

# Mudanças climáticas e agricultura camponesa: impactos e respostas adaptativas

Miguel A. Altieri e Clara I. Nicholls

A ameaça das mudanças climáticas globais para a agricultura tem causado preocupação, uma vez que fatores climáticos indispensáveis para o desenvolvimento dos cultivos agrícolas, como a chuva e a temperatura, serão severamente afetados e certamente comprometerão a produção alimentar. Ainda que as mudanças sobre a produção agrícola tenham alcance irrestrito, seus impactos variam de uma região para outra, atingindo principalmente as regiões tropicais. Esses impactos já são percebidos nos países do Sul, onde são esperados aumentos nas precipitações, que produzirão danos aos cultivos por erosão dos solos ou, em alguns casos, por inundações. A crescente intensidade dos ciclones tropicais também provocará estragos nos ecossistemas litorâneos, enquanto que a elevação do nível do mar promoverá a salinização dos aquíferos costeiros. Em zonas semiáridas, a tendência é haver uma maior frequência e severidade das secas e do calor, condições que podem limitar significativamente o desenvolvimento e o rendimento dos cultivos.

Em muitos países, a população rural mais pobre vive em áreas marginais, em condições que a tornam muito vulnerável, já que mesmo pequenas mudanças no clima podem ter um impacto desastroso nas vidas e nos meios de sobrevivência dessas famílias. As consequências podem ser especialmente profundas para os pequenos agricultores que habitam ambientes frágeis, onde são esperadas grandes reduções na produtividade, pois eles dependem de cultivos que potencialmente serão muito afetados, incluindo alimentos básicos, como milho, feijão, batata e arroz. Muitos pesquisadores expressam grande preocupação por essas zonas onde a agricultura de subsistência é a norma, uma vez que a diminuição de apenas uma tonelada em produtividade pode levar a grandes desequilíbrios na vida rural.

Entretanto, resultados de pesquisas recentes sugerem que muitos agricultores se adaptam e inclusive se preparam para as mudanças climáticas, minimizando as perdas por meio do emprego de diversas técnicas, entre elas: maior utilização de

variedades locais tolerantes à seca; captação de água das chuvas; policultivos; agrofloresta; capinas seletivas; e coleta de plantas silvestres. Percebe-se assim que, ainda hoje, na primeira década do século XXI, há no mundo milhões de agricultores tradicionais ou indígenas que praticam diferentes tipos de agricultura e cujos manejos conferem aos agroecossistemas uma notável capacidade de resiliência frente às contínuas mudanças econômicas e ambientais, além de contribuírem substancialmente para a segurança alimentar em nível local, regional e nacional. Esses dados chamam atenção para a necessidade de se promover uma reavaliação das tecnologias tradicionais, que devem passar a ser consideradas como fonte imprescindível de informação sobre a capacidade adaptativa que exibem alguns agricultores para enfrentar as adversidades climáticas.

Apesar da reação e avanço por parte dos agricultores, é importante conhecer cada vez mais a variedade de efeitos físicos provocados pelo aquecimento global que afetarão significativa-

mente a produção agrícola. Entre eles, é necessário destacar:

- O aumento na temperatura da água do mar, bem como o derretimento parcial de geleiras, resultarão na elevação do nível do mar, representando uma ameaça às áreas costeiras, onde a drenagem da água superficial e subterrânea será afetada e haverá uma intrusão da água do mar nos estuários e aquíferos.
- O aquecimento do solo e as temperaturas mais altas do ar podem

acelerar a decomposição da matéria orgânica e dessa forma afetar a fertilidade dos solos.

- As estações de crescimento mais longas podem permitir que várias espécies de insetos-praga encontrem condições ideais para completar um maior número de gerações por ano e propiciem a proliferação de doenças nas plantas, com o conseqüente aumento de perdas nas colheitas.

