente mencionados, são acrescentados para determinar a receita líquida da unidade de produção agrícola (\$67).

Na determinação do valor econômico líquido (Tabela 2, coluna 2) são subtraídos \$49 a título de ajuste relativo aos custos gerados pela erosão do solo para além das fronteiras da unidade produtiva (sedimentação, impactos sobre o lazer e a pesca e impactos sobre os usuários localizados a montante no curso d'água). O valor econômico líquido também inclui a indenização pela depreciação do solo da propriedade, mas exclui qualquer tipo de subsídio. Mesmo que os agricultores não se responsabilizem diretamente pelos custos externos à sua unidade de produção agrícola, estes custos financeiros reais serão atribuíveis à produção agrícola e, como tal, devem ser considerados no cálculo do valor econômico líquido valorado para a sociedade. Os subsídios, em contraste, são uma transferência dos contribuintes do imposto de renda para os agricultores, não uma renda gerada pela produção agrícola, sendo, assim, excluídos dos cálculos do valor econômico líquido. Neste exemplo, quando estes ajustes são feitos, uma renda de \$91 na contabilidade financeira convencional torna-se um ganho de apenas \$2 na contabilidade financeira total.

### *Base metodológica*

Métodos analíticos foram utilizados visando qualificar os custos e os benefícios econômicos e ambientais de uma ampla gama de intervenções políticas, a partir dos dados gerados por quatro estudos de caso realizados em três países em desenvolvimento - Índia, Chile e Filipinas - e de uma extensa análise de dois estudos de caso previamente publicados nos Estados Unidos. Essa metodologia foi empregada na análise dos custos ambientais das políticas agrícolas em termos físicos e monetários, de modo

que os custos e benefícios das políticas alternativas pudessem ser comparados.

Este conjunto de estudos encontra-se amparado por métodos de contabilidade dos recursos, ao mesmo tempo que procura aperfeiçoá-los, o que é um meio relativamente simples de atingir medidas quantitativas de sustentabilidade. A produtividade do solo, a rentabilidade da propriedade, os impactos ambientais regionais e os custos fiscais do governo podem ser todos incluídos em uma estrutura de contabilização dos recursos naturais. Nos seis estudos aqui apresentados, os autores comparam a rentabilidade em contextos políticos alternativos e a economia dos sistemas de produção convencionais e alternativos quando são incluídos os recursos naturais. Essas foram omissões importantes nos estudos anteriores, uma vez que a justificativa primeira para a agricultura sustentável desaparece se os impactos da atividade agrícola sobre os recursos naturais não forem levados em conta. Além disso, qualquer tendência na política agrícola atual contra certos tipos de práticas também se refletirá na análise, mesmo não tendo sido detectada.

Cada estudo de caso focaliza um ou mais impactos significativos das práticas predominantes em uma área. Para avaliar as possíveis melhorias, as práticas alternativas que poderiam ajudar a aliviar o problema são consideradas em cada caso particular. Dados suplementares para cada estudo de caso derivam de pesquisas anteriores nas regiões em análise. Nos estudos dos Estados Unidos e das Filipinas, os dados agrônômicos completos e as informações necessárias na estimativa dos orçamentos e dos importantes impactos ambientais ou surgiram de experiências de campo de longo prazo ou foram gerados por meio de sofisticados instrumentos analíticos e de coleta de informações. No estudo de caso chileno, os autores contaram com dados relativos a impactos para solos e climas semelhantes em outras áreas, e, parametricamente, determinaram o ponto em que as perdas econômicas

causadas pela degradação do solo desencadeariam uma tendência na diminuição de sistemas produtivos menos degradadores do meio ambiente.

Em todos os estudos, os objetivos principais foram determinar a rentabilidade inerente às práticas de produção em diferentes contextos agrícolas, estimar a extensão das tendências e distorções da política agrícola e apontar, às políticas alternativas, o caminho em direção a uma maior sustentabilidade na agricultura. O fio condutor foi metodológico: cada pesquisa buscou quantificar os principais impactos ambientais ou sobre a saúde do sistema de cultivo predominante na área em estudo.

### *Estudos de caso*

*Índia:* o estudo de caso indiano focaliza alternativas à produção convencional de arroz irrigado-trigo na Ludhiana, um dos doze distritos administrativos no Estado de Punjab, no Nordeste do país. Esse sistema de cultivo requer altas doses de fertilizantes inorgânicos e agrotóxicos, aração profunda e repetida, e uso intensivo de água do lençol freático. Nessa região semi-árida, mais de 96% do distrito é irrigado por água de poços. Os subsídios à eletricidade estimulam o uso excessivo de água, e os níveis do lençol freático estão diminuindo cerca de 0,8 metros por ano. O uso da água é, portanto, insustentável.

Oito combinações de plantios, irrigação e práticas de fertilização foram analisadas para a rotação arroz irrigado-trigo, a principal, e outras três combinações para milho-trigo. Foram testados três níveis de uso de água para a rotação arroz irrigado-trigo: uso em excesso, uso recomendado e uso abaixo dos níveis recomendados. Métodos convencionais e “conservacionistas” de cultivo do solo foram também comparados. Os dois sistemas de rotação de culturas (arroz irrigado-trigo e milho-trigo) foram também

analisados sob três diferentes regimes de gerenciamento de solo-fertilidade: dependência completa de fertilizantes inorgânicos, misto de fertilizantes inorgânicos e esterco e misto de fertilizantes inorgânicos e um adubo verde, a sesbania.

Foram comparados, além disso, os valores financeiros e econômicos para cada prática. Por definição, o valor financeiro – receita líquida agrícola (RLA) de uma prática – reflete os custos atuais e futuros, incluindo aqueles referentes à depreciação dos recursos hídricos e do solo, mas ignora os danos ambientais externos à propriedade sofridos por terceiros. Em contraste, o valor econômico para a sociedade – valor econômico líquido (VEL) – inclui uma categoria desses custos externos à propriedade (limpeza e remoção de sedimentos), bem como os custos dentro da propriedade. Comparando os dois valores, o VEL revelou que as práticas de conservação de recursos são mais rentáveis aos agricultores e mais valiosas para a sociedade.

Foram testadas cinco opções políticas. Esses cenários políticos são combinações de regimes subsidiados *versus* regimes sem subsídios para fertilizantes, eletricidade e safras:

a) *política corrente*, representada por preços subsidiados para fertilizantes e eletricidade utilizada no bombeamento da água para irrigação, e preços controlados para mercadorias cujos preços estão abaixo dos preços mundiais;

b) *eliminação dos subsídios ao consumo* e cálculo dos preços ao consumidor com base no valor social das mercadorias. Os preços dos insumos permanecem inalterados;

c) *eliminação de subsídios aos insumos*, utilizando preços que refletem o custo destes para a sociedade. Os preços das mercadorias são estabelecidos abaixo dos preços nacionais, como na política corrente;

d) *eliminação de subsídios às mercadorias e aos insumos* utilizando como referência os custos sociais das mercadorias ao invés dos pre-

ços dos insumos (excluindo fatores externos como a poluição do lençol freático) e preços sombra (*shadow prices*) para as mercadorias;

e) *livre comércio*, visando representar hipoteticamente uma situação econômica totalmente sem distorções.

