



Solo vivo: objetivo do manejo sadio

Agroecologia e manejo do solo

Ana Maria Primavesi

Atualmente, existem três formas principais de se manejar o solo agrícola: o manejo convencional (ou químico), o orgânico por substituição de insumos e o agroecológico.

O manejo convencional (ou químico)

No sistema de manejo convencional, o solo é considerado somente como suporte físico para as plantas. Esse sistema foi disseminado em todos os continentes e se baseia no emprego de pacotes químicos destinados a nutrir as plantas cultivadas. A verdade, porém, é que são manejos que matam os solos, ao utilizarem as seguintes práticas:

- A *calagem corretiva*, que provoca a rápida decomposição da matéria orgânica do solo.
- A *aração profunda*, que areja o solo favorecendo o desenvolvimento dos organismos que decompõem a matéria orgânica. Após quatro horas da aração, uma grossa nuvem de gás carbônico paira sobre o solo. Em seguida, ela é dissipada na atmosfera, aumentando o efeito estufa.
- A *adubação nitrogenada*, que, por aportar grande quantidade de nitrogênio ao solo, favorece igualmente a decomposição acelerada da matéria orgânica. Isso acontece porque a relação entre os teores de carbono e nitrogênio (C/N) nos restos vegetais do solo é reduzida – passando de 45/1 para 15/1, por exemplo –, possibilitando que os microrganismos consumam inclusive a porção da matéria orgânica com alta relação C/N e, portanto, com maior resistência à decomposição biológica (como as ligninas, muito presentes em palhadas de gramíneas).

Com a redução dos teores de matéria orgânica do solo, a maior parte da vida microbiana não sobrevive, pois fica sem alimento. Sem a ação da matéria orgânica e dos microrganismos, o solo desagrega, compacta e endurece. Assim, sua capacidade de produção fica cada vez mais dependente do pacote químico da agricultura convencional.

O manejo convencional provoca ainda os seguintes efeitos negativos sobre a vida do solo:

- **Agrotóxicos** (inseticidas e fungicidas): como em geral as adubações químicas fornecem apenas cinco dos 45 nutrientes de que as plantas necessitam, elas ficam desnutridas, tornando-se suscetíveis ao ataque de insetos e microrganismos, especialmente fungos, mas também bactérias e vírus. O ataque desses organismos sobre as plantas cultivadas é uma estratégia da natureza para eliminar as plantas que sofrem deficiências nutricionais e que por isso não conseguem elaborar suas substâncias essenciais (como as proteínas, formadas a partir dos aminoácidos livres). Assim, os agrotóxicos são utilizados para evitar que as chamadas pragas e doenças eliminem as plantas que apresentam deficiências nutricionais causadas justamente pelo sistema de manejo da agricultura convencional.
- **Herbicidas** (mata-mato): são utilizados para manter os solos limpos de plantas nativas que, assim como os insetos e os microrganismos, são excelentes indicadores ecológicas, pois evidenciam deficiências minerais e condições físicas adversas nos solos, como compactação, ausência de arejamento, baixa permeabilidade, etc.
- **Irrigação intensiva**: nos solos mortos e compactados a taxa de infiltração de água das chuvas é muito reduzida. Um solo agregado e vivo, por exemplo, apresenta taxas de infiltração de 100 até 400 mm/h. Mas essas taxas podem ser reduzidas para 7 a 8 mm/h quando ele é manejado de forma inadequada. Com essas baixas taxas de infiltração, os cultivos sofrem com a falta de água logo após pequenos períodos sem chuvas e os lençóis freáticos deixam de ser reabastecidos em sua plenitude. Para compensar esse efeito gerado por ela mesma, a agricultura convencional preconiza a irrigação intensiva, prática que acelera ainda mais os processos que levam à degradação dos solos. Dessa forma, cria-se um círculo vicioso em que a maior demanda por água doce na agricultura é gerada justamente em regiões onde esse recurso escasseia cada vez mais em razão do manejo inapropriado do solo.
- **Aquecimento do clima**: com o crescente desmatamento das florestas nativas, especialmente para a implantação de monoculturas de cana-de-açúcar e de soja, os ventos passam livremente sobre as áreas cultivadas, chegando a evaporar o equivalente a 750 mm de chuva por ano. Além disso, os solos compac-