As previsões em relação às mudanças climáticas, em sua maioria, apontam para uma distribuição desproporcional dos danos, que afetarão mais intensamente os pequenos agricultores do Terceiro Mundo, particularmente aqueles que já são sujeitos a regimes hídricos instáveis. Alguns pesquisadores preveem que as variações climáticas reduzirão a produção agrícola, especialmente de cultivos destinados à subsistência, gerando efeitos muito severos sobre o bem-estar de milhares de agricultores familiares. Há autores que calculam uma redução total de 10% na produção de milho na África e na América Latina no ano 2055, o que equivale a perdas de dois



Cultivo de várzea no sul do Equador

bilhões de dólares por ano. Essas perdas de produção tendem a se intensificar de acordo com o aumento nas temperaturas e com as diferenças na precipitação.

### Estratégias locais de adaptação

Em muitas áreas do mundo os camponeses desenvolveram sistemas agrícolas adaptados às condições locais que lhes permitem obter uma produção contínua, apesar de cultivarem em ambientes marginais, com alta imprevisibilidade climática e um emprego muito baixo de insumos externos. Esse desempenho está em grande parte relacionado com o alto nível de agrobiodiversidade que caracteriza os sistemas tradicionais. A diversificação apresenta-se, portanto, como uma estratégia importante para contornar os riscos de perda de produção em sistemas agrícolas de pequena escala. Além disso, em geral, os agroecossistemas tradicionais são menos vulneráveis às perdas catastróficas porque, em caso de quebra de safra, a ampla diversidade de cultivos e variedades nos diferentes arranjos espaciais e temporais garante o rendimento e aproveitamento de ao menos um cultivo. Na maioria dos casos, os agricultores mantêm a diversidade como um mecanismo de segurança para enfrentar a mudança ambiental ou para responder a futuras necessidades sociais e econômicas.

A seguir, são elencadas algumas das estratégias mais disseminadas entre agricultores tradicionais ao redor do mundo.

### Sistemas de cultivos múltiplos ou policultivos

Os policultivos exibem uma maior estabilidade e menor perda de produtividade durante uma seca do que os monocultivos.

#### *Uso da diversidade genética local*

Muitos agricultores exploram a variabilidade genética das espécies cultivadas mediante a semeadura, simultânea e no mesmo campo, de diversas variedades locais que, em geral, são mais resistentes à seca.

#### *Coleta de plantas silvestres*

Em muitos países, os camponeses ainda conseguem suprir uma parte significativa de suas necessidades alimentares por meio da coleta de plantas silvestres no entorno das áreas de cultivo. Em muitas sociedades agropastoris africanas, a coleta de folhas comestíveis, raízes, tubérculos e frutas nos remanescentes florestais ao redor das aldeias é uma estratégia importante para a diversificação de sua dieta alimentar básica. Durante secas ou outras épocas de estresse ambiental, muitas populações rurais coletam plantas silvestres como alimento para a família.

Quando os grupos indígenas da serra mexicana perdem suas colheitas em função da ocorrência de granizo ou seca, as espécies silvestres, ou quelites, acabam por constituir sua única fonte de alimento.



Sistemas mais resilientes ao furacão Mitch devido à presença do manejo agroflorestal e dos cultivos de cobertura

## Sistemas agroflorestais e cobertura morta

Muitos agricultores manejam seus cultivos em arranjos agroflorestais utilizando a cobertura das árvores para proteger as plantações contra flutuações extremas no microclima e na umidade do solo. Ao conservar e plantar árvores, os agricultores influenciam o microclima, porque a cobertura florestal reduz a temperatura, a velocidade do vento, a evapotranspiração e protege os cultivos da exposição direta ao sol, assim como do granizo e da chuva. A presença de árvores nas parcelas agroflorestais constitui, portanto, uma estratégia chave para a mitigação dos efeitos imprevisíveis das variações microclimáticas, especialmente em sistemas de produção de pequena escala.