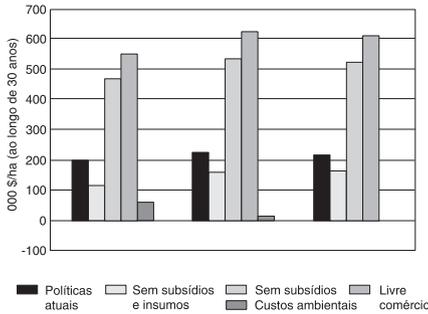


Figura 13

*Renda líquida da propriedade e custos ambientais das práticas predominantes de plantio de arroz irrigado-trigo mais conservadoras de recursos na Ludhiana.*

A Figura 13 mostra a renda líquida da unidade de produção agrícola e os custos líquidos ambientais para o conjunto de práticas produtivas hoje predominantes e para dois outros conjuntos de práticas que se revelaram mais rentáveis e conservadoras dos recursos ambientais no sistema de cultivo arroz/trigo. Para cada uma, a renda líquida da unidade de produção agrícola é dada em quatro dos cinco cenários políticos testados. Na política atual, a prática predominante gera uma renda líquida de 198 mil rúpias por hectare por mais de trinta anos. Da mesma maneira, a depreciação das bacias hidrográficas, do solo e os custos externos à propriedade têm um valor social de 57 mil rúpias a mais do que um quarto da renda bruta. Em contraste, a prática que mais conserva os recursos ambientais (terceiro grupo da figura 13) tem uma renda líquida 9% maior e nenhum custo ambiental.

Essa figura também mostra que, embora a renda líquida diminua quando se eliminam os subsídios aos insumos independentemente das práticas produtivas utilizadas, o impacto é maior para a prática predominante, que depende mais dos insumos subsidiados. Quando se eliminam os subsídios tanto destes últimos quanto das mercadorias, a renda líquida para

cada prática mais do que duplica. De maneira implícita, então, os agricultores estão sofrendo a cobrança de taxas porque os preços das mercadorias estão sendo mantidos artificialmente baixos. Em um comércio livre, a renda aumentaria ainda mais. Em cada um desses contextos, a rentabilidade nos regimes de conservação de recursos ambientais fortalece a atividade agrícola mais do que num regime de degradação de recursos.

O esgotamento do lençol freático é o efeito mais oneroso e aparentemente inevitável das práticas convencionais de produção na rotação arroz irrigado-trigo em Ludhiana. A combinação de solos porosos e clima árido inevitavelmente tornará insustentável o uso do lençol freático. Mesmo com o uso de água 20% abaixo do recomendado, o lençol freático pode, ainda, diminuir. Se não forem desenvolvidas práticas de produção que reduzam o uso da água, qualquer sistema de cultivo de arroz pode ficar insustentável nessa região.

O sistema predominante de plantio de arroz-trigo em Ludhiana é muito mais danoso em termos ambientais, menos rentável para os agricultores e de muito menos valor para a sociedade do que os sistemas alternativos, que conservam os recursos naturais. De fato, o atual valor líquido da depreciação do lençol freático, calculado com taxas de eletricidade subsidiadas, equipara-se a 6% da margem operacional bruta. Em conseqüência, concluem os autores, o reajuste de preços, as pesquisas sobre o manuseio dos recursos hídricos e as alternativas/sistemas de cultivo e melhor monitoramento do problema do lençol freático são todos necessários para colocar em condições mais sustentáveis a agricultura da Ludhiana.

*Chile:* o estudo chileno focaliza simultaneamente os setores de produção de trigo comercial e camponês. Para fornecer um quadro mais realista do valor da produção agrícola, foram incorporadas perdas estimadas na produtividade do solo nos cálculos da renda líquida para alternativas de produção em ambos os setores. A con-

clusão inevitável é que os agricultores poderão enfrentar perdas financeiras maiores se a erosão do solo, causada pelas práticas convencionais e tradicionais, continuar afetando as safras.

Mais de 70% de todas as unidades de produção agrícola do Chile têm menos de 5 hectares de extensão. Essas pequenas unidades camponesas ocupam menos de 10% de toda a terra agricultável. A maioria está situada em terras marginais e sua produtividade é baixa. As propriedades comerciais, em contraste, enquanto totalizam somente 4% de todas as propriedades, são responsáveis por 44% de toda a produção. Nessas áreas, o uso de fertilizantes e produtos químicos é significativo, o acesso à irrigação é amplo e a produção de trigo é cerca de três vezes a produção atingida nas terras dos pequenos agricultores.

As práticas convencionais na agricultura comercial foram comparadas às práticas alternativas orgânicas, bem como às práticas tradicionais no setor camponês. A área sob cultivo, a depreciação do solo, a utilização da mão-de-obra e a renda setorial líquida foram contabilizadas para os oito contextos econômicos. Os custos externos à propriedade não foram estimados, mas os danos externos por tonelada de solo erodido, que causaram uma mudança no valor econômico das práticas comerciais de plantio, foram analiticamente determinados.

Nos oito cenários, as três alternativas convencionais e orgânicas para a agricultura comercial e as duas tradicionais e três orgânicas para a produção de trigo ao nível do pequeno agricultor implicam vários níveis de uso de insumos. A mão-de-obra e a tração animal substituíram os herbicidas, e a combinação de fertilizantes e quantidades é variada. As informações sobre as alternativas comerciais e orgânicas derivaram de estudos agronômicos de curto prazo realizados em centros de pesquisa no Chile. As diferentes práticas representam aquelas predominantes no Chile Central, bem como as tecnologias orgânicas experimentais disponíveis atualmente.

Os oito contextos foram administrados usando-se um modelo de programação linear. Este fornece estimativas para a alocação de terras, produção de trigo, fatores correspondentes de produção, depreciação do solo, taxas implícitas de salário para os pequenos agricultores, demanda de mão-de-obra e renda líquida total. O modelo simula as opções que fazem os agricultores comerciais e camponeses para maximizar as suas rendas líquidas. A partir daí, distribui a terra de modo otimizado para determinadas práticas, de acordo com as vendas da safra, custo de produção, depreciação do solo e obstáculos à produção (como a disponibilidade de terra ou mão-de-obra na própria família do camponês). Foi testada uma série de cenários, incluindo categorias salariais alternativas para a mão-de-obra, preços alternativos para fertilizantes e produtos químicos, uma taxa menor de desconto para os camponeses e um preço mais elevado para o trigo (pressupondo-se uma tendência para o livre comércio mundial).

Os resultados sugerem que, com a estrutura atual de preços, custos e benefícios dos métodos orgânicos, os pequenos agricultores têm incentivos para adotar práticas orgânicas. Entretanto, estas têm maior demanda de mão-de-obra e atingem produções bem menores no contexto comercial do que nas pequenas propriedades; assim, os agricultores comerciais não têm estímulo financeiro para voltarem-se às tecnologias orgânicas. A adoção de práticas alternativas de agricultura parece limitada pela disponibilidade de alternativas rentáveis no setor comercial e pela instabilidade econômica e iniciativas pouco abrangentes no setor camponês.

*Filipinas:* diferentes estratégias de controle de pragas têm diversos efeitos ecológicos e sobre a saúde humana, dependendo do tipo, quantidade e plano de aplicação. A economia de quatro estratégias de controle de pragas para a plantação de arroz, nas Filipinas, foi examinada nesse estudo de caso para que, mais tarde, pudessem ser compreendidos os impactos mais amplos do controle de pragas e no uso de agrotóxicos sobre a produtividade:

a) *proteção completa*: exige, em média, nove pulverizações, sendo três para cada uma das etapas vegetativa, reprodutiva e de amadurecimento, e, às vezes, duas pulverizações durante o preparo das sementeiras;

b) *método de limite econômico*: exige tratamento somente quando é atingido um limite preestabelecido para o prejuízo econômico. Em geral, a pulverização é desnecessária e duas aplicações são suficientes;

c) *controle natural*: deixa o controle de pragas para a dinâmica predador-presa do ecossistema do arroz. O gerenciamento focaliza a preservação ou criação de ambientes hospitaleiros para predadores através do manuseio do solo e seleção de variedades de plantas e de espécies alternativas de hospedeiro;

d) *prática do agricultor* (prática corrente no local): mais comumente, duas a três pulverizações durante a safra. Utilização comum de produtos químicos extremamente perigosos.

Após serem feitos exames físicos e laboratoriais detalhados nos agricultores na área em estudo e colhidas informações sobre suas práticas no uso de agrotóxicos, calcularam-se os custos de tratamento para recuperar as condições de saúde dos camponeses. Quando esses custos são ignorados, a prática do agricultor e o controle natural parecem os métodos mais econômicos, dependendo se o período é de chuva ou seca. Ambas as práticas têm benefícios líquidos maiores do que o limite econômico ou as práticas de proteção completa. As mudanças no preço dos insumos têm impacto maior sobre os benefícios relativos. Os agricultores que utilizam as práticas correntes ou o controle natural obtêm mais benefícios em contextos de altos preços de agrotóxicos, conjugados com um alto preço dos produtos.

Quando são considerados seus próprios custos com saúde, entretanto, o controle natural é sempre a melhor estratégia econômica para os agricultores. Esse tipo de controle gera mais benefícios do que os outros tratamentos, inclusive a prática dos

agricultores. A proteção completa gera 50% a menos de benefícios líquidos do que outras práticas. Esses resultados são mantidos sob uma variedade de alternativas de avaliação de insumos e produtos.

A Figura 14 apresenta os benefícios líquidos e custos com saúde de cada uma das quatro práticas de controle de pragas. Os benefícios líquidos da prática e do biocontrole feito pelos agricultores, não incluindo custos com saúde, são quase idênticos aos cerca de 14.000 pesos por hectare na temporada de estio.

Os custos com saúde para a prática dos agricultores totalizam cerca de 720 pesos por período, ou 5% dos benefícios líquidos. Uma vez que o biocontrole não envolve agrotóxicos, não há custos com saúde associados. Para a prática de controle completo, os benefícios líquidos totalizam 11.846 pesos por hectare a cada período. Os custos com saúde para essa prática são de 7.500 pesos, ou mais de 60% dos benefícios líquidos. Incluídos esses custos, os benefícios líquidos seriam somente de 4.396 pesos. Mesmo para a prática econômica limite, os custos com saúde chegam a mais de 9% dos benefícios líquidos.

Em circunstâncias normais – sugerem esses resultados – a opção pelo controle natural de pragas é geralmente a mais econômica. Além disso, quando são incluídos os custos com saúde relativos a agrotóxicos, o controle natural gera os maiores benefícios, mesmo para os agricultores avessos a riscos. Por esta razão, os autores sugerem que as estratégias alternativas de tratamento das pragas devem ser desenvolvidas em um contexto mais amplo

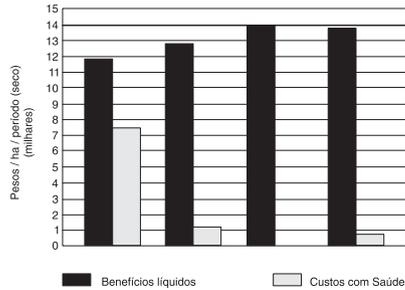


Figura 14

*Benefícios líquidos e custos com saúde das estratégias alternativas de controle de pragas nos plantios de arroz em baixadas irrigadas.*

de saúde e de ecologia. As políticas nacionais para os agrotóxicos devem restringir rigorosamente o uso dos produtos mais perigosos na plantação de arroz e eliminar todos os subsídios ao uso desses agrotóxicos.

*Estados Unidos*: estudos de caso na Pensilvânia e em Nebraska comparam os sistemas de agricultura convencional comumente utilizados, que dependem do uso de fertilizantes e agrotóxicos, com os sistemas alternativos, que dependem de rotações de cultura e práticas de plantio que mantêm a fertilidade do solo, o controle de umidade e o manejo de pragas. Nos dois estudos, cinco opções de política foram testadas para determinar seus obstáculos e incentivos aos agricultores:

- a) os programas de produtos básicos de 1985;
- b) os programas de produtos básicos de 1990;
- c) o Integrated Farm Management (IFM) Program Option,<sup>15</sup> com o objetivo de promover práticas sustentáveis de produção;
- d) o chamado Teste Dunkel, uma proposta colocada em evidência nas discussões em uma rodada de negociações para o General Agreement on Tariffs and Trade (GATT);<sup>16</sup>
- e) uma taxa sobre fertilizantes e agrotóxicos.

Nesses dois estudos, que atualizam pesquisas anteriores registradas em *Paying the Farm Bill* (Faeth et al., 1991), as estimativas dos custos ambientais são baseadas em detalhes físicos, agronômicos e padronização do solo, água e transporte de produtos químicos do campo e as implicações desses processos para a qualidade da água e fertilidade do solo, enquanto as estimativas físicas são ampliadas para abranger o desaparecimento do carbono do solo. As conclusões continuam as mesmas do estudo anterior: os programas norte-americanos de suporte à renda da propriedade desesti-

---

<sup>15</sup> Gerenciamento Integrado da Agricultura.

<sup>16</sup> Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio.

mulam a conservação do solo. Os obstáculos relativos à extensão em acres e os programas de produtos que contemplam somente sete tipos de plantio colocam em desvantagem financeira as rotações de cultura que conservam os recursos naturais, apesar destas práticas agrícolas, que reduzem a erosão do solo e melhoram sua produtividade, trazerem muitos benefícios à sociedade como um todo. As práticas convencionais subsidiadas podem gerar grandes perdas econômicas líquidas para o país através da erosão do solo ou dos danos às áreas de recreação, pesca e navegação.

Outra conclusão é que as mudanças recentes na legislação agrícola não asseguram os incentivos necessários para a sustentabilidade. As interpretações do poder executivo para as leis impediram, ao máximo, as melhoras no gerenciamento dos recursos. Realmente, a estrutura básica de incentivos dos programas agrícolas norte-americanos trabalha contra o gerenciamento correto dos recursos. Os agricultores são pagos de acordo com o que produzem, conforme os “programas de plantio”. Qualquer prática que reduza a extensão em acres desse pequeno conjunto de programas de plantio reduz o apoio do governo. Em outras palavras, os agricultores que fazem plantios sem programação para controlar pragas e manusear a fertilidade do solo receberiam menos apoio do governo do que aqueles que participaram dos programas, mas não observaram os impactos ambientais.

A figura 15 mostra os valores econômicos líquidos e os problemas de pagamento por parte do governo para as principais rotações de cultura

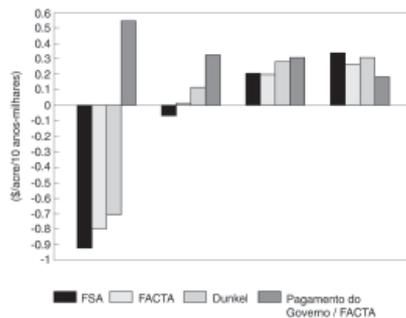


Figura 15

*Valor econômico e líquido e deficiências de pagamento da parte do governo para quatro práticas de produção na Pensilvânia.*

no estudo de caso da Pensilvânia. Dois aspectos desses resultados são surpreendentes. Primeiro, em qualquer contexto político as práticas alternativas têm um valor muito maior para a sociedade do que as práticas convencionais. A plantação contínua de trigo, em particular, representa perdas, em mais de uma década, superiores a \$90 por acre por ano, com o programa de agricultura em uso. Porém, apesar dessas perdas econômicas, um agricultor que utilizasse essa prática receberia do governo mais de \$50 por acre ao ano. Segundo, para esse estudo de caso, os pagamentos do governo diminuem na medida em que o valor econômico aumenta – quanto maior o valor econômico, menor é o pagamento do governo. A natureza perversa do programa agrícola em uso fica clara nessa figura.

Duas outras descobertas também merecem registro. Primeiro, ao passar no Congresso, o programa do IFM parecia aumentar a rentabilidade das práticas habilitadas. Mas quando foi implementado pelo United States Department of Agriculture (USDA),<sup>17</sup> o programa reduziu a rentabilidade, uma explicação para a falta de interesse no programa do IFM pelos agricultores. Segundo, devido ao aumento da “flexibilidade” na legislação agrícola de 1990, a proposta de Dunkel não exigiria mudanças radicais na política norte-americana, mas aumentaria a renda para as práticas testadas aqui.

O desafio para os políticos ligados à agricultura é criar incentivos para os agricultores adotarem práticas rentáveis, mas em conformidade com o que seja mais econômico para a sociedade. A pesquisa indica claramente que os programas de apoio financeiro direto não deveriam ser atrelados à produção de mercadorias, mas à necessidade financeira e às práticas de gerenciamento seguro em termos ambientais.

---

<sup>17</sup> Ministério da Agricultura dos Estados Unidos.

Vários temas importantes surgiram da análise desses estudos de caso.

a) A análise econômica que exclui o valor das mudanças na produtividade dos recursos naturais ou os fatores externos aumentará o valor das práticas que degradam os recursos e reduzirá o valor daquelas que os conservam. Essa premissa mantém-se verdadeira em todos os estudos examinados aqui. Em alguns exemplos, como o esgotamento do lençol freático no Punjab, os custos de saúde nas Filipinas e os danos às águas de superfície pela erosão na Pensilvânia, os custos são um importante componente da margem operacional bruta. Além disso, os custos das práticas degradadoras podem tornar negativo até mesmo o valor econômico líquido das práticas financeiramente rentáveis. Inversamente, se forem considerados os custos e benefícios, as práticas conservadoras de recursos podem, ao gerar benefícios significativos ou evitar grandes gastos, tornar-se a opção certa, tanto do ponto de vista privado quanto público.

b) As práticas de produção conservadoras de recursos podem concorrer econômica e financeiramente com as convencionais. Quando é apresentado um quadro mais nítido da produtividade agrícola, incluindo os custos e benefícios dos recursos, as práticas que conservam ou aumentam os bens naturais são economicamente tão boas ou melhores do que as práticas predominantes. Cinco dos seis estudos de caso demonstram isso. (A produção comercial no Chile é uma exceção.) Em quatro casos, uma prática de produção que reduzia a degradação dos recursos provou ser financeira e economicamente superior às convencionais. Em uma delas (Nebraska), uma alternativa de conservação de recursos mostrou-se competitiva em um ou dois pontos percentuais do sistema dominante.

c) As políticas que desprezam o uso da produtividade dos

recursos naturais na agricultura podem diminuir a sustentabilidade e causar perdas econômicas e fiscais significativas. Isso é demonstrado pelos estudos de caso da Índia, Filipinas e Estados Unidos. No Punjab, amplos subsídios à eletricidade estimulam o excesso de uso do lençol freático. Nas Filipinas, os preceitos ignoram os custos com saúde associados aos agrotóxicos e, nos Estados Unidos, os subsídios à renda da propriedade são maiores para os agricultores que utilizam as práticas que mais contribuem para a degradação dos recursos.

Em cada exemplo, as políticas oficiais trabalham contra a sustentabilidade. Elas estimulam as práticas de produção que têm valor econômico líquido mais baixo do que as práticas que conservam recursos, além de aumentar os subsídios e transferir o fardo aos que pagam impostos. Cada estudo também mostrou como as políticas agrícolas podem ser reformuladas no sentido de aumentar a sustentabilidade, melhorar os ganhos líquidos e reduzir as despesas com impostos. Essa sinergia não é possível, entretanto, a menos que essas políticas reflitam uma economia justa de recursos. Nem é possível medir-se o impacto da política sobre a produtividade dos recursos, a menos que a produtividade dos bens naturais seja explicitamente justificada. Excluir o custo da degradação de recursos da contabilização na agricultura não elimina a degradação e pode incitar os políticos a adotar medidas pobres, e os agricultores, práticas pobres.

### *Recomendações*

Os estudos de caso apresentados aqui fornecem oito recomendações que estimulariam a agricultura sustentável e o desenvolvimento econômico. Elas incluem reformas institucionais, reformas políticas e melhoras nos instrumentos de monitoramento e avaliação do desempenho político.

*Recomendação 1: devem ser eliminados os subsídios que estimulam a degradação ou extinção dos recursos naturais em todos os países.*

Os responsáveis pelas políticas públicas têm a responsabilidade de proteger o bem-estar público, incluindo os recursos naturais básicos. Mas os subsídios a esses recursos e aos insumos levam ao uso ineficiente – a antítese da sustentabilidade ambiental. O estudo de caso indiano mostra como os subsídios à eletricidade levam à superexploração do lençol freático, e o estudo filipino demonstra o quanto os subsídios aos agrotóxicos podem tornar rentáveis as práticas insalubres.

A produção agrícola deveria sujeitar-se ao princípio do “pagamento pelo poluidor”. Os danos externos da agricultura poderiam ser reduzidos se os agricultores tivessem de pagar para limpar suas próprias ações poluentes. Um primeiro passo seria a taxação ou abolição dos agrotóxicos mais perigosos e o corte de subsídios para sua utilização.

Nos Estados Unidos, os poluentes agrícolas não mais deveriam receber tratamento especial. A mineração, as construções e outras indústrias devem pagar multas e taxas pela poluição que causam fora de suas propriedades. O mesmo deve ser exigido dos agricultores. As taxas nacionais ou estaduais sobre agrotóxicos e fertilizantes, baseadas em uma escala oscilante vinculada aos danos ambientais, deveriam motivar os agricultores a utilizar com eficiência esses insumos, ajudando a minimizar a poluição das águas profundas e de superfície. Essas receitas, provindas de impostos, deveriam ser destinadas à pesquisa agrícola para auxiliar os agricultores na redução de sua dependência dos agrotóxicos e fertilizantes. (Vários estados já adotaram esses programas.)

*Recomendação 2: os países industrializados devem eliminar os programas de incentivo agrícola que distorcem os indicadores econômicos para*

*os agricultores, e assim criar excedentes de produtos que necessariamente impliquem altos custos fiscais e danos ambientais excessivos.*

Os países industrializados deveriam contribuir para a sustentabilidade agrícola reestruturando suas próprias políticas agrícolas e comerciais. Suas atuais políticas sustentam as rendas agrícolas a custos fiscais e ambientais pesados e induzem extensivamente à má utilização dos recursos naturais. A estrutura da política agrícola nos países industrializados transforma em mau negócio o investimento fiscal no sustento da renda da propriedade. Essas distorções políticas afetam o desenvolvimento econômico no país e no exterior, especialmente nos países mais pobres, ao reduzir os preços mundiais dos produtos e restringir o acesso aos mercados.

Os programas de manutenção da renda da propriedade deveriam ser vinculados às necessidades e à provisão dos bens ambientais, não à produção de mercadorias. As práticas de produção que comprometem o ambiente não deveriam receber subsídio público. Os planos de pagamento deveriam depender da adoção de práticas que utilizem principalmente o manuseio biológico do solo e das pragas, conservem os recursos básicos e aumentem a produtividade ambiental. A renda da propriedade deve ser temporariamente subsidiada durante o período de conversão. Devem ser destinados fundos disponíveis somente para os agricultores que realmente necessitam de ajuda, provado através de testes indicativos, devendo-se adequar os limites de pagamento.

