

# MANEJO DE SOLOS EM SUCESSÃO DE CULTURAS

**José Carlos Cruz<sup>(1)</sup>**

O preparo do solo, definido como a manipulação física, química ou biológica, tem por objetivo básico otimizar as condições de germinação, emergência e o estabelecimento das plântulas. Atualmente, com maiores preocupações no sentido de desenvolver 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 capacidade de infiltração, de modo a reduzir a enxurrada e a erosão a um mínimo tolerável.

Em áreas onde as explorações agrícolas são mais intensivas, como em agricultura irrigada ou em sucessões de culturas, em que o solo é mais intensamente trabalhado, a probabilidade de acelerar sua degradação, aumentando os problemas de compactação, erosão e redução de sua produtividade é bem maior.

Obviamente, em sucessão de culturas, como no caso da “safrinha de milho”, as decisões em termos de manejo do solo são mais complexas e devem levar em consideração as culturas envolvidas, as épocas de plantio, as condições do solo e do clima, visando à obtenção de maiores rendimentos, sem comprometer a produtividade da área a médio e longo prazos.

A escolha de espécies que antecedem a “safrinha” também é uma opção para viabilização do processo produtivo. Maior volume de cobertura morta, deixado pelos resíduos das culturas, irá garantir menor evaporação e maior disponibilidade de água para as culturas seguintes (“safrinha”), quando a umidade do solo é fator limitante. Melhores resultados são obtidos quando maior é a disponibilidade de água no solo

---

<sup>(1)</sup> Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, 35701-970 Sete Lagoas (MG).

para a cultura. Além do mais, a rotação de culturas ajuda também a restabelecer a capacidade produtiva do solo, estabelecendo uma sucessão de explorações, de forma a garantir maior rentabilidade ao produtor, estabilidade de produção, conservação e aumento da fertilidade do solo.

A implantação de culturas no final do período chuvoso deixa o agricultor na expectativa em relação ao déficit hídrico a partir desse período. Nesse caso, o melhor aproveitamento da umidade do solo só será possível com um manejo adequado dos restos das culturas antecessoras. Por outro lado, a cultura subsequente resgata nutrientes deixados pelas culturas de verão, os quais são liberados lentamente, à medida que os resíduos se decompõem.

No Brasil, os sistemas mais comuns de preparo do solo são: grade aradora + niveladora, arado de disco + niveladora, arado escarificador + niveladora e, mais recentemente, o plantio direto.

Segundo DeMaria e Duarte (1997), os sistemas de preparo do solo mais comuns na implantação do milho "safrinha" são: grade aradora ou intermediária + niveladora, semeadura direta na palha, retornando ao preparo no verão e plantio direto contínuo.

Nos Estados da Região Centro-Oeste é comum o uso da grade aradora associada ao subsolador ou escarificador, conforme constatarem Melo Filho e Richetti (1998), em Mato Grosso do Sul.

### **Grade Pesada ou Aradora**

É um dos principais implementos usados no preparo do solo nas grandes lavouras e em áreas de expansão da agricultura. A opção pela grade pode ser atribuída ao seu maior rendimento de serviço e à economia de combustível, além de se conseguir a aração e a gradagem com um único implemento.

Outra vantagem atribuída à grade aradora é que, em áreas recém-desbravadas, onde ainda existem tocos e raízes, o seu emprego permite um trabalho satisfatório, uma vez que os seus discos passam por cima de tais obstáculos. Também onde existe grande quantidade de massa

vegetal, a grade trabalha bem, picando esse material, embora sua incorporação seja superficial (Castro, 1989).

Uma desvantagem da grade aradora é que provoca grande pulverização do solo. Além disso, o uso de grade pesada, 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 10-15 cm. Essa camada reduz a infiltração de água no solo, o que, por sua vez, irá favorecer maior escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão.

A incorporação de corretivos e, esporadicamente, de fertilizantes a menores profundidades, associada à existência de uma camada compactada logo abaixo, vai estimular o sistema radicular das culturas a permanecer na parte superficial do solo. A planta passa a explorar, portanto, menor volume de solo e fica mais vulnerável a veranicos que porventura ocorram durante o ciclo da cultura, podendo causar prejuízos ao agricultor (Castro, 1989).

## **Arado de discos**

Segundo Castro (1989), no Brasil, quando se diz preparo convencional do solo, subentende-se uma aração com arado de disco, e mais duas ou três gradagens de nivelamento. Seu uso generalizado se deve, principalmente, à sua adaptabilidade aos vários tipos e condições de solo, tais como solos recém-desbravados onde existem muitas raízes e tocos, solos pedregosos etc.

Esse arado trabalha a uma profundidade média de 20 cm, incorporando até essa profundidade os resíduos vegetais e plantas daninhas. Nas condições em que a massa verde é muito densa, é necessário triturar esse material para que o arado de disco não apresente problemas de embuchamento. Enfim, consegue-se boa penetração do arado quando a umidade do solo é boa, a regulagem do arado está correta e não há excesso de resíduos vegetais na superfície do terreno.

Como no caso da grade aradora, quando se faz aração sempre a uma mesma profundidade, há o aparecimento de uma camada compactada (pé-de-arado) abaixo da zona revolvida pelo arado.

## **Arado escarificador**

O arado escarificador consta de cinco a nove hastes estreitas e pontiagudas, distribuídas em chassi de duas ou três barras, de modo a deixar um espaçamento entre sulcos de 20-50 cm. Seu trabalho não pode ser considerado uma subsolagem, pois atua à profundidade máxima de 30 cm, suficiente para romper camadas compactadas, como o "pé-de-grade".

No preparo, somente torna o solo mais frouxo, ou seja, quebra sua estrutura sem, contudo, revolvê-lo muito e sem destruir os agregados. Para a escarificação, a umidade do solo é a mesma da aração convencional, mas como o equipamento não tende a provocar a compactação, pode-se trabalhar com o solo mais úmido, desde que não dificulte a tração e se consiga quebrar suficientemente o solo para o preparo secundário, com grade niveladora.

Esse implemento proporciona maior rendimento do que os outros arados. Além de bom desenvolvimento radicular por ocasião do início do desenvolvimento da cultura, ele permite que haja boa infiltração de água e proteção superficial do solo, pois grande parte dos resíduos vegetais permanece sobre a sua superfície.

Por outro lado, como o arado de aiveca, o escarificador não é próprio para áreas recém-desbravadas nem para áreas onde haja uma massa vegetal muito densa, que irá causar seu constante embuchamento. Nesses casos, há necessidade de uma gradagem para picar o material, o que facilita a operação com o escarificador.

Um levantamento realizado em Mato Grosso do Sul mostrou que, nas áreas de plantio convencional, 67,12% dos agricultores usam escarificador. Dos que usam a escarificação, 62,25% realizam-na todos os anos e 28,57%, a cada dois anos (Melo Filho & Richetti, 1998).

Trabalhos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo (Quadros 1 e 2) comprovam que, quando associada ao escarificador ou subsolador, há aumento no rendimento de milho, quando comparado ao uso contínuo da grade aradora.

Sempre que possível, a grade pesada deve ser substituída no preparo primário do solo, utilizando-se a aração ou a escarificação.

A escarificação, como alternativa de preparo, substitui, com vantagem, a aração e a gradagem pesada, desde que se reduza o número de gradagens niveladoras. Além disso, possibilita a permanência do máximo possível de resíduos culturais na superfície, o que é desejável.

Deve-se levar em consideração que, além do revolvimento, o preparo correto do solo deve ser realizado considerando o implemento, a profundidade de trabalho e a umidade adequada.

Quadro 1. Produtividade de milho em diferentes sistemas de preparo do solo (Média de 1994/95 a 1996/97)

Sistema de manejo	Rendimento
	kg/ha
Grade aradora (anual) .....	4.375
Arado de disco (anual) .....	4.721
Arado de aiveca (anual) .....	5.785
Escarificador (anual) .....	4.319
Aiveca/grade aradora (rotação) .....	4.605
Disco/grade aradora (rotação) .....	5.099
Escarificador/grade aradora (rotação) .....	4.892
Plantio direto .....	4.994

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo. Dados não publicados

Quadro 2. Produtividade de milho em diferentes sistemas de preparo do solo (Média de 1995/96 a 1996/97)

Sistema de manejo	Produção de grãos
	kg/ha
Grade aradora .....	3.864
Grade + Escarificador .....	5.013
Grade + Subsolador .....	4.055
Grade + Escarificador (a cada 2 anos) .....	4.672
Grade + Subsolador (a cada 2 anos) .....	4.730
Plantio direto .....	4.315

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo. Dados não publicados

Quando o preparo é efetuado com o solo muito úmido, pode haver formação de camada superficial compactada, além de haver possibilidade de o solo aderir, com maior força, aos implementos (em solos argilosos) até o ponto de impossibilitar a operação desejada.

Por outro lado, deve-se, também, evitar o preparo do solo muito seco, pois será necessário maior número de gradagens para obter suficiente destorroamento, de modo a permitir a operação de semeadura.

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 à leve pressão entre os dedos polegar e indicador, deve desagregar-se sem oferecer resistência. Quando for usado 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 for usado o escarificador e o subsolador, a faixa ideal de umidade encontra-se entre 30 e 40% da capacidade de campo, para solos argilosos (EMBRAPA, 1996).

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, são de relevante importância para minimizar 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 dentes.

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. Tais situações têm contribuído para a formação de duas camadas distintas: uma camada superficial pulverizada e outra subsuperficial compactada (pé-de-arado ou pé-de-grade). Esses problemas podem resultar em aumento do custo de produção por unidade de área e na diminuição da produtividade do solo.

O rompimento da camada compactada deve ser feito com um implemento que alcance a profundidade imediatamente abaixo do seu limite inferior. Podem ser empregados, com eficiência, arado, subsolador ou escarificador, desde que sejam utilizados na profundidade adequada.

Quando for usado o escarificador ou subsolador para o rompimento de camada compactada, deve-se levar em consideração que o espaçamento entre as hastes determina o grau de rompimento da camada compactada pelo implemento. O espaçamento entre as hastes deverá ser de 1,2 a 1,3 vezes a profundidade de trabalho pretendida (EMBRAPA, 1996).

Nos últimos anos, tem-se dado ênfase ao sistema de plantio direto, pelas vantagens apresentadas quando comparado ao sistema convencional, com destaque para a melhor conservação do solo obtida (Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

Considerando que a rotação de culturas é fundamental como base de sustentação para o sistema de plantio direto (principalmente a rotação envolvendo milho e soja, as culturas mais plantadas no País tanto em área total quanto em plantio direto) e considerando que, na produção de restos culturais, o milho apresenta papel de destaque, por sua grande produção de matéria seca de alta relação C/N, que colabora para maior cobertura do solo, tanto em quantidade como em tempo de permanência na superfície, o milho e especialmente o milho "safrinha" plantado após a soja, está perfeitamente inserido no planejamento de rotação de culturas em sistemas de plantio direto.

O sistema de plantio direto, conceituado como método conservacionista, proporciona adequada manutenção dos resíduos de culturas na superfície, mantendo o conteúdo de matéria orgânica no solo, diminuindo a evaporação da água e elevando a taxa de infiltração (Albuquerque et al., 1995).

O efeito da presença de restos culturais na superfície do solo, sobre o rendimento da cultura do milho, é mostrado no quadro 3. Observa-se que, para cada tonelada de palha na superfície do solo, houve um aumento de 2% na produtividade do milho.

Os diferentes sistemas de preparo do solo afetam de modo diferente o processo erosivo, devido a diferentes intensidades de movimentação

que provoca no solo. Em função da movimentação do solo e da quantidade de resíduos deixados sobre ele, haverá maior ou menor quantidade de água e solo perdidos (Castro, 1989).

Vários autores relatam o efeito do plantio direto reduzindo a erosão, quando comparado com o preparo convencional. O quadro 4 mostra um exemplo desses trabalhos.

Quadro 3. Efeito da quantidade de palha na superfície do solo sobre a produtividade do milho (Média de 4 anos)

Palha		Rendimento	
t/ha	kg/ha		%
0	4.110		100,0
3	4.365		106,2
6	4.603		112,0
9	4.727		115,0
12	5.710		124,3

Fonte: Embrapa Milho e Sorgo. Dados não publicados.

Quadro 4. Comparação de perdas de solo e água nos sistemas de preparo convencional e plantio direto

Descrição	Perdas de solo			Perdas de água		
	PC	PD	(PC-PD)/PC	PC	PD	(PC-PD)/PC
	— t/ha/ano—		%	— mm/ha/ano—		%
Paraná (12 anos de soja + trigo)	26,4	3,3	87,5	666	225	66,2
Cerrado	--	--	--	--	--	--
Soja	4,8	0,9	81,2	206	120	41,7
Milho	3-3,4	2,4	20-29	252-381	171	32-41

PC = preparo convencional, PD = plantio direto. **Fonte:** Adaptado de Merten et al. (1996) e Santana et al., citados por Derpsch (1997).



Entre outras variáveis, a quantidade de terra perdida pela erosão dependerá da época de plantio das culturas. De acordo com DeMaria & Duarte (1997), a semeadura a partir de fevereiro reduz bastante os riscos de erosão; entretanto, ressaltam que, comparando-se três sistemas de manejo, observa-se um risco decrescente entre os sistemas grade, escarificador e plantio direto. Estes autores consideram que para a "safrinha", no Estado de São Paulo, cujo pico de plantio é em março, a perda potencial do solo preparado com grade é o dobro da perda com plantio direto. Destacam, ainda, que para a cultura do verão, o preparo do solo com a grade aradora tem elevado potencial de erosão.

Associado à maior infiltração, o plantio direto apresenta menor evaporação, em função da percentagem de cobertura do solo. Os efeitos conjugados de maior infiltração e menor perda de umidade resultam em maior disponibilidade de água para as plantas, o que certamente irá reduzir o problema de déficit hídrico na "safrinha". Além disso, o plantio direto poderá antecipar o plantio da "safrinha", aumentando essa vantagem, que será máxima no caso de o agricultor usar o plantio direto de forma contínua.

Embora os resultados de avaliação de sistemas de manejo do solo sobre os rendimentos das culturas variem bastante de cultura para cultura e com as condições dos experimentos, resultados experimentais têm mostrado vantagens do plantio direto sobre o convencional.

No caso específico do milho, aparentemente, o efeito benéfico do plantio direto depende de um manejo mais apropriado. Levantamento realizado em Mato Grosso do Sul (Melo Filho & Richetti, 1998) mostrou que, praticamente todos os produtores que fazem o plantio direto cultivam a soja nesse sistema, mas apenas 59,14% cultivam o milho. A justificativa é que o milho apresenta problemas como, por exemplo, a dificuldade de aplicação de nitrogênio em cobertura e o fato de o sistema radicular não apresentar bom desenvolvimento.

Nesse levantamento, na maioria das vezes, os produtores informaram que a produtividade da cultura do milho no plantio direto é menor do que no sistema convencional. O menor rendimento do milho no plantio direto, comparado com o convencional, é também relatado por Baumann (1997), no Estado de Indiana, Estados Unidos, onde o milho no plantio

direto produz 14% a menos que o milho plantado convencionalmente. Essa diferença, entretanto, cai para 3% no caso do milho plantado em rotação com a soja.

Para o milho "safrinha", DeMaria & Duarte (1997) não verificaram ganho de produtividade no primeiro ano de ensaio com semeadura na palha com relação à gradagem, em três ensaios realizados em São Paulo. Os autores acreditam que a ausência de diferença entre a semeadura na palha e os sistemas de gradagem pode ser creditada ao preparo inadequado no verão, considerando que, em dois dos experimentos, constatou-se a presença de camada compactada em torno de 10 a 15 cm. Esses mesmos autores mostraram que os efeitos benéficos do plantio direto sobre a cultura do milho "safrinha" não são notados imediatamente, mas que, com o tempo, a vantagem do plantio direto se estabelece, conforme mostram os dados do quadro 5.

Quadro 5. Produção de milho "safrinha", em latossolo roxo - Tarumã (SP), em função do preparo do solo, após dez anos de ensaio

Sistemas de preparo	Produção de grãos	
	kg/ha	%
Grade aradora	4.678	77
Arado escarificador + Grade niveladora	5.404	89
Arado escarificador + Semeadura na palha	5.682	94
Plantio direto	6.046	100

Fonte: Seção de Conservação do Solo/IAC (dados não publicados), citados por DeMaria & Duarte (1997).

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

O uso de sucessões de culturas, como no caso da "safrinha", por envolver uso mais intensivo de solo, pode acelerar o processo de sua degradação.

O plantio direto ou plantio na palha deve ser privilegiado considerando seus efeitos na conservação do solo e da água, resultando em disponibilidade hídrica para as plantas, o que reduz o déficit hídrico comum na "safrinha".

O maior ou menor efeito do plantio direto sobre o ambiente e o desenvolvimento e a produtividade das culturas dependerá da adequação de sua implementação.

O uso da grade aradora deve ser evitado sempre que possível, principalmente, no plantio da safra normal, quando os riscos de erosão são maiores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; REINET, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. & FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo; efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, **19**:115-119, 1995.
- BAUMAN, T.T. General aspects of weed management in no-fill planting. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. *Palestras e mesas redondas*. Viçosa, SBCPD, 1997. p.17-27.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. São Paulo, Ícone, 1990. 355p.
- CASTRO, O.M. de. *Preparo do solo para a cultura do milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1989. 41p. (Fundação Cargill. Série Técnica, 3)
- DEMARIA, I.C. & DUARTE, A.P. Sistemas de preparo do solo e sucessão de culturas para implantação e desenvolvimento do milho "safrinha". In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 4., 1997, Assis. *Anais*. Campinas, IAC/CDV, 1997. p.71-80.
- DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H.M.; LANDERS, J.N., eds. *O meio ambiente e o plantio direto*. Goiânia, APDC/Ponta Grossa, FEBRAPDP, 1997. p.29-48.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1996/97*. Londrina, 1996. 164p. (Embrapa Soja-Documents, 96)
- MELO FILHO, G.A. de & RICHETTI, A. *Perfil sócio-econômico e tecnológico dos produtores de soja e milho de Mato Grosso do Sul*. Dourados, EMBRAPA-CPAO, 1998. 57p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 15)