tados e mantidos limpos se aquecem muito, juntamente com a camada de ar sobre eles. Devido ao fenômeno da convecção, esse ar quente sobre o solo sobe em direção à atmosfera em velocidades tanto maiores quanto mais quente estiver, podendo atingir até 400 km/h. Como esse ar quente é impedido de se dissipar para o espaço devido ao efeito estufa, que vem se agravando com o aumento das emissões de gases, especialmente o gás carbônico, o metano e o óxido nitroso, o nosso Planeta está aquecendo e secando, sendo esta a razão pela qual formam-se a cada ano mais de 10 milhões de hectares de desertos.

Para concluir, podemos afirmar que a agricultura convencional está diminuindo cada vez mais as possibilidades da continuação de vida em nosso Planeta.

A agricultura orgânica por substituição de insumos

A agricultura orgânica produz alimentos mais saudáveis do que aqueles produzidos pela agricultura convencional. Mas quando ela não é baseada em princípios ecológicos, e sim na mera lógica de substituição de insumos, pode ser bastante trabalhosa e exigir muitos sacrifícios do agricultor. Nesse caso, sua base é o uso intensivo de compostos e esterco que nem sempre têm procedência em sistemas orgânicos de produção. Além disso, sua produtividade é, em geral, baixa, fazendo com que dependa de mercados que remunerem com um preço acrescido para que seja viável economicamente. Por essa razão, trata-se de uma produção de luxo e não acessível a todos.

Do ponto de vista do manejo dos solos, a agricultura orgânica por substituição de insumos costuma apresentar as seguintes limitações e equívocos:

- Continua trabalhando em solos mortos, embora aplique grandes dosagens de compostos orgânicos e esterco com base na crença de que esses materiais sempre melhoram o solo e nutrem as plantas.
- Trabalha com arações profundas, revirando o solo até uma profundidade de 45 cm. Dessa forma, traz para a superfície as camadas mortas do solo que se desagregam facilmente sob o impacto da água das chuvas ou da irrigação.
- O material orgânico é enterrado com a suposição de que as raízes se desenvolvem em sua direção em busca de nutrientes. Mas essa suposição está duplamente equivocada. Primeiro, porque a função do composto e dos esterco não é a de nutrir as plantas diretamente, mas sim os organismos do solo. São esses organismos que mobilizam os nutrientes minerais do solo para em seguida deixá-los disponíveis para as plantas. Segundo, porque esses materiais deverão ser completamente decompostos pelos organismos do solo até se converterem em água, minerais e gás

carbônico. Quando enterrados, os materiais orgânicos são decompostos essencialmente por organismos anaeróbicos por meio de um processo biológico que produz o gás sulfídrico (SH₂) e o metano (CH₄), em vez do gás carbônico (CO₂). Como ambos os gases são altamente tóxicos para as raízes das plantas, elas desviam seu crescimento em direção às camadas superficiais do solo que se encontram empobrecidas em nutrientes, resultando numa baixa produtividade das culturas. Nesse sentido, podemos afirmar que um composto produzido com grande esforço mas mal aplicado no solo pode gerar um efeito contrário ao desejado, fazendo com que o agricultor produza muito menos do que poderia.

- Mal posicionamento da raiz. Uma agricultura limitada unicamente à lógica da substituição dos insumos químicos por orgânicos emprega o mesmo procedimento de plantio de mudas (de hortaliças, de flores e de árvores) adotado nos sistemas convencionais que, graças à adubação química freqüente e à irrigação constante, dispensa maiores cuidados nessa operação. Mas, como já mencionado, o cultivo convencional não depende do solo como um organismo vivo. Funciona praticamente como um cultivo hidropônico ao ar livre, no qual o solo exerce apenas a função de suporte físico para as plantas, não sendo reconhecido como um meio de cultura físico-químico-biológico. Não dispondo dos adubos químicos altamente solúveis da agricultura convencional, qualquer sistema orgânico de produção deve se basear na intensa inter-relação solo-planta. Nesse sentido, o cuidado com o desenvolvimento das raízes é essencial para o sucesso da agricultura orgânica. Se a muda for bem plantada com sua raiz orientada para baixo, sua tendência será a de se desenvolver bem, caso o solo não apresente impedimentos físicos e/ou químicos na subsuperfície. Por outro lado, se a muda for mal implantada, a raiz pode se desenvolver lateralmente e não se aprofundar no solo. Esse fato ocorre com freqüência quando a muda vai para o campo com a raiz muito comprida e a sua ponta volta-se para cima e se desenvolve em direção à superfície, explorando pequeno volume de solo. Nessa condição a planta também se desenvolve mal e sua produção é muito baixa.
- Manejo inadequado da irrigação. A murcha das plantas cultivadas logo após duas a três horas da interrupção da irrigação não significa necessariamente falta de água no solo. Provavelmente as raízes não se desenvolveram bem por alguma das razões já expostas (como solo compactado ou presença de substâncias tóxicas na subsuperfície), o que faz com que as plantas não absorvam água de camadas mais profundas no solo. Adicionado a isso, talvez haja um vento seco permanente sobre a área de cultivo devido à ausência de florestas na região, promovendo o rápi-

do ressecamento das camadas superficiais do solo. Nesse sentido, a necessidade de irrigação freqüente, mesmo com solos encharcados, é um sintoma de manejo inadequado do solo e não de um problema climático. Manejos simples como a manutenção de cobertura morta e a instalação de quebra-ventos podem minimizar muito a necessidade de irrigação.

O manejo agroecológico

A Ecologia se refere ao sistema natural de cada local, envolvendo o solo, o clima, os seres vivos, bem como as inter-relações entre esses três componentes. Trabalhar ecologicamente significa manejar os recursos naturais respeitando a teia da vida. Sempre que os manejos agrícolas são realizados conforme as características locais do ambiente, alterando-as o mínimo possível, o potencial natural dos solos é aproveitado. Por essa razão, a Agroecologia depende muito da sabedoria de cada agricultor desenvolvida a partir de suas experiências e observações locais. O manejo agroecológico dos solos se baseia em cinco pontos fundamentais:

Solos vivos e agregados (bem estruturados)

Um solo vivo pressupõe a presença de variadas formas de organismos interagindo entre si e com os componentes minerais e orgânicos do solo. Essa dinâmica biológica exerce uma função essencial na agregação do solo, de modo a torná-lo grumoso e permeável para o ar e para a água. Além disso, são esses organismos que mobilizam os nutrientes e os disponibilizam para as plantas.

Sob clima temperado os solos tendem a ser rasos e ricos quimicamente. Já os solos sob clima tropical tendem a ser mais profundos e empobrecidos em elementos minerais. Apesar disso, os ecossistemas tropicais têm uma produtividade biológica 5 a 6 vezes superior aos dos ecossistemas temperados. Uma das razões para esse fato se encontra exatamente na diversificada teia da vida existente nos solos tropicais que atua de forma eficiente na mobilização dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

Biodiversidade

A manutenção de grande diversidade de plantas em uma mesma área é uma estratégia da natureza para construir maiores níveis de estabilidade na produção biológica. Um dos mecanismos naturais que asseguram a diversidade biológica nos ecossistemas é a secreção de substâncias tóxicas por determinadas espécies de plantas (como as seringueiras, as castanheiras, o mogno, o pau-brasil) com a função de evitar o nascimento de sua própria semente em um raio de até 50 metros. Essa é a razão biológica que explica o fato de serem encontrados apenas 35 m³ de madeira de lei (8 a 10 árvores) em um hectare de floresta

amazônica e de os seringueiros terem que caminhar bastante entre um pé e outro de seringueira.

Outra razão para a existência dessa diversidade de vegetação no ecossistema natural é a necessidade de fornecimento de matéria orgânica diversificada que, por sua vez, fomenta o desenvolvimento de variadas formas de vida no solo, aumentando assim o leque de nutrientes mobilizados. Nesse sentido, a produtividade do ecossistema depende da manutenção da diversidade vegetal que fornece as condições necessárias para a diversidade biológica nos solos.

É certo, entretanto, que nos ecossistemas agrícolas a biodiversidade vegetal não pode ser tão grande como nos ecossistemas naturais. Mas algumas práticas são importantes para aumentar o nível de biodiversidade no agroecossistema. Entre elas, destacam-se:

- Rotação de, no mínimo, cinco culturas na mesma área. Essa prática muitas vezes encontra limitações em locais nos quais os mercados não absorvem os produtos das espécies cultivadas que entram nas rotações.
- Plantio de coquetéis de adubação verde compostos por até cinco ou sete espécies diferentes.
- Rotação entre áreas com lavouras e com pasto.
- Manejo do mato mole, mantendo vivas as plantas nativas que não prejudicam as culturas. Cultivos como alface, repolho, cebola e outros se desenvolvem muito bem (e até melhor) quando associados ao mato mole, muitas vezes sem a necessidade de irrigação.
- Policultivos que associam várias espécies (como milho, feijão, mandioca, abóbora, melancia, tomates, etc.) na mesma área e ao mesmo tempo.

Proteção do solo contra o aquecimento excessivo, o impacto da chuva e o vento permanente

Para a proteção contra a insolação direta (aquecimento excessivo) e o impacto das gotas de chuva, os solos devem ser cobertos o máximo possível, seja por uma camada de palha, ou *mulch*, ou por uma vegetação densa.

Com a manutenção de uma cobertura permanente, nem que seja com uma camada de palha de dois centímetros de espessura, a água se infiltra com mais facilidade do que nos solos desnudos e compactados. Além disso, com o solo descoberto e sem proteção contra os ventos, a água que se infiltra é facilmente evaporada. Mas se essa evaporação é evitada com a cobertura do solo e com quebra-ventos, a água do solo pode se conservar ao alcance das raízes mesmo após longo período sem chuvas, propiciando produções significativamente maiores.

Bom desenvolvimento das raízes

Além da manutenção do solo bem estruturado e sem impedimentos físicos e/ou químicos ao aprofundamento das raízes, algumas medidas simples podem

ser tomadas para que o sistema radicular das plantas cultivadas tenha um bom desenvolvimento e explore grande volume de solo:

- a) o uso de um pau pontudo para fazer a covinha de plantio, orientando a raiz obrigatoriamente para baixo;
- b) a poda da raiz;
- c) evitar a deficiência de boro, uma vez que a falta desse micronutriente compromete o desenvolvimento da raiz mesmo quando todas as demais condições são adequadas. Isso porque o boro é um nutriente indispensável para que substâncias fotossintetizadas sejam translocadas das folhas para as raízes.

Autoconfiança do agricultor

Nas últimas décadas incutiu-se nos agricultores a crença de que eles dependem de assistência técnica para manejar seus solos já que não conseguem interpretar por si sós as análises químicas. Como não foram capacitados para fazer essas análises, passaram a ser condicionados a receber orientações sobre o quê e como fazer. Esse foi o caminho pelo qual foram induzidos a adquirir máquinas e insumos químicos, tornando-se assim co-financiadores da industrialização, ao mesmo tempo em que perderam a autoconfiança em seus conhecimentos adquiridos pela experiência e pela observação da natureza.

Já na Agroecologia, o agricultor deixa de perguntar “O que faço?” e passa a questionar “Por que ocorre?”. Simplesmente ao reorientar o tipo de pergunta diante de um problema técnico em seus cultivos, ele muda a sua atitude em relação à forma de praticar a agricultura. Em vez de receber receitas técnicas prontas, passa a observar, pensar e experimentar. Com o tempo ele começa a produzir melhor que a agricultura convencional e ganha autoconfiança. E é assim que ele se dá conta de que é produtor de alimentos junto com a natureza que Deus criou, que respeita as leis eternas e que acredita em si mesmo.

Ana Maria Primavesi

Referências bibliográficas:

- MOLDEN, D. **Water for food, water for life**. Washington: International Water Management Institute/Earthscan, 2007.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. 18 ed. São Paulo: Nobel, 2006.
- PRIMAVESI, O; ARZABE, C; PEDREIRA, M. dos S. **Aquecimento global e mudanças climáticas**. São Carlos: EMBRAPA, 2007.
- UPHOFF, N. **Biological approaches to sustainable soil systems**. Flórida: CRC Taylor & Francis, 2006.