Os acordos internacionais, como o General Agreement on Tariffs and Trade (GATT), deveriam continuar no sentido de uma redução ou eliminação das barreiras comerciais e subsídios à produção. Cada um dos seis estudos apresentados aqui incluía um contexto que simulava a abertura de mercados globais. Em cada um deles, os benefícios dos agricultores aumentaram, e, em vários casos, a sustentabilidade foi incrementada na medida em que melhorou a renda líquida das práticas que conservam

o ambiente. O estudo de caso norte-americano mostrou que os contribuintes, os agricultores e os consumidores perdem com as políticas intrincadas atualmente em vigor. As políticas que dissociam as decisões de produção da sustentação de renda poderiam continuar a amortecer o setor primário, mas a custos fiscais e ambientais reduzidos. Essa dissociação não deve de maneira nenhuma afetar a manutenção ou reforço dos padrões fitossanitários adequados.

Estudos semelhantes aos apresentados aqui deveriam ser realizados na Comunidade Européia e no Japão para determinar os impactos ambientais e o valor econômico líquido de seus programas de apoio à agricultura. Tal pesquisa provavelmente mostraria que são possíveis grandes ganhos econômicos se as políticas agrícolas forem reformuladas.

## Reforma institucional

*Recomendação 3: as decisões sobre fundos públicos para pesquisa deveriam explicitamente levar em conta os custos ambientais e benefícios das pesquisas propostas.*

O objetivo, ritmo e direção das pesquisas na agricultura são determinantes-chave do nível de adoção das tecnologias agrícolas e do crescimento da produtividade agrícola. A pesquisa agrícola tem sido, invariavelmente, impulsionada pelos preços relativos ou escassez de terra, mão-de-obra, capital e outros fatores de produção. Desde a Segunda Guerra, a mão-de-obra e, particularmente, a terra ficaram mais dispendiosas, às vezes como resultado de obstáculos físicos (como na Ásia), às vezes como resultado de controles artificiais da oferta (caso dos Estados Unidos). Ao mesmo tempo, fertilizantes, agrotóxicos e outros insumos de produção tornaram-se relativamente menos dispendiosos. Os serviços ambientais (absorção do escoamento

agrícola, subprodutos e resíduos, por exemplo) têm sido ilimitados e sem preço determinado – livres e à disposição de qualquer produtor agrícola.

Como resultado, a produção agrícola tornou-se intensiva no uso de insumos. As estratégias de manuseio de solos e pragas privilegiaram os métodos químicos no lugar dos biológicos, e os danos ao ambiente, causados pela agricultura, aumentaram imensamente.

Enquanto isso, os critérios de avaliação dos custos e benefícios dos programas de pesquisa agrícola financiados por verbas públicas foram seriamente desvalorizados, e o valor econômico de seus impactos sobre os recursos naturais sistematicamente ignorado. Os fundos de pesquisa do governo direcionaram-se à manutenção dos sistemas convencionais de agricultura, em detrimento dos sistemas alternativos. É necessária uma reviravolta.

A pesquisa financiada por verbas públicas deveria dar mais destaque à conservação dos recursos naturais e à minimização dos efeitos colaterais da agricultura.

Na análise do custo-benefício da pesquisa agrícola, deve ser utilizada uma definição mais ampliada de produtividade agrícola, que inclua os custos e benefícios ambientais. Tal análise mostraria o grande benefício social em se usar tecnologias que conservam o meio ambiente.

*Recomendação 4: deve-se priorizar muito mais e destinar mais verbas à pesquisa das práticas sustentáveis de agricultura.*

Os estudos econômicos demonstraram que a pesquisa na agricultura convencional recebeu poucas verbas, considerando os benefícios que ela traz. Em vista dos problemas de produção nos países em desenvolvimento e dos problemas ambientais por eles disseminados mundialmente, justifica-se muito mais a destinação de verbas para a pesquisa sobre como tornar mais sustentável a produção agrícola.

Na arena internacional, o Consultive Group for International Agricultural Research (CGIAR)<sup>18</sup> é a instituição de pesquisa agrícola que mais se distingue. Seus centros produziram uma série de novas tecnologias importantes, geralmente dirigidas a cultivos individuais. Alguns centros do CGIAR desenvolveram novos programas de pesquisa e tomaram novos rumos, tendo como meta a sustentabilidade. Entretanto, ao mesmo tempo em que as responsabilidades do CGIAR aumentaram, diminuíram em termos reais os fundos de pesquisa. Na medida em que esses centros continuam seu importante trabalho e colocam novas ênfases no manuseio de recursos naturais, suas pesquisas são cada vez mais difíceis e onerosas. Devem ser criados novos fundos significativos a partir de instituições multilaterais e bilaterais de ajuda para a manutenção do trabalho do CGIAR relativo às práticas de sustentabilidade agrícola.

Nos Estados Unidos, o Sustainable Agriculture Research and Education Program<sup>19</sup> (anteriormente chamado Programa LISA) é o único programa de pesquisa que ampara o desenvolvimento de sistemas de agricultura sustentáveis. Controverso desde sua concepção, entretanto, esse programa nunca foi adequadamente financiado. Dos \$40 milhões ao ano autorizados no Projeto Agrícola de 1990, a dotação nunca ultrapassou \$7 milhões anualmente. O USDA deveria exigir e o Congresso destinar dotações completas para esse Programa.

*Recomendação 5: os centros CGIAR devem trabalhar em conjunto com os agricultores e as organizações não-governamentais de pesquisa e extensão.*

Os resultados da pesquisa do CGIAR foram divulgados por meio de sistemas nacionais de pesquisa agrícola (SNPA) aos programas de extensão e, finalmente, aos agricultores. Entretanto, o modelo de difusão sofreu várias interrupções, devido a carências,

---

<sup>18</sup> Grupo de Consultoria para Pesquisa Agrícola Internacional.

<sup>19</sup> Programa de Pesquisa e Educação em Agricultura Sustentável.

falta de pessoal treinado ou deficiências institucionais. Em alguns casos, as informações podem levar muito tempo para chegar ou mesmo não atingir os agricultores, e os centros CGIAR precisam de mais incentivo da parte dos agricultores para estimar a utilidade de seu trabalho.

As organizações não-governamentais voluntárias (ONGs) preenchem esse vazio com mais eficiência e menos custos do que o governo em muitos países. Geralmente, elas trabalham diretamente com os agricultores no desenvolvimento e promoção de tecnologias agrícolas adequadas. Por esses motivos, um número maior de centros CGIAR deveria procurar desenvolver parcerias vantajosas com as ONGs.

Ao mesmo tempo, os agricultores e as ONGs deveriam estar mais amplamente representados nas comissões coordenadoras das instituições de pesquisa. A sensibilidade e as perspectivas adicionais que eles trariam poderiam beneficiar o processo de pesquisa e ampliar também o apoio político para a pesquisa institucional nos países industrializados e em desenvolvimento.

*Recomendação 6: as agências multilaterais de desenvolvimento devem adotar métodos de contabilidade dos recursos naturais para análises de projeto agrícola.*

Milhões de dólares em empréstimos e concessões para o desenvolvimento agrícola são destinados todos os anos pelo Banco Mundial, bancos de desenvolvimento regional e agências bilaterais de desenvolvimento. Esses empréstimos totalizam grande parte dos investimentos agrícolas nos países em desenvolvimento e deram suporte a alguns dos maiores avanços na área. Todavia, nenhuma das análises econômicas posteriores a essas dotações explicitamente justifica um projeto de uso dos recursos naturais.

As instituições que mantêm esses projetos têm sofrido pesadas e freqüentes críticas pelos danos ambientais que esses investimentos implicam. O fato de os danos não serem deliberados, ou mesmo previstos, aponta para as deficiências da análise eco-

nômica convencional. Certamente, as instituições de desenvolvimento já possuem talento e recursos necessários para a análise econômica em apoio à sustentabilidade agrícola. A depreciação dos bens naturais, como acontece hoje para os bens humanos e para a valoração econômica dos fatores ambientais externos, foi causada pela produção agrícola. Os métodos de contabilização dos recursos naturais devem ser práticas-modelo na avaliação de projetos pelas instituições internacionais de desenvolvimento.

### Avaliação e monitoramento

*Recomendação 7: o monitoramento físico dos impactos ambientais da agricultura deve ser radicalmente melhorado nos países em desenvolvimento.*

O fundamento de qualquer análise da sustentabilidade agrícola deve residir em dados que descrevem o ambiente físico e os impactos físicos das opções alternativas de produção. Todavia, como demonstram os estudos de caso, com frequência falta essa informação mais básica, e os dados existentes são quase sempre incompletos em âmbito temporal ou geográfico. Para preencher esse vazio, os levantamentos de recursos naturais devem ser realizados periodicamente pelas agências de Estado de maneira a se traçarem as linhas básicas para os principais recursos agrícolas – solo e água.

As organizações internacionais como a United Nations Environment Programme (UNEP)<sup>20</sup> e a Food and Agricultural Organization (FAO)<sup>21</sup> deveriam desenvolver técnicas e instrumentos analíticos de coleta de dados simples, baratos e padronizados nos países em desenvolvimento e patrocinar o treinamento necessário para utilizá-los.

*Recomendação 8: os indicadores econômicos nacionais do setor agrí-*

---

<sup>20</sup> Programa Ambiental das Nações Unidas.

<sup>21</sup> Organização para a Agricultura e Alimento.

*cola, registrados em estatísticas oficiais e em análises políticas, devem expressar o esgotamento e a degradação dos recursos naturais.*

Os métodos atuais para determinar a renda nacional e setorial podem estar conduzindo terrivelmente mal os indicadores do desenvolvimento econômico sustentável. Deliberadamente, os registros da renda nacional ignoram os bens naturais, pressupondo que a produtividade desses recursos é irrelevante para a saúde econômica nacional. Nada pode estar mais longe da verdade, especialmente para os países e setores econômicos como a agricultura que dependem dos recursos naturais.

Os poucos estudos comparativos dos métodos de cálculo da renda nacional, utilizando o registro dos recursos naturais e convencionais, mostram que o que se considera renda, na verdade, significa perdas na forma de esgotamento e degradação dos recursos naturais. Como a exaustão dos recursos é realmente uma forma de consumo de capital, os métodos convencionais de contabilização superestimam a renda e desviam-se do planejamento econômico. Somente quando a depreciação dos bens naturais for tratada com a mesma seriedade que a depreciação dos bens humanos, os políticos e a população conhecerão a realidade; enquanto isso não acontecer, a sustentabilidade continuará um castelo no ar.

Pode ter havido um tempo no desenvolvimento do mundo econômico em que os recursos naturais eram superabundantes e outras prioridades econômicas tão prementes, que a condição dos recursos naturais poderia ser ignorada sem graves consequências. Esse tempo há muito já passou. Todavia, embora muitos economistas de recursos e da área agrícola tratem com tanta dedicação os recursos naturais e as questões ambientais, o meio ambiente é ainda “hipoteticamente presumido” pelos políticos e modelos econômicos. Ao situá-lo fora do âmbito macroeconômico e da análise econômica setorial, os economistas poderão estar enganando os políticos e a população em geral.

## CONCLUSÃO

A agricultura camponesa em todo o mundo está passando por um processo de empobrecimento sistemático. As populações aumentaram, as propriedades rurais estão ficando menores, o ambiente está se degradando e, *per capita*, a produção de alimentos estagnou ou está diminuindo. Frente a essa crise, que vem-se aprofundando, uma importante medida nos programas de desenvolvimento rural deve ser a prevenção do colapso da agricultura camponesa, tornando-a mais sustentável e produtiva. Tal transformação somente poderá ocorrer se os projetos perceberem o potencial de contribuições da agroecologia e as incorporarem a estratégias de desenvolvimento que, ao mesmo tempo:

a) melhorem a qualidade de vida dos camponeses que hoje produzem em pequenas propriedades e/ou em terras marginais, com o desenvolvimento de estratégias de subsistência ecologicamente fundamentadas;

b) aumentem a produtividade da terra daqueles agricultores que competem no mercado, através do planejamento e promoção de tecnologias de baixo uso de insumos que reduzam os custos de produção;

c) promovam a geração de renda – e trabalho – através do planejamento de tecnologias apropriadas que aumentem o valor agregado do que é produzido dentro das pequenas propriedades, particularmente na área de processamento de alimentos.

As técnicas agroecológicas podem produzir altas colheitas de diversos cultivos e manter a fertilidade do solo, reduzindo a dependência do agricultor de insumos químicos de alto custo e de mercados instáveis. Os sistemas de cultivo e as técnicas especialmente adequadas às necessidades dos agroecossistemas específicos resultam em uma agricultura mais refinada, baseada em um mosaico de variedades genéticas tradicionais e aperfeiçoadas, insumos locais e técnicas, sendo cada composição ajustada a um determinado nicho ecológico, social e econômico. A idéia é otimizar o uso de recursos disponíveis no próprio local combinando os diferentes componentes do sistema agrícola, isto é, plantas, animais, solo, água, clima e população, de modo que estes complementem uns aos outros e que tenham o maior sinergismo possível.

Ao converter os sistemas de monocultura de alto uso de insumos para o manejo agroecológico, o desafio é a busca de meios de utilização dos insumos externos apenas para obter elementos em déficit no ecossistema e aumentar os recursos biológicos, físicos e humanos disponíveis. Ao utilizar os insumos externos, dá-se atenção principalmente à reciclagem máxima e ao impacto nocivo mínimo sobre o ambiente.

O desenvolvimento de agroecossistemas auto-suficientes, diversificados e viáveis economicamente surgirá de novos sistemas integrados de agricultura, com tecnologias ao alcance dos agricultores e adaptadas ao meio ambiente. Na propriedade, em nível regional e nacional, a agricultura sustentável implica necessidade de um monitoramento rigoroso e um tratamento cuidadoso dos nutrientes, água e ciclos de energia, para se obter um equilíbrio com altos níveis de produção. Os princípios do manejo incluem a captação de água e de nutrientes das bacias hidrográficas, reciclagem dos nutrientes na propriedade, manejo do fluxo de nutrientes da propriedade para os consumidores e de volta à propriedade, uso ponderado dos recursos hídricos, aumento da biodiversidade e uso de fontes renováveis de energia. Como isso

tudo não fica confinado nos limites da propriedade, a agricultura sustentável requer o manejo não somente em nível de propriedade, mas também em nível distrital, regional, nacional e, mesmo, internacional.

A conservação de energia e de recursos, a qualidade do ambiente, a saúde pública e o desenvolvimento socioeconômico justo devem ser levados em conta no processo de decisão sobre as espécies a serem plantadas, rotações, espaço entre linhas, fertilização, controle de pragas e colheita. Muitos agricultores não adotarão os sistemas alternativos se não houver uma boa perspectiva financeira através ou do aumento da produção ou da redução dos custos de produção. A adoção de diferentes posturas dependerá, primeiramente, da percepção do agricultor acerca dos benefícios a curto e médio prazo da agricultura sustentável.