Outra estratégia muito utilizada é a aplicação de cobertura morta sobre o solo ou sementeira de plantas de cobertura para reduzir os níveis de radiação solar e de calor que incidem sobre as superfícies recém-plantadas. Essa prática também serve para conservar a umidade e amortecer a energia cinética da chuva e do granizo. Quando há previsão de geada, alguns agricultores queimam palha ou outros dejetos para gerar calor e produzir fumaça, o que captura a radiação.

## Sistemas agrícolas milenares adaptados a condições ambientais instáveis

### *Os waru-warus do lago Titicaca*

Pesquisadores descobriram mais de 170 mil hectares de remanescentes de campos sulcados no Suriname, na Venezuela, na Colômbia, no Equador, no Peru e na Bolívia (Denevan, 1995). Muitos desses sistemas consistiam em campos suspensos construídos sobre terras de inundação sazonal em planícies e em áreas declivosas. No Peru, muitos pesquisadores estudaram essas tecnologias pré-colombianas em busca de soluções para problemas contemporâneos, como as geadas, tão frequentes na agricultura em zonas de grande altitude. Um exemplo fascinante é o renascimento de um engenhoso sistema de canteiros elevados que se desenvolveu nos altiplanos dos Andes peruanos há aproximadamente 3 mil anos. Segundo evidência arqueológica, aqueles waru-warus, ou plataformas, rodeados de valetas cheias de água, produziam colheitas abundantes, apesar das inundações, secas e geadas, recorrentes em altitudes de quase 4 mil metros acima do nível do mar (Erickson y Chandler, 1989).

A combinação de canteiros elevados e canais demonstrou produzir efeitos importantes na regulação da temperatura, prolongando a temporada de crescimento, o que permite maior produtividade nos waru-warus em comparação com os solos normais da puna (planalto frio e árido na cordilheira dos Andes) fertilizados quimicamente.

### *Agricultura de montanha nos Andes*

O padrão de verticalidade, característico dos assentamentos humanos e sistemas agrícolas dos Andes, deriva das diferenças climáticas e bióticas relacionadas com a localização geográfica e com a altitude. A adaptação cultural mais importante a esses contrastes ambientais é um sistema composto por associações de cultivos com animais e tecnologias agropastoris desenhadas para prover uma dieta adequada com base nos recursos locais, ao mesmo tempo em que evita a erosão do solo (Gade, 1999).

Com a evolução das tecnologias agrícolas nos Andes Centrais, produziu-se um conhecimento muito sofisticado sobre o manejo do ambiente de montanha. A aplicação desse conhecimento resultou na divisão do ambiente andino em zonas agroclimáticas, dispostas de acordo com a altitude, cada uma caracterizada por práticas específicas de rotação de campos e cultivos, terraços e sistemas de irrigação, assim como pela seleção de animais, cultivos e variedades (Brush et al., 1981). Outra característica importante desse manejo adaptativo é a manutenção de uma ampla base genética, que reduz a ameaça da perda de cultivos devido a variações climáticas, pragas ou patógenos específicos que atacam determinadas variedades de plantas.

## Sistemas de captação de água em ambientes secos

Na África Subsaariana, 40% das terras agrícolas estão localizadas em savanas semiáridas, secas e sub-úmidas com uma precipitação anual de 300 a 1.000 mm. Em décadas recentes, na região do Sahel, a precipitação diminuiu entre 20 e 40% e produziu severa degradação do solo. Entretanto, apesar da escassez frequente de chuva, na maioria dos anos há água mais do que suficiente para a produção dos cultivos. O problema é que grandes volumes se perdem por escoamento superficial, evaporação e percolação profunda. O desafio é capturar essa água e colocá-la à disposição dos cultivos em épocas de escassez (Reij et al., 1996). Ainda que a quantidade de chuva que pode ser efetivamente utilizada para o desenvolvimento dos cultivos nessas terras seja pequena, muitos agricultores criaram sistemas inovadores de captação que a coletam e a aproveitam (Barrow, 1999). A seguir citamos alguns exemplos de sistemas tradicionais de captação de água.

## Sistemas de captação de água de chuva na Tunísia Meridional

Na Tunísia Meridional, como na maioria dos ecossistemas semiáridos, os cultivos estão sempre submetidos ao risco da seca fisiológica, de modo que é preciso coletar a água da chuva, concentrá-la e transferi-la rapidamente às áreas cultivadas, reduzindo ao mínimo as perdas por evaporação e percolação (ver Figura).

## Os papago e outros indígenas das zonas semiáridas da América do Norte

Nessas zonas semiáridas onde a água é o principal fator limitante, as experiências dos povos indígenas seri, pima, papago e outros grupos oferecem opções locais para a agricultura dependente de chuvas. Essas culturas usaram múltiplas espécies vegetais do deserto com alto conteúdo nutritivo como recurso básico para a produção de alimentos, de forma apropriada ao clima dessas regiões. Algumas delas desenvolveram técnicas agrícolas que utilizam canais feitos à mão, terraços, valetas e outros meios, com o objetivo de minimizar a perda de água da chuva por escorrimento. Além disso, os agricultores manejam a vegetação nativa dos campos inundados, eliminando ou protegendo e colhendo espécies selecionadas (Nabhan, 1979).

## Os otomí do vale do Mezquital, México

Esse vale, que forma parte do sistema montanhoso central do México, foi habitado pelo grupo étnico otomí, ou hñähñü, desde a época pré-colombiana. Os otomí estabeleceram assentamentos permanentes baseados na agricultura de sequeiro e construíram estruturas arrojadas para a captação de água (Toledo et al., 1985). Segundo os estudos de Johnson (1977), o manejo de recursos naturais que os otomí praticaram reflete um nível de produção diversificada, adaptada às diversas paisagens do vale de Mezquital, assim como uma ênfase na agricultura de sequeiro e uso intensivo do agave (*Agave spp*).

Com um conhecimento detalhado dos solos, do relevo, da vegetação e dos movimentos das águas, os otomí constroem barreiras para captar a água da chuva e concentrar os sedimentos no solo. A colocação de pedras e de plantas de agave é crucial durante a construção das barreiras, e os campos são fertilizados com esterco para melhorar o solo.

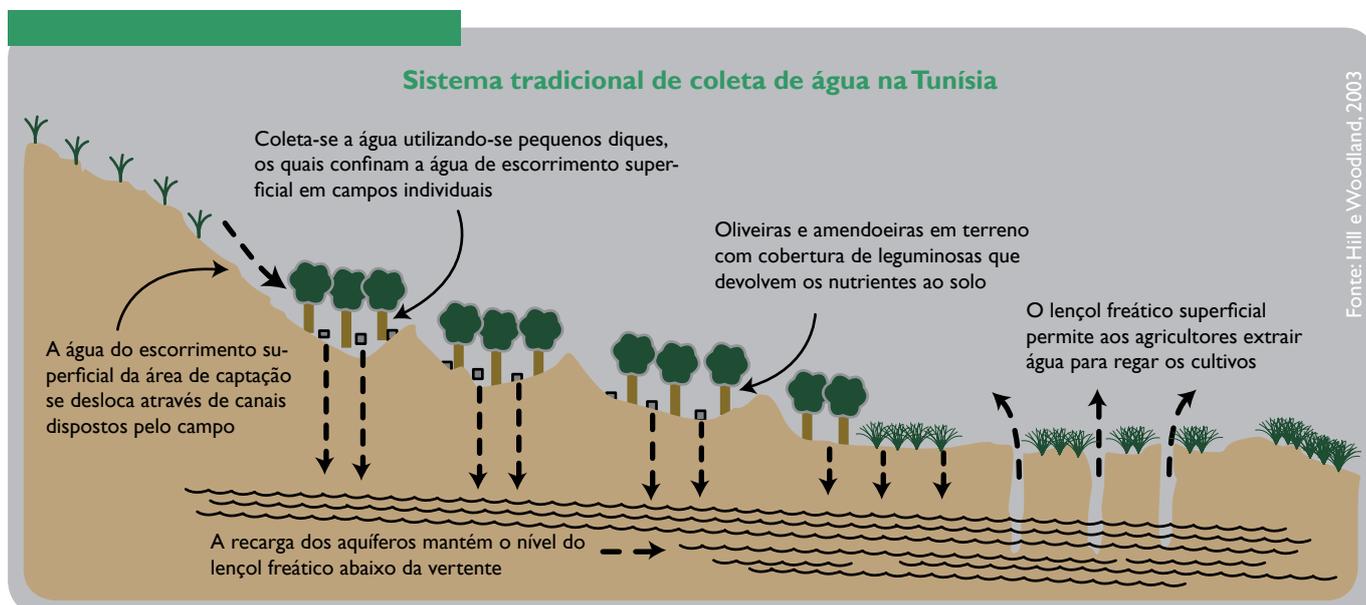
## Os zai da agricultura tradicional do Mali e Burkina Faso na África Ocidental

