

capítulo 3

Manejo e conservação do solo

Francisco Alisson da Silva Xavier
Luciano da Silva Souza
Ana Lúcia Borges
Laercio Duarte Souza

Conceito de solo e suas funções

A primeira conceituação do solo parece tê-lo considerado como material originado da decomposição das rochas, localizado como um fino manto sobre a superfície da Terra. A concepção do solo como meio de crescimento das plantas deve ter sido a fase imediatamente seguinte, quando o homem deixou de colher seus alimentos de forma extrativista e passou a produzi-los, mudança que ocorreu há cerca de 9 mil anos.

A partir do século 20 o conceito de solo passou a considerar que ele não se trata apenas de um meio de suporte às raízes, mas também influencia diretamente os serviços do ecossistema e a saúde dos homens e dos animais (Doran; Parkin, 1994).

Assim como visto no capítulo 1, o solo exerce funções importantes no ecossistema. Podem-se citar como cinco importantes funções do solo:

- a) meio para o crescimento das plantas: atuação no suporte físico para as raízes; fornecimento de ar para a respiração radicular; fornecimento de água para as plantas; suprimento de nutrientes essenciais ao crescimento, desenvolvimento e produção das plantas; amenização das flutuações de temperatura nas proximidades do sistema radicular.



e proteção das plantas contra substâncias fitotóxicas, adsorvendo-as, complexando-as ou decompondo-as.

b) regulador do suprimento de água na natureza: desempenha importante função no ciclo hidrológico, armazenando a água, purificando-a, fornecendo-a para as plantas e/ou conduzindo-a para o lençol freático, influenciando na quantidade e qualidade da água existente nos aquíferos superficiais e subterrâneos.

c) filtro ambiental: o solo tem papel fundamental no sequestro de carbono (C), reduzindo o efeito do CO₂ no aquecimento global; atua também na reciclagem/decomposição da biomassa de origem vegetal ou animal, assim como de resíduos de mais difícil decomposição, tais como o lixo urbano, materiais de origem química, petroquímica, industrial, etc.

d) habitat para organismos vivos: a flora e a fauna do solo são fundamentais para a sua função como filtro ambiental.

e) meio para obras de engenharia: é a base para estradas, edificações e outras, construídas na sua superfície ou exigindo a sua escavação.

Princípios básicos em manejo e conservação do solo

O significado da palavra “conservar”, pelo dicionário da língua portuguesa, emprega as seguintes definições: manter em bom estado, guardar, preservar, continuar a ter, não perder e durar. O emprego dessas definições deve, portanto, orientar as práticas de conservação do solo no contexto agrícola.

A conservação do solo representa o conjunto de práticas agrícolas que têm por finalidade conservar ou recuperar as condições físicas,

químicas e biológicas do solo, por meio de sistemas de manejo capazes de controlar a ação dos agentes responsáveis pela degradação do solo e/ou condicionantes do processo erosivo. No lado oposto, que trata da manutenção e melhoria da condição produtiva do solo, além da calagem, adubação e nutrição das plantas realizadas de forma adequada, conforme será abordado, outras práticas de manejo e conservação do solo devem ser consideradas.

As recomendações que podem contribuir para a manutenção da capacidade produtiva dos solos empregadas neste capítulo têm como base dois princípios básicos em manejo e conservação do solo:

a) Reduzir o preparo do solo: visa diminuir a movimentação das camadas do solo para proporcionar:

- menor compactação;
- manutenção ou melhoria da sua estrutura;
- menores perdas de solo e água por erosão;
- maior disponibilidade de água e ar para as plantas; e
- diminuição da oxidação da matéria orgânica com perda de C do horizonte superficial (liberação de CO₂ para a atmosfera); e

b) Manter a cobertura vegetal do solo (viva ou morta): o solo coberto proporciona:

- amenização da temperatura do solo;
- proteção contra as chuvas e enxurradas;
- incorporação da matéria orgânica e nutrientes;
- redução da evaporação e aumento da infiltração, retenção, armazenamento e disponibilidade da água no solo; e

- redução na infestação das plantas daninhas. A redução de custos de produção é comum a ambos os princípios básicos citados.

Práticas de manejo e conservação do solo

Para o manejo racional dos solos devem ser adotadas medidas que visem otimizar seu potencial de uso, ou seja, práticas que sejam ambientalmente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis. Como apontado no capítulo 1, é oportuno lembrar que a fertilidade do solo não é apenas a sua capacidade em suprir nutrientes para plantas, mas sim a integração de conhecimentos de física, química e biologia do solo. Assim, é importante considerar o desenvolvimento de práticas de manejo dos nutrientes que foquem não só em produtividades elevadas, mas também na proteção ambiental.

A consulta a um engenheiro agrônomo, que auxilie nas definições corretas para a implementação das práticas de manejo e conservação, é fundamental para o sucesso do planejamento da atividade agrícola da propriedade. A seguir são abordadas práticas indispensáveis ao manejo e à conservação do solo:

A amostragem do solo para análise química deve ser realizada cerca de 60 dias antes do plantio, nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 cm – 40 cm, ou em maior profundidade, em áreas novas a serem implantadas seguindo o método tradicional de coleta (ver capítulo 4 – Amostragem de solo). Em seguida, encaminhar as amostras para um laboratório credenciado para proceder à análise química completa, que inclui matéria orgânica. A análise da granulometria do solo (teores de areia, silte e argila) é igualmente importante para o planejamento do manejo agrícola da propriedade, sendo sua realização altamente recomendada em conjunto com a análise química. Maiores detalhes serão abordados no capítulo seguinte, que trata especificamente da amostragem de solo.

Caso necessite de análises físicas ou biológicas do solo mais específicas, principalmente quando áreas novas serão implantadas, procurar a orientação de laboratórios que realizam tais análises, para que passem a forma correta de amostragem e armazenamento do solo.

A calagem e a adubação, práticas que também objetivam a conservação do solo, devem ser realizadas conforme orientações específicas para cada cultura. Os capítulos posteriores trazem orientações mais específicas sobre essas práticas.

Conhecer a declividade da área é essencial para definir as práticas conservacionistas a serem utilizadas. Em qualquer caso, o preparo do solo, plantio e todas as práticas subsequentes devem ser executados seguindo as curvas de nível; nenhuma operação, nem mesmo a ceifa das plantas daninhas ou de cobertura vegetal plantada na área, deve ser realizada no sentido morro abaixo. Terrenos com declividades entre 3% a 5% são os mais aptos para a maioria das culturas agrícolas, onde há o menor risco de erosão. Declividades entre 5% e 10% já são impeditivas para muitos cultivos anuais, porém, ainda permitem certo nível de mecanização viabilizando cultivos perenes. Já terrenos com declividades acima de 15%, para solos arenosos, ou 18% para solos argilosos, podem ser considerados inaptos para agricultura, por exigirem práticas demasiadamente onerosas para a conservação do solo, portanto, devem ser evitados.

No preparo do solo, deve-se:

- a) movimentar o solo o mínimo possível, pois a quebra excessiva dos torrões pelas passagens de máquinas e implementos agrícolas deixa o solo mais sujeito ao aparecimento de crostas superficiais e, em consequência, à erosão;
- b) trabalhar o solo em condições adequadas de umidade, preparando-o nem muito seco e nem muito úmido, ou seja, o solo deve apresentar teor de água suficiente para não levantar poeira durante

o preparo, mas sem ser excessivo para que venha a aderir aos implementos; o preparo com o solo muito seco exige mais do trator e forma grandes torrões, necessitando de maior número de passagens de implemento para destorroá-lo; já com excesso de umidade são maiores os riscos de compactação, além de o solo aderir aos implementos, dificultando o trabalho; e

c) manter o máximo de fitomassa sobre a superfície do solo, cujos efeitos benéficos já foram abordados.

A subsolagem é uma prática bastante comum e necessária em áreas cujo solo possui moderado a elevado grau de compactação das camadas mais profundas (a partir de 40 cm). Esse endurecimento do solo pode ser causado por constantes passagens de máquinas e implementos agrícolas de médio a grande porte, mas também pode ocorrer como um processo natural durante a formação do solo, como ocorre nos solos da faixa litorânea do Nordeste e parte do Sudeste.

Quando considerada necessária, após uma avaliação técnica, a subsolagem deve ser a última operação mecanizada a ser realizada na área de produção. Providências anteriores devem ter sido adotadas, como a calagem para corrigir a saturação por bases em profundidade e o preparo do solo. Em áreas com compactação acentuada, que justifica o uso do subsolador, após a calagem e o preparo inicial do solo é recomendável que seja feito o plantio de adubos verdes utilizando leguminosas e não leguminosas na área destinada ao plantio comercial. Na ocasião do florescimento das espécies, geralmente aos três meses após a semeadura, fazer a roçagem da parte aérea mantendo a fitomassa produzida sobre o solo. Esperar alguns dias até a secagem parcial da fitomassa e, em seguida, fazer o procedimento da subsolagem. Essa prática permitirá a incorporação de matéria orgânica em camadas mais profundas, retardando um novo ciclo de compactação do solo. A matéria orgânica preencherá

as fendas provocadas pelo subsolador de modo a retardar a reaproximação do solo e preservar os efeitos benéficos da subsolagem por maior período de tempo.

A distância do rodado do trator para a haste subsoladora deve ser, no mínimo, de 30 cm, para não haver riscos de nova compactação. Para aproveitar o real benefício da subsolagem, deve-se evitar nova entrada de máquinas na área entre 15 a 20 dias após a passagem do subsolador, período mínimo para o restabelecimento do equilíbrio das funções do solo. Quando o espaçamento da cultura permitir, alocar as linhas de plantio sobre o sulco da subsolagem. Esse local estará livre de impedimento para o crescimento radicular.

No momento de executar a subsolagem deve-se atentar para a umidade no solo, que deve estar mais para seco do que para úmido em toda a profundidade de atuação das hastes. O efeito das hastes subsoladoras diminui com o aumento da umidade do solo; o ideal é trabalhar o solo nem muito seco nem muito úmido.

O espaçamento menor (entre as plantas), de qualquer cultura, deve ser alocado cortando o declive, de forma que o maior número de plantas na linha faça barreira ao fluxo das águas no sentido morro abaixo. Com isso, o espaçamento maior (entre linhas) direcionará ou obrigará que as práticas mecânicas sejam realizadas cortando o declive.

Conforme já abordado, a cobertura vegetal do solo (viva ou morta) é um dos princípios básicos em manejo e conservação do solo, podendo ser realizada pelo cultivo de plantas melhoradoras. Por questões econômicas, é recomendável que a fitomassa utilizada como cobertura do solo seja produzida no próprio local. Por exemplo, fitomassas cultural residual ou de podas podem ser reaproveitadas como cobertura morta e devem sempre ser mantidas sobre a superfície do solo e nunca incorporadas. Plantas que atuam como coberturas vegetais vivas também

são consideradas como plantas melhoradoras, pois podem melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo para o crescimento das raízes.

Um grande número de espécies vegetais pode ser utilizado como plantas melhoradoras do solo. As leguminosas destacam-se pela capacidade que têm de incorporar no solo quantidades significativas de nitrogênio (N) do ar, por meio de uma associação simbiótica que fazem com bactérias específicas, processo denominado de fixação biológica de N. As leguminosas também possuem raízes geralmente bem ramificadas, vigorosas e profundas, que atuam reciclando nutrientes, rompendo camadas compactadas ou endurecidas, incorporando grandes quantidades de matéria orgânica em profundidade e melhorando a estrutura do solo. As gramíneas também podem ser utilizadas, pois são mais eficientes na agregação das partículas na subsuperfície do solo e promovem uma cobertura vegetal mais volumosa e de mais difícil decomposição do que as leguminosas (Lima Filho et al., 2014). As gramíneas, entretanto, uma vez estabelecidas são mais difíceis de controlar, como exemplo as braquiárias. Portanto, deve-se ter bastante critério na seleção deste tipo de cobertura considerando o tipo de cultura comercial a ser explorada. Geralmente em cultivos perenes, como em citros, as gramíneas são preferencialmente utilizadas por promover uma excelente cobertura de solo nas entrelinhas.

Em condições de sequeiro, quando for possível para o produtor, leguminosas como o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalárias (*Crotalaria juncea*, *C. spectabilis*, *C. ochroleuca* e *C. breviflora*), guandu (*Cajanus cajan*), labe-labe (*Dolichos lablab*), soja perene (*Glycine wightii*), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), mucuna-rajada (*Stizolobium deeringianum*) e calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) devem ser semeadas nas entrelinhas da cultura, no início do período das águas, a uma distância aproximada de um metro das plantas, e ceifada no início do período seco, a uma altura média de 25 cm, deixando-se a fitomassa na superfície do solo como cobertura morta. Uma alternativa é o uso de

coquetel de sementes de leguminosas, gramíneas e/ou outras espécies adequadas à região que, em razão de serem plantas fisiologicamente distintas, apresentam diferentes tempos de decomposição da fitomassa e diferentes potenciais de acúmulo de matéria orgânica e nutrientes (Lima Filho et al., 2014). É importante lembrar que hoje se sabe que a maioria de espécies não leguminosas usadas como plantas de cobertura também fixam o N do ar, por meio de associações não simbióticas com bactérias que ocupam espaços intercelulares das raízes e de outras partes das plantas, mas a quantidade fixada é bem menor.

Em áreas irrigadas, o plantio das plantas melhoradoras pode ser feito em qualquer época do ano. A ceifa, em área sob irrigação ou sob sequeiro, deve ser feita no início da floração (maior disponibilidade de nutrientes, principalmente N) ou mesmo no início da produção de vagens (maior teor de C). Neste último caso, o material vegetal estará mais lenhoso e, conseqüentemente, mais resistente à decomposição, permanecendo por mais tempo cobrindo o solo.

Quanto maior for a cobertura vegetal na superfície do solo, originada primeiramente das leguminosas e depois das plantas daninhas, melhor serão os efeitos em relação à capacidade de armazenamento de água no solo para atravessar o período de baixa pluviosidade.

O solo descoberto pode levar a significativas perdas de solo por erosão, podendo chegar a 10 toneladas por hectare por ano ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) ou mais. Além disso, perdas de nutrientes por lixiviação e erosão podem ocorrer em solo não adequadamente manejado, chegando a $1,8\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de P e a $307\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K. As perdas em relação à adubação podem atingir valores significativos. A cada 100 kg de adubo químico aplicado são perdidos devido à erosão cerca de 10 kg de P, 50 kg de K, 55 kg de N, 60 kg a 70 kg de Mg e 75 kg de Ca; as perdas de matéria orgânica, um indicador de qualidade do solo, podem atingir $125\ kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$. Assim, práticas devem ser adotadas para reduzir a erosão, evitar perdas por lixiviação e reciclar nutrientes (Godefroy et al., 1970, 1975).

A fitomassa, quando depositada na superfície do solo sem incorporação como cobertura morta, demora mais tempo para decompor porque o contato com os microrganismos ocorre somente no limite entre as superfícies do solo e do material. A velocidade de decomposição da matéria orgânica deve ser retardada, para que os efeitos benéficos no controle de plantas daninhas, manutenção da umidade, diminuição da temperatura e proteção ao impacto das gotas de chuva, possam permanecer por mais tempo no solo.

Quando for possível intercalar com a cultura principal, nos espaçamentos largos, devem-se replantar as espécies melhoradoras do solo no início de cada temporada de chuvas, caso elas não sejam perenes. Para economizar a compra de um novo lote de sementes das espécies melhoradoras, sugere-se que de oito em oito entrelinhas deixar uma sem passar a roçadeira, para recolher sementes para o próximo plantio. Contudo, para grandes áreas de plantio, verificar o menor custo entre mão de obra para a colheita de sementes ou compra direta de sementes no mercado.

No período das chuvas não é necessário controlar as plantas daninhas nas entrelinhas da cultura principal enquanto elas estiverem com plantas de cobertura, já que existe água o suficiente para não causar prejuízo à produção. Efeitos supressores ou alelopáticos inibindo a germinação ou o estabelecimento de plantas daninhas têm sido observados em várias leguminosas utilizadas como plantas de cobertura, tais como feijão-de-porco, crotalárias, mucuna-preta, calopogônio e outras. O início do controle das plantas daninhas nas linhas e entrelinhas de plantio deve ser ao final do período das chuvas e durante todo o período seco, devendo-se evitar o uso da grade, utilizando ceifadeiras, escarificadores ou herbicidas pós-emergentes. Reduzir ao mínimo o tempo de permanência da superfície do solo sem cobertura vegetal.

De preferência, a linha de plantio deve ser mantida com vegetação rasteira (roçagem) ou mesmo limpa (capina manual) ou ainda recorrendo

ao uso de herbicidas pós-emergentes, que proporcionem a formação de cobertura morta. Para que haja uma boa proteção do solo, o herbicida pós-emergente só deve ser aplicado quando as plantas daninhas estiverem bem desenvolvidas (antes de produzirem sementes para não dispersarem e aumentar a infestação), para possibilitar a formação de uma boa cobertura morta. Quando for possível, utilizar roçadeiras laterais arrastadas por trator, que mantêm a fitomassa sob a copa das plantas.

A cobertura morta do solo pode ser realizada com:

- a) a fitomassa da própria cultura, como ocorre no cultivo da bananeira;
- b) por meio da ceifa das plantas daninhas; ou
- c) com o cultivo de plantas melhoradoras do solo, cultivadas nas entrelinhas das culturas.

Dependendo da disponibilidade na região pode-se utilizar ainda material vegetal produzido em outro local e transportado até a propriedade, para ser espalhado no solo como cobertura morta, mesmo que não atinja toda a área cultivada, o que seria o ideal, ou apenas as linhas de plantio ou mesmo somente o rodapé de plantas de maior porte.

Deve-se proceder a rotação de culturas, principalmente com leguminosas ou com uma mistura com gramíneas e/ou outras espécies, para evitar ou reduzir o esgotamento de nutrientes do solo, bem como para interromper o ciclo de pragas e doenças.

A consorciação da cultura principal com outras plantas, sendo estas para produção ou para melhorar o solo, é uma prática que contribui para diminuir erosão do solo e aumentar a diversidade de espécies na área. Isso é particularmente importante em áreas inclinadas, já que a cobertura do solo é o fator isolado que mais contribui para controlar a erosão. Aumentar a diversidade de espécies também é importante para manter

o equilíbrio do meio ambiente, pois pode favorecer o surgimento de inimigos naturais de pragas e insetos benéficos ao sistema de produção, por exemplo, polinizadores.

Outras práticas conservacionistas recomendadas para áreas inclinadas são:

- a) combinação de faixas de plantio de diferentes culturas;
- b) enleiramento em nível da fitomassa;
- c) sistema de capinas alternadas, ou seja, capinar uma linha e deixar a seguinte sem capinar até chegar-se ao final da área, para que o solo não fique descoberto e desprotegido contra o escoamento das águas; depois de uma ou duas semanas, retorna-se capinando aquelas linhas que ficaram para trás; e
- d) cordões em contorno vegetados utilizando plantas de crescimento denso, como o capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) e o capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*).

As práticas conservacionistas mencionadas são eficientes por si só em áreas com declividade até 5%. Daí em diante, além de tais medidas, deve-se recorrer às práticas mecânicas de conservação do solo (terraços e canais escoadouros), que são mais onerosas que as anteriores e, por isso, somente utilizadas em condições extremas de riscos de erosão. A realização de práticas mecânicas deve ser inicialmente orientada por um técnico capacitado para que haja eficiência do método aplicado, justificando o custo da sua aplicação.

Referências

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (ed.) **Defining soil quality for a**

sustainable environment. Madison: Soil Science Society of America/American Society of Agronomy, 1994. p. 1-21. (SSSA special publications, v. 35).

GODEFROY, J.; MULLER, M.; ROOSE, E. J. Estimation des pertes par lixiviation des elements fertilizants dans un sol de bananeraie de basse Côte d'Ivoire. **Fruits**, v. 25, n. 6, p. 403-423, 1970.

GODERFROY, J.; ROSSE, E. J.; MULLER, M. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie du sud de Côte d'Ivoire. **Fruits**, v. 30, n. 4, p. 223-235, 1975.

LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014, v. 1, 507 p.