É crucial que os cientistas envolvidos na busca por tecnologias agrícolas sustentáveis se preocupem com quem, finalmente, se beneficiará com elas. Isso exige que eles reconheçam a importância do fator político quando as questões científicas básicas são colocadas em discussão, e não somente quando as tecnologias são distribuídas à sociedade. Assim, o que é produzido, como é produzido e para quem é produzido são questões-chave que precisam ser levantadas, caso se queira fazer surgir uma agricultura socialmente justa. Quando tais questões são examinadas, temas como posse da terra, mão-de-obra, tecnologia adequada, saúde pública, política de pesquisas, etc., sem dúvida, emergirão.

A facilidade no acesso do agricultor à terra, água, recursos naturais, bem como a linhas de crédito, mercados e tecnologias apropriadas, é crucial para assegurar o desenvolvimento sustentável. O controle e acesso a recursos só pode ser garantido por reformas políticas ou iniciativas comunitárias bem organizadas. Cada vez mais os cientistas interessados em promover a agricultura sustentável terão de se envolver na busca de contextos políticos que promovam a sustentabilidade.

Por último, além do desenvolvimento e difusão de tecnologias agroecológicas, a promoção da agricultura sustentável exige mudanças nas agendas das pesquisas, bem como políticas agrárias e sistemas econômicos abrangendo mercados abertos e preços e, ainda, incentivos governamentais.

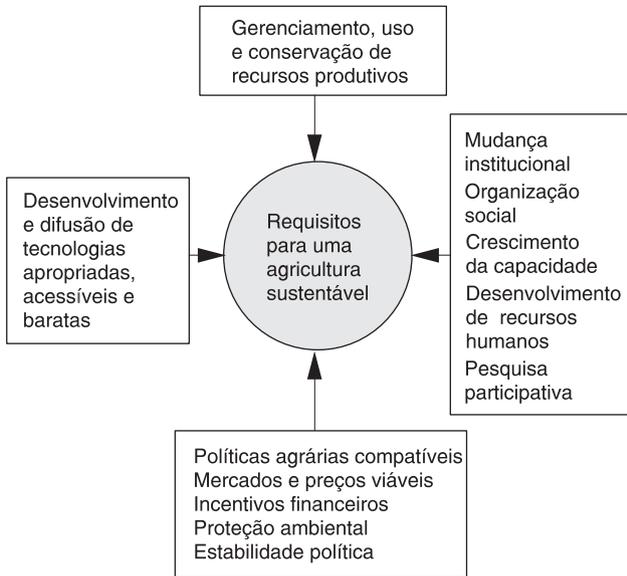


Figura 16

*Requisitos para uma agricultura sustentável.*

## REFERÊNCIAS

ALCORN, J.B. *Huastec mayan ethnobotany*. Austin: Univ. Texas Press, 1984.

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

\_\_\_\_\_. Allí donde termina la retórica sobre la sostenibilidad comienza la agroecología. *CERES*, v.124, p.33-39, 1992.

\_\_\_\_\_. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. New York: Haworth Press, 1994.

\_\_\_\_\_. The question of small development: who teaches whom? *Agric. Ecosyst. Environ.*, v.9, p.401-405, 1983.

\_\_\_\_\_. Traditional farming in Latin America. *The Ecologist*, v.21, p.93-96, 1991.

ALTIERI, M.A.; HECHT, S.B. *Agroecology and small farm development*. Boca Raton: CRC Press, 1989.

ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K.; DAVIS, J.R. Developing sustainable agroecosystems. *BioScience*, v.33, p.45-49, 1983.

ALTIERI, M.A.; MASERA, O. Sustainable rural development in Latin America: building from the bottom up. *Ecological Economics*, v.7, p.93-121, 1993.

ALTIERI, M.A.; YURJEVIC, A. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. *Agroecología Y Desarrollo*, v.1, p.25-36, 1991.

ALTIERI, M.A.; ANDERSON, M.K.; MERRICK, L.C. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conservation Biology*. v.1, p.49-58, 1987.

BERLIN, B.; BREEDLOVE, D.E.; RAVEN, P. H. General Principles of classification and nomenclature in folk biology. *Amer. Anthropol.*, v.75, p.214-242, 1973.

BRIGGS, D.J.; COURTNEY, F.M. *Agriculture and environment*. London: Longman, 1985.

BROKENSHAW, D.; WARREN, D.; WERNER, O. *Indigenous knowledge systems in development*. Washington: Univ. Press of America, 1980.

BRUSH, S.B. The natural and human environment of the central Andes. *Mt. Res. Devel.*, v.2, p.14-38, 1982.

BUNCH, R. *Case study: guinope an integrated development program in Honduras*. Oklahoma: World Neighbors, 1988.

CHAMBERS, R. *Rural development: putting the last first*. London: Longman, 1983.

CHAMBERS, R.; GHIDYAL, B.P. Agricultural research for resource-poor farmers: the farmer first and last. *Agri. Admin.*, v.20, p.1-30, 1985.

CLAWSON, D. L. Harvest security and intraspecific diversity in traditional tropical agriculture. *Economic Botany*, v.39, p.56-67, 1985.

CONWAY, G.R. Agroecosystem analysis. *Agri. Admin.*, v.20, p.1-30, 1985.

CONWAY, G.R.; BARBIER, E. B. *After the Green Revolution: sustainable agriculture for development*. London: Earthscan Publications, 1990.

DENEVAN, W.; TRACY, J.; ALCORN, J.B. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Examples of Bora Indian swidden fallows. *Interciencia*, v.96, p.346-357, 1984.

ERICKSON, C. L.; CHANDLER, K.L. Raised fields and sustainable agriculture in the Lake Titicaca basin of Peru. In: BROWDER, J.O (Ed.). *Fragile Lands of Latin America*. Boulder: Westview Press, 1989.

FAETH, P.; REPETTO, R.; KROLL, K.; DAI, Q.; HERMERS, G. *Paying the Farm Bill*. Washington, D.C.: World Resources Institute, 1991.

FINCH, C.V.; SHARP, C.W. *Cover crops in California orchards and vineyards*. Washington, D.C.: USDA Soil Conservation Service, 1976.

FRANCIS, C.A. (Ed.). *Multiple cropping systems*. New York: MacMillan, 1986.

- GLIESSMAN, S.R.; GARCIA, E.R.; AMADOR, A.M. The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. *Agro-ecosystems*, v.7, p.173-185, 1981.
- GRIGG, D.B. *The agricultural systems of the world*. London: Cambridge University Press, 1974.
- HARLAN, J.R. Genetic resources in wild relatives of crops. *Crop Science*, v.16, p.329-333, 1976.
- HARWOOD, R.R. *Small farm development - understanding and improving farming systems in the humid tropics*. Boulder: Westview Press, 1979.
- HAYNES, R.J. Influence of soil management practice on the orchard agroecosystem. *Agro-ecosystems*, v.6, p.3-32, 1980.
- HORWITZ, B. 1985. A role for intercropping in modern agriculture. *BioScience*, v.35, n.5, p.286-291.
- KANG, B.T.; WILSON, G.F.; LAWSON, T.L. *Alley cropping: a stable alternative to shifting cultivation*. Nigeria: International Institute Tropical Agriculture, 1984.
- KLEE, G.A. *World systems of traditional resources management*. New York: John Wiley and Sons, 1980.
- KNIGHT, C.G. Ethnoscience and the African farmer: rationale and strategy. In: BROKENSHAW, D. et al. (Eds.). *Indigenous knowledge systems and development*. Maryland: Univ. Press of America, 1980.
- LAMPKIN, Nicholas. *Organic farming*. Ipswich: Farming Press Books, 1990.
- LIGHTFOOT, C. Integration of aquaculture and agriculture: a route to sustainable farming systems. *Naga, the ICLARM Quarterly*, v.13, p. 9-12, 1990.
- LOCKERETZ, W.; SHEARER, G.; KOHL, D.H. Organic farming in the corn belt. *Science*, v.211, p.540-547, 1981.
- MILLINGTON, S.; STOPES, C.; WOODWARD, L. Rotational design and the limits of organic systems - the stockless organic farm? In: *Proc. Symp. British Crop Protection Council*. Cambridge, 1990.
- NAIR, P.K.R. *Soil productivity aspects of agroforestry*. Nairobi: ICRAF, 1982.

PAGE, J.B. Arable crop rotations. *J. Royal Agri. Soc. England*, v.133, p.99-105, 1972.

PRETTY, J.N. Regenerating Agriculture. *Earthscan Pub. Ltd.* London, 1995.

REDCLIFT, M.; GOODMAN, D. The machinery of hunger: the crisis of Latin America food systems. In: GOODMAN, D.; REDCLIFT, M. (Eds.). *Environment and Development in Latin America*. UK: Manchester University Press, 1991.

REGANOLD, J.P.; ELLIOT, L.F.; UNGER, Y.L. Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature*, v.330, p.370-372, 1987.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. *Farming for the future*. London: MacMillan Press, 1992.

RICHARDS, P. *Indigenous agricultural revolution: ecology and food production in West Africa*. Boulder: Westview Press, 1985.

ROBERTS, B. *Land care manual*. Kensington/Australia: New South Wales University Press, 1992.

SANCHEZ, J. B. *Conservación de recursos naturales, producción de alimentos y organización campesina*. Lima/Peru: CIED, 1989.

SUMMER, D.R. Crop rotation and plant productivity. In: RECHCIGL, M. (Ed.). *CRC Handbook of agricultural productivity*. Florida: CRC Press, 1982. v.1, p.273-313.

THURSTON, D.H. *Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems*. Boulder: Westview Press, 1992.

TOLEDO, V. M.; CARARBIAS, J.; MAPES, C.; TOLEDO, C. *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Mexico: Siglo Veintiuno, 1985.

TREACEY, J. M. Agricultural terraces in Peru's Colca Valley: promises and problems for an ancient technology". In: BROWDER, J.O. (Ed.). *Fragile lands of Latin America*. Colorado: Westview Press, 1989.

UNITED STATES Department of Agriculture (USDA). *Report and recommendations on organic farming*. Washington: USDA, 1980.

VANDERMEER, J. *The Ecology of Intercropping*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1989.

WIERSUM, K.F. (Ed.). *Viewpoints on agroforestry*. The Netherlands: Agricultural University, Wageningen, 1981.

WILKEN, G.C. Integrating forest and small-scale farm systems in middle America. *Agro-ecosystems*, v.3, p.291-302, 1977.

WILLEY, R. W. Resource use in intercropping systems. *Agric. Water Manage*, v.17, p.215-231, 1990.

WILLIAMS, B.; ORTIZ SOLORIO, C. Middle American folk soil taxonomy. *Annals of the Assoc. of American Geographers*, v.71, p.335-358, 1981.



A **Série Estudos Rurais** constitui-se de uma coleção de publicações que tem como objetivo divulgar estudos, pesquisas e obras científicas na forma de livro que focalizem temas adscritos à problemática da ruralidade e do desenvolvimento no campo das Ciências Sociais. Pretende contribuir para a compreensão dos processos rurais a partir de uma ampla variedade de enfoques analíticos, recuperando interpretações do passado e oferecendo análises sobre os temas e perspectivas emergentes que caracterizem o estado da arte das discussões sobre o desenvolvimento rural nas Ciências Sociais. A **Série Estudos Rurais** resulta de uma parceria da Editora da Editora da UFRGS com o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As normas para publicação na **Série Estudos Rurais** estão disponíveis em [www.ufrgs.br/pgdr](http://www.ufrgs.br/pgdr) (em "livros").

*Comissão Editorial:* Dr. Sergio Schneider (coordenador, UFRGS), Dra. Leonilde Sérvolo de Medeiros (CPDA/UFRRJ), Dr. Jalcione Pereira de Almeida (UFRGS), Dr. Daniel Joseph Hogan (UNICAMP), Dr. Ricardo Abramovay (USP) e Dr. José Graziano da Silva (UNICAMP/FAO-AL); editoria: Vanete Ricacheski.

### TÍTULOS PUBLICADOS

**A questão agrária na década de 90 (4.ed.)**  
João Pedro Stédile (org.)

**Política, protesto e cidadania no campo: as lutas sociais dos colonos e dos trabalhadores rurais no Rio Grande do Sul**  
Zander Navarro (org.)

**Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável (2.ed.)**  
Jalcione Almeida e Zander Navarro (orgs.)

**A formação dos assentamentos rurais no Brasil: processos sociais e políticas públicas**  
Leonilde Sérvolo Medeiros e Sérgio Leite (orgs.)

**Agricultura familiar e industrialização: pluriatividade e descentralização industrial no Rio Grande do Sul (2.ed.)**  
Sergio Schneider

**Tecnologia e agricultura familiar (2.ed.)**  
José Graziano da Silva

**A construção social de uma nova agricultura: tecnologia agrícola e movimentos sociais no sul do Brasil**  
Jalcione Almeida

**A face rural do desenvolvimento: natureza, território e agricultura**  
José Eli da Veiga

**Agroecologia (2.ed.)**  
Stephen Gliessman

**Questão agrária, industrialização e crise urbana no Brasil (2.ed.)**  
Ignácio Rangel  
(org. por José Graziano da Silva)

**Políticas públicas e agricultura no Brasil**  
Sérgio Leite (org.)

**A invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil (3.ed.)**  
Isabel Cristina de Moura Carvalho

**O empoderamento da mulher: direitos à terra e direitos de propriedade na América Latina**  
Carmen Diana Deere e Magdalena León

**A pluriatividade na agricultura familiar**  
Sergio Schneider

**Travessias: a vivência da reforma agrária nos assentamentos**  
José de Souza Martins (org.)

**Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil**  
Gervásio Castro de Rezende

**O futuro das regiões rurais**  
Ricardo Abramovay

**Políticas públicas e participação social no Brasil rural**  
Sergio Schneider, Marcelo K. Silva e Paulo E. Moruzzi Marques (orgs.)

**Agricultura latino-americana: novos arranjos, velhas questões**  
Anita Brumer e Diego Piñero (orgs.)

**O sujeito oculto: ordem e transgressão na reforma agrária**  
José de Souza Martins

**A diversidade da agricultura familiar**  
Sergio Schneider (org.)

**Agricultura familiar: interação entre políticas públicas e dinâmicas locais**  
Jean Philippe Tonneau e Eric Sabourin (orgs.)

**Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável (5.ed.)**  
Miguel Altieri

Fotolitos da capa:  
VS Digital  
Rua Dr. Celso de Oliveira, 40 - Porto Alegre, RS  
Fone (51) 3235-7777  
vsdigital@vsdigital.com.br  
www.vsdigital.com.br

Impressão e acabamento:  
Gráfica da UFRGS  
Rua Ramiro Barcelos, 2500 - Porto Alegre, RS  
Fone/Fax (51) 3308-5083  
grafica@ufrgs.br  
www.grafica.ufrgs.br