

Plantio direto

Luiz André Corrêa 1/
José Carlos Cruz 2/

A possibilidade de semear diretamente em solo não-arado ou gradeado surgiu na década de 30, através de trabalhos desenvolvidos na Estação de Rothamsted, na Inglaterra. O maior problema era o controle das plantas daninhas. Com a descoberta, em 1956, do Paraquat e Diquat, o plantio direto se tornou uma realidade. No Brasil, este plantio só se desenvolveu rapidamente a partir da década de 70 (Quadro 1), sendo os agricultores da Missão Agrícola Alemã, os primeiros a empregar essa técnica, em 1971, no Centro-Sul do Paraná. Hoje o Paraná ostenta o maior índice de adoção deste sistema, seguido, em menor proporção, pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. O Quadro 2 apresenta a evolução do plantio direto no Brasil.

QUADRO 2 – Evolução da Área de Plantio Direto no Brasil

Ano	Área Total (ha)	Taxa Anual de Expansão (%)
1972	100	0
1973	1.000	+ 900
1974	8.000	+ 700
1975	25.000	+ 212
1976	57.000	+ 128
1977	49.000	- 14
1978	54.000	+ 10
1979	121.000	+ 124
1980	205.000	+ 69
1981	244.700	+ 19
1982	260.000	+ 6
1983	500.000	+ 92

FONTE: Muzilli (1985).

Jr. et al (1968) e Smith & Lillard (1976) têm obtido maiores produções de milho com plantio direto do que com outros sistemas de preparo do solo, e esta maior produtividade está geralmente associada ao efeito benéfico da cobertura morta aumentando a umidade do solo.

Van Doren Jr. (1965) encontrou que as produções de milho eram diretamente proporcionais à fração da superfície do solo com cobertura morta. Em Ohio, Estados Unidos, segundo Van Doren Jr. et al (1975), para se obterem máximas produções com plantio direto, 70 a 80% de superfície do solo devem permanecer cobertas após o plantio.

O manejo dos restos culturