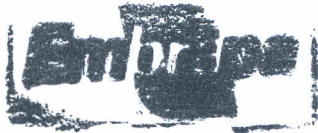


24467  
2012.0045



633.15  
C957 m  
2011

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



***O produtor pergunta, a Embrapa responde***

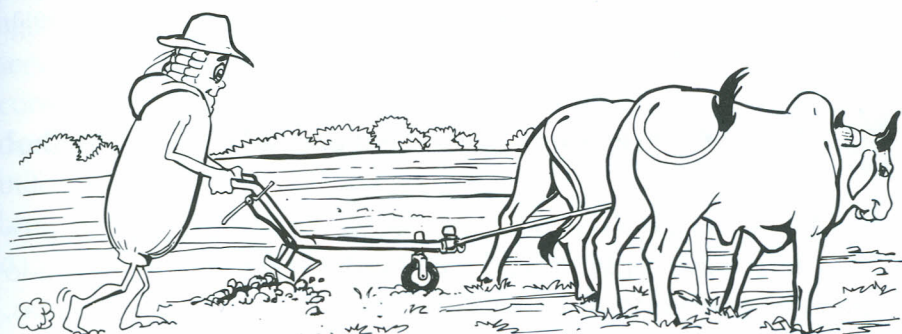
*José Carlos Cruz  
Paulo César Magalhães  
Israel Alexandre Pereira Filho  
José Aloísio Alves Moreira*

Editores Técnicos

***Embrapa Informação Tecnológica***  
Brasília, DF  
2011

# 5

## Manejo do Solo e Sistema Plantio Direto



*José Carlos Cruz  
José Geraldo da Silva  
José Aloísio Alves Moreira  
Israel Alexandre Pereira Filho  
Manoel Ricardo de Albuquerque Filho  
Luciano Rodrigues Queiroz  
Ramon Costa Alvarenga  
João Herbert Moreira Viana*

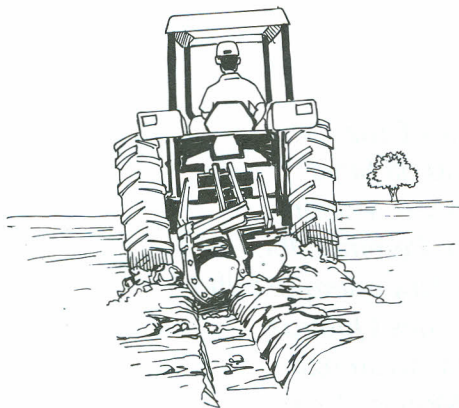
### Qual o conceito atual de preparo do solo?

O preparo do solo, definido como a manipulação física, química e/ou biológica do solo, tem por objetivo básico otimizar as condições de germinação, emergência e o desenvolvimento das culturas.

Atualmente, com maiores preocupações para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, o preparo do solo também deve ser visto como um sistema que deverá manter a estrutura do solo com baixa probabilidade de desagregação e transporte de suas partículas por água ou vento, aumentando a infiltração, de modo a reduzir a enxurrada e a erosão a um mínimo tolerável. Isso é mais facilmente conseguido quando a mobilização do solo é feita apenas em pequenas faixas do terreno, ou seja, somente no sulco de plantio.

### Como é o preparo convencional para a lavoura de milho?

O método convencional de preparo do solo caracteriza-se pelo seu revolvimento a cada ciclo de cultivo e é realizado empregando-se arados e grades leves ou grades médias ou pesadas. As grades leves, médias e pesadas possuem até 50 kg, de 50 kg a 130 kg, e mais de 130 kg de massa sobre cada disco, respectivamente.



O preparo convencional do solo dá-se em duas etapas. Na primeira, preparo primário, faz-se aquela operação inicial de mobilização do solo, mais profunda e grosseira, que visa, essencialmente, eliminar ou enterrar as plantas daninhas e os restos culturais e, também, revolver o solo, com o objetivo de facilitar o crescimento inicial de raízes e a infiltração de água.



A segunda etapa é constituída por operações superficiais subsequentes ao preparo primário, feitas normalmente com duas gradagens leves, sendo uma imediatamente após a aração, com o objetivo de quebrar os torrões, e outra imediatamente antes do plantio, para nivelar o solo e eliminar as plantas daninhas jovens, de forma a permitir um ambiente favorável ao plantio e desenvolvimento inicial das plantas.

75

**Qual a razão da preferência pela utilização do uso da grade aradora nas grandes lavouras?**

A grade aradora é um dos principais implementos usados no preparo do solo nas grandes lavouras e em áreas de expansão da agricultura, provavelmente em função do maior rendimento do serviço (ha/hora) com menor consumo de combustível, além de se conseguir realizar tanto a aração primária quanto a secundária, destorroamento e nivelamento, com esse implemento. Pode ser utilizada em condições desfavoráveis como solos recém-desbravados, com tocos e raízes, ou com alta infestação de plantas daninhas, sendo também um equipamento de fácil regulação.

76

**A utilização da grade aradora para preparo do solo é aconselhável para o cultivo do milho?**

Sim, desde que seja evitado o uso continuado desse implemento. O uso continuado da grade aradora, média ou pesada, provoca formação de camada compactada logo abaixo da camada revolvida pela grade, pois o peso total do equipamento é distribuído numa área muito pequena do disco.

A grade aradora, assim como todo equipamento de discos, após sucessivos anos de cultivo, pode provocar a formação do “pé-de-grade”, uma camada compactada logo abaixo da profundidade de corte da grade, a 10 cm–15 cm. Essa camada reduz a infiltração de água no solo, o que, por sua vez, vai favorecer maior escoamento

superficial e, conseqüentemente, a erosão, favorecida pelo fato de a grade aradora provocar grande pulverização do solo. Além disso, dificulta ou impede o desenvolvimento radicular do milho abaixo dessa camada compactada, o que pode afetar a produtividade.

Para contornar esses problemas, é importante a alternância da profundidade de trabalho da grade aradora, entre cultivos, sem prejudicar a qualidade do preparo do solo, ou a alternância da profundidade de aração pela utilização de outros tipos de equipamentos.

77

### **Como fica o solo submetido ao preparo com arado de disco?**

O solo preparado com arado de disco é heterogêneo, em virtude do desempenho inadequado desse implemento, que, na presença de restos culturais e invasoras, penetra irregularmente no solo. Nessa situação, além dos obstáculos criados à operação da semeadura, a lenta decomposição dos resíduos pode prejudicar a germinação e emergência das plântulas do milho. O arado de disco não descompacta o solo convenientemente, saltando os pontos de maior resistência, principalmente nos solos com pouca umidade.

Igualmente à utilização da grade aradora, o arado de discos causa danos físicos ao solo. O arado de disco também não descompacta o solo, pelo contrário, agrava o problema. Ele pode revolver uma camada de até 0,3 m de profundidade e a sua regulagem permite alternar a profundidade de aração entre anos de cultivos, ajudando a retardar o aparecimento da compactação.

78

### **Qual é o momento certo para se fazer o preparo do solo?**

O preparo deve ser realizado quando o solo estiver friável. Em condições de friabilidade, o solo apresenta baixa resistência ao destorroamento e alta a moderada capacidade de suporte de carga e resistência à compressão. O ponto de umidade ideal é aquele em

que o trator opera com o mínimo esforço, produzindo os melhores resultados na execução do serviço. Com o solo muito úmido, aumentam os problemas de compactação. Em solo muito seco, é preciso um número maior de passadas de grade para quebrar os torrões, o que exige maior consumo de combustível. Com isso, o custo de produção fica maior e o solo pulverizado, portanto mais suscetível à erosão.

79

### **Em termos práticos, como pode ser determinado o teor ideal de umidade para o preparo do solo?**

A condição ideal de umidade para preparo do solo pode ser detectada facilmente em campo: um torrão de solo, coletado na profundidade média de trabalho e submetido a leve pressão entre os dedos polegar e indicador, deve desagregar-se sem oferecer resistência. Quando forem usados o arado e a grade para preparar o solo, considerar como umidade ideal a faixa variável de 60% a 70% da capacidade de campo, para solos argilosos, e de 60% a 80% para solos arenosos, ou seja, quando o solo estiver na faixa de umidade friável. Quando forem usados o arado escarificador e o subsolador, a faixa ideal de umidade encontra-se entre 30% e 40% da capacidade de campo, para solos argilosos.

80

### **Quais os problemas observados na utilização contínua de um mesmo sistema de preparo de solo?**

O uso de um mesmo implemento no preparo do solo, operando sistematicamente na mesma profundidade e, principalmente, em condições de solo úmido, tem provocado a formação de camada compactada. A alternância de implementos de preparo do solo, que trabalhem a diferentes profundidades e possuam diferentes mecanismos de corte, além da observância do teor adequado de umidade para a movimentação do solo, é de relevante importância para reduzir os danos à estrutura do solo e manter um



perfil com boa drenagem, minimizando a sua degradação. Assim, recomenda-se por ocasião do preparo do solo, alternar a profundidade de trabalho, a cada safra agrícola, e, se possível, utilizar alternadamente os implementos de discos e os de hastes.

81

### **Quais os problemas causados pela compactação ou adensamento do solo?**

A compactação do solo é provocada pela ação e pressão dos implementos de preparo do solo, especialmente quando essas operações são feitas em condições de solo muito úmido e, continuamente, na mesma profundidade, somada ao tráfego intenso de máquinas agrícolas. O adensamento do solo é provocado pelo rearranjo das partículas do solo reduzindo seu volume, ocorrendo principalmente na superfície do solo sem cobertura, onde se tem maior ocorrência de ciclos de umedecimento e secagem. Tais situações têm contribuído para a formação de duas camadas distintas: uma camada superficial pulverizada e outra subsuperficial compactada (pé-de-grade ou pé-de-arado).

Basicamente, existem dois grupos de problemas resultantes da compactação do solo. Um deles dentro do perfil de solo é o outro, na superfície. No perfil do solo, a compactação limita o crescimento das raízes, impedindo que elas explorem maior volume de solo em busca de nutrientes e água. Como consequência, as plantas ficam menos nutridas, crescem menos, ficam mais suscetíveis ao déficit hídrico e produzem menos. Como a compactação limita a infiltração de água, a camada de solo logo acima dela satura rapidamente e o excesso de água passa a escorrer sobre a superfície, causando erosão. A enxurrada leva os nutrientes, a matéria orgânica e o solo até os cursos d'água, poluindo-os, além de causar sulcamento da superfície.

## **Qual é o conceito de métodos conservacionistas de manejo de solos?**

Os métodos conservacionistas procuram aliar menor mobilização e a permanência da maior quantidade de resíduos vegetais sobre a superfície do solo como cobertura viva ou morta. A menor mobilização visa causar menor impacto negativo ao solo, como a degradação de sua estrutura, dentre outros. A cobertura do solo tem o objetivo principal de dar proteção contra os agentes causadores da erosão. Ela impede o impacto direto da chuva no solo e favorece a infiltração da água, prevenindo a erosão, e conservando a umidade.

Dois métodos merecem destaque: o arado escarificador e especialmente o sistema de plantio direto, em virtude do papel conservacionista que desempenham no baixo nível de dano e alto nível de proteção ao solo, de tal modo que é possível aliar produtividade e conservação do solo e água.

## **Como trabalha o arado escarificador?**

A principal característica desse arado é a de que, no preparo, ele somente torna o solo mais frouxo, exercendo uma tensão localizada, sem revolver inteiramente o solo e sem causar compactação, trabalhando a uma profundidade de 20 cm a 30 cm, mas podendo atingir uma profundidade de até 40 cm. Quando dotado de rolo destorreador/nivelador, dispensa a gradagem. É de grande eficiência na descompactação de solo e, para tanto, deve ser empregado quando o solo apresentar-se mais seco, entretanto, dentro da faixa de friabilidade, para que não haja formação de elevada quantidade de torrões grandes. Apresenta maior rendimento operacional e maior economia de combustível e de tempo de operação do que os arados de disco e de aiveca. Proporciona bom desenvolvimento radicular e facilidade para a infiltração de água. O diferencial entre esse equipamento e aqueles de preparo convencional reside no fato de que o escarificador possibilita que



grande parte dos resíduos vegetais continue sobre a superfície do solo.

84

### **Quais os problemas com a utilização do arado escarificador?**

Como desvantagens, ele pode apresentar, em áreas onde existam muitos tocos e raízes, um trabalho de pior qualidade, mesmo aqueles equipamentos dotados de mecanismos de desarme automático. Onde existe uma massa vegetal muito densa, pode ocorrer embuchamento do equipamento, inclusive naqueles dotados de disco de corte de palha. Nessa situação, deve-se dedicar maior atenção nas operações que antecedem a aração, como cuidar para que os resíduos vegetais estejam uniformemente distribuídos e que estes estejam secos, pois, caso estejam apenas murchos, a operação de corte é prejudicada, aumenta os riscos de embuchamento e a qualidade do plantio diminui. Como ele não inverte a camada superficial do solo, haverá uma pronta emergência de plantas daninhas e, portanto, deve haver um perfeito conhecimento para uso de herbicidas no momento adequado.

85

### **Como o preparo inadequado do solo interfere no cultivo do milho?**

Presença de torrões grandes, superfície do solo irregular, acúmulo de restos vegetais, incorporação deficiente do material



vegetal podem afetar a operação de semeadura mecanizada, comprometendo a qualidade do plantio. Nessas condições, pode haver comprometimento da uniformidade de plantio com distribuição irregular das sementes ao longo da linha de plantio. A pro-

fundidade de semeadura pode ser afetada pelo excesso de rugosidade causada pelos restos culturais na superfície do solo, ora aflo-rando na superfície, ora muito profundos, o que prejudica a germinação e emergência das sementes e a formação de estande adequado de plantas. Além disso, aumenta o número de “plantas dominadas” que, geralmente, não produzem espiga.

86

### **Quais os cuidados que um agricultor deve ter em mente ao preparar solo sem causar sua degradação?**

O primeiro fator a se observar em uma área agrícola é a aptidão do solo, pois assim o agricultor terá a correta noção do potencial e das limitações que o solo oferece ao cultivo a ser instalado. Conhecendo-se as exigências da cultura e as características do solo, torna-se mais fácil planejar uma exploração sustentável.

As causas mais comuns da degradação do solo incluem: drenagem inadequada, preparo excessivo do solo, sistema intensivo de exploração de cultura, exposição direta do solo à chuva, sol e vento, operações impróprias no campo e tipo dos implementos agrícolas.

Para melhorar suas características, algumas medidas podem ser tomadas:

- Proporcionar uma adequada drenagem do solo, tanto na superfície como na subsuperfície.
- Utilizar princípios de “preparo conservacionista” para que o solo tenha o mínimo necessário de desagregação, observando também a necessidade de terraços e cultivos em nível para minimizar a erosão.
- Testar o teor de umidade do solo na profundidade que se quer preparar antes de qualquer tentativa de mobilização do solo. Se o solo está muito úmido, adiar as atividades de campo.
- Variar a profundidade de aração somente até a profundidade necessária.

- Romper a zona de compactação para provocar seu desaparecimento onde as condições de compactação do solo ocorrem. Arar com a roda do trator na superfície do solo em vez de mantê-la dentro do sulco.
- Manter o arado bem reparado e ajustado.
- Combinar operações de campo, para reduzir tráfego de máquinas na área.
- Espalhar o calcário e, esporadicamente, os fertilizantes antes de fazer a aração, onde for necessário.
- Manter ou melhorar os níveis de matéria orgânica no solo.
- Manejar adequadamente os resíduos de cultura com o objetivo de aumentar a matéria orgânica do solo.
- Incluir rotação de culturas, envolvendo-as com a cultura de milho, que produz uma quantidade apreciável de resíduo.
- Fazer análise do solo com frequência, e seguir as recomendações de adubação para obtenção de alta produtividade tanto de grãos como de resíduos.
- Utilizar equipamentos mais leves.
- Reduzir a pressão sobre o solo pela utilização de máquinas e equipamentos com pneus mais largos ou rodagem dupla.

**87**

### **Em que consiste o sistema plantio direto?**

O sistema plantio direto é um método fundamentado na mobilização mínima do solo, onde a semente e o adubo são colocados diretamente na terra não revolvida, usando-se semeadoras adubadoras especiais; na manutenção de palhada sobre o solo; no controle químico de plantas daninhas e na necessidade da sucessão e rotação de culturas. Requer cuidados na sua implantação, em virtude da necessidade de um perfil de solo favorável ao bom desenvolvimento radicular, mas, depois de estabelecido, seus benefícios se estendem não apenas ao agricultor, mas a toda a sociedade.



88

## **A cultura do milho é adaptada para o sistema plantio direto?**

Em termos de modernização da agricultura brasileira, a utilização do sistema plantio direto é uma realidade inquestionável, e a participação da cultura do milho em sistemas de rotação, consorciação e sucessão (safrinha) de culturas, para assegurar a sustentabilidade de sistemas plantio direto, é fundamental.

Nesse sistema, a cultura do milho tem a vantagem de deixar uma grande quantidade de restos culturais, de elevada relação C/N, que retardam sua decomposição, e, uma vez bem manejados, podem contribuir para reduzir a erosão e melhorar as propriedades do solo, além de ajudar na quebra de ciclo de patógenos e pragas comuns em monocultivos.

89

## **Por que a rotação de culturas é fundamental em sistema plantio direto?**

A rotação de culturas consiste em alternar espécies diferentes em uma mesma área, ao longo do ano agrícola, e é recomendada para todos os sistemas de produção, seja no plantio direto ou no convencional. Sua utilização é importante para minimizar problemas de infestação de insetos-praga, de plantas daninhas e de doenças.

Culturas diferentes apresentam diferentes relações C/N, resultando em taxas de decomposição e liberação de nutrientes distintas, que mantêm um sistema mais equilibrado e cobertura do solo por maior tempo.

Além disso, a fertilidade natural do solo e as reações biológicas podem ser melhoradas, resultando num equilíbrio mais elevado para o sistema de produção. A rotação de culturas normalmente resulta em aumento da produtividade das culturas envolvidas e em uma exploração mais intensiva da propriedade, de maneira sustentável.

### **Qual é a rotação mais comum envolvendo a cultura do milho?**

A rotação envolvendo as culturas da soja e do milho merece especial atenção, em razão das extensas áreas que essas duas culturas ocupam e do efeito benéfico em ambas as culturas. Nessa rotação, tanto o milho plantado após a soja quanto a soja plantada após o milho produzem mais, quando comparados com os plantios contínuos. Em algumas situações, os efeitos benéficos sobre a produtividade da soja se estendem até o segundo ano plantada em rotação ao milho.

Essa diferença foi atribuída, além da menor incidência de pragas e doenças, à maior quantidade de nutrientes deixados pela palha do milho, principalmente o potássio, no qual a soja é exigente, bem como na rotação soja-milho, em que há o aporte de nitrogênio fixado biologicamente pela soja.

### **Qual a importância em se manter uma cobertura do solo adequada no sistema plantio direto?**

A cobertura vegetal (viva ou morta) representa a essência do sistema plantio direto, pois tem efeito na interceptação das gotas de chuva, evitando o impacto direto sobre a superfície do solo; reduz a desagregação das partículas, que é a fase inicial do processo erosivo; reduz a velocidade de escoamento das enxurradas; melhora ou mantém a capacidade de infiltração de água, reduzindo o efeito da desagregação do solo, e evitando o selamento superficial, provocado pela obstrução dos poros com partículas finas desagregadas. Além disso, protege o solo da radiação solar e da erosão eólica; diminui a variação térmica do solo, reduzindo a evaporação de água, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos e o equilíbrio biológico, além de ajudar no controle de plantas daninhas.

Tem importância decisiva na fertilidade do solo, participando na reciclagem de nutrientes. Em algumas áreas de plantio direto já se constatou aumento do teor de matéria orgânica do solo, afetando a curva de retenção de umidade e aumentando ainda mais o teor de umidade para as plantas.

92

### **O sistema plantio direto afeta a distribuição do sistema radicular do milho?**

Sim. Uma vez que práticas de manejo de solos afetam a densidade aparente, a porosidade, o arejamento e a disponibilidade de água e a distribuição de nutrientes no solo, elas também afetam a morfologia e a distribuição de raízes. Tem sido observada uma maior concentração de raízes de milho na camada superior do solo em sistema plantio direto comparado com o convencional. Contudo, a influência é variável em função da maneira como o perfil do solo foi preparado para o estabelecimento do plantio direto e do manejo adequado de corretivos e fertilizantes antes e após a implantação do sistema.

Em áreas com maiores números de anos de adoção de plantio direto, há uma maior densidade de raízes na camada superficial do solo. Além disso, é bem caracterizado que, quanto maior o tempo de adoção do plantio direto com rotação de culturas, melhor foi a distribuição do sistema radicular em profundidade, caracterizando um melhor aproveitamento do volume de solo explorado. Embora seja nítida a modificação no sistema radicular, nem sempre existe uma relação direta entre o número de raízes e o rendimento da cultura.

93

### **Por que é necessário utilizar maior quantidade de nitrogênio por ocasião do plantio de milho em sistema plantio direto?**

No caso da adubação nitrogenada, cuidado especial deve ser dado a áreas onde se utiliza o cultivo de gramíneas, que apresentam



alta produção de massa e taxa de decomposição mais lenta. Essa situação é comum, principalmente, quando implantada em áreas ainda em processo de recuperação e com baixos teores de matéria orgânica no solo. Dessa forma, o manejo da adubação nitrogenada do milho deverá ser ajustado, utilizando-se maior dose no plantio (cerca de 30 kg/ha a 40 kg/ha), mesmo que a adubação nitrogenada total seja a mesma. Essa situação é muito comum nos plantios de milho após aveia-preta, utilizada como cobertura de inverno, e quando o milho é plantado consorciado com forrageiras em sistema plantio direto em integração lavoura e pecuária.