Em muitas partes de Burkina Faso e do Mali existem antigos sistemas de captação de água conhecidos como zai. Os zai são buracos que os agricultores cavam em solos rochosos e estéreis, nos quais a água não poderia penetrar de outra maneira. Os buracos têm entre 20 e 30 cm de profundidade e são preenchidos com matéria orgânica. Isso atrai os cupins, que cavam canais e melhoram a estrutura do solo, de modo que mais água possa infiltrar-se e manter-se no solo. Além disso, ao digerirem a matéria orgânica, os cupins tornam os nutrientes mais disponíveis para as plantas. Em um zai, a maioria dos agricultores produz milho ou sorgo, ou os dois simultaneamente. Também em um mesmo zai plantam-se árvores junto com os cereais.

Através dos anos, milhares de agricultores na região de Yatenga, em Burkina Faso, utilizaram essa técnica melhorada localmente para recuperar centenas de hectares de terras degradadas. O uso do zai permite, portanto, que os agricultores ampliem sua base de recursos e aumentem a segurança alimentar de suas famílias.

## Conclusões

Não há dúvida de que o sustento de milhares de comunidades camponesas e indígenas em países em desenvolvimento será afetado seriamente pelas mudanças climáticas (Morton, 2007). Também é certo que milhares de agricultores tradicionais em muitas áreas rurais se adaptaram a ambientes instáveis, desenvolvendo sistemas diversos e resilientes em resposta às diversas restrições que enfrentaram através do tempo. Observações do desempenho agrícola depois de even-



## Em geral, os agroecossistemas tradicionais são menos vulneráveis a perdas catastróficas

tos climáticos extremos, realizadas durante as duas últimas décadas, revelaram que a resiliência aos efeitos dos desastres climáticos está intimamente relacionada com os diversos níveis de biodiversidade das propriedades. Na América Central, as medições realizadas em áreas declivosas depois do furacão Mitch demonstraram que os agricultores que utilizavam práticas de diversificação, tais como cultivos de cobertura, cultivos intercalados e agrofloresta, sofreram menos danos que seus vizinhos convencionais com monocultivos.

Muitos dos sistemas agrícolas tradicionais ao redor do mundo servem de modelo de sustentabilidade, oferecendo exemplos de medidas de adaptação que podem ajudar milhões de agricultores a reduzir sua vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas.

Algumas dessas estratégias de adaptação incluem:

- **Uso de variedades e espécies melhoradas localmente que apresentem boa adaptação aos climas locais e características de dormência ou maior resistência ao calor e à seca.**
- **Aumento do conteúdo de matéria orgânica dos solos por meio da aplicação de esterco, adubos verdes, cultivos de cobertura, etc, conferindo uma maior capacidade de retenção de umidade.**
- **Emprego de tecnologias de captação de água e conservação da umidade do solo através da cobertura morta e do uso eficiente da água de irrigação.**
- **Manejo adequado da água para evitar as inundações, a erosão e a lixiviação de nutrientes quando o nível de precipitação aumenta.**
- **Uso de estratégias de diversificação, como cultivos intercalados, agrofloresta e integração lavouras-criações.**
- **Prevenção de pragas, doenças e infestações por plantas espontâneas mediante a adoção de práticas de manejo que promovam mecanismos de regulação biológica (antagonismos, alelopatia, etc.), bem como o desenvolvimento e uso de variedades/espécies resistentes a pragas e doenças.**
- **Uso de indicadores naturais para o prognóstico do clima para reduzir riscos à produção.**

O desafio agora é mobilizar rapidamente esses conhecimentos para que possam ser aplicados na restauração de regiões já afetadas ou para preparar aquelas áreas rurais com prognóstico de serem atingidas pelas mudanças climáticas. Para que essa transferência horizontal ocorra logo, deve-se envolver diretamente os agricultores na disseminação de inovações por meio de redes de agricultor a agricultor. A consolidação da pesquisa local e do desenvolvimento de capa-

idades para resolver problemas deve ser o foco principal de ação para enfrentar os desafios do aquecimento global. Para tanto, a organização de produtores e outros interessados em projetos de promoção da resiliência agrícola às mudanças climáticas deve fazer uso eficaz das habilidades e conhecimentos tradicionais, já que eles proporcionam uma plataforma para a aprendizagem e a organização local, melhorando assim as possibilidades de empoderamento das comunidades e de estratégias de desenvolvimento autosuficientes que façam frente à variabilidade climática.

**Miguel Altieri e Clara Nicholls**  
Universidade da Califórnia, Berkeley  
ESPM-Divisão de Biologia de Insetos  
agroeco3@nature.berkeley.edu

### Referências Bibliográficas

- ALTIERI, M.A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 93, p. 1-24, 2002.
- BARROW, C. J. **Alternative irrigation: the promise of runoff agriculture**. Londres: Earthscan Publications, 1999.
- DENEVAN, W. M. Prehistoric agricultural methods as models for sustainability. **Adv. Plant Pathology**, v. 11, p. 21-43, 1995.
- ERICKSON, C.L.; CHANDLER, K.L. Raised fields and sustainable agriculture in the lake Titicaca basin of Perú. In: BROWDER, J. O. (Ed.). **Fragile Lands of Latin America**. EUA: Westview Press, p. 230-243, 1989.
- GADE, D.W. **Nature and Culture in the Andes**. EUA: University of Winsconsin Press, 1999.
- HILL, J.; WOODLAND, W. Contrasting water management techniques in Tunisia: towards sustainable agricultural use. **The Geographical Journal**, v. 169, p. 342-348, 2003.
- HOLT-GIMENEZ, E. Midiendo la resistencia agroecológica contra el huracán Mitch. **Leisa**, v. 17, n. 1, p. 7-10, 2001.
- HOWDEN, S. M. et al. Adapting agriculture to climate change. **PNAS**, v. 104, p. 19691-19696, 2007.
- MORTON, J. F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **PNAS**, v. 104, p. 19697-19704, 2007.
- NABHAN, G. P. The ecology of floodwater farming in arid southwestern North America. **Agroecosystems**, v. 5, p. 245-255, 2007.
- REIJ, C.; SCOONES, I.; TOULMIN, C. **Sustaining the soil: indigenous soil and water conservation in Africa**. Londres: Earthscan, 1996.
- TOLEDO, V.M.; CARABIAS, J.; MAPES, C.; TOLEDO, C. **Eco-logia y autosuficiencia alimentaria**. México D. F.: Siglo XXI, 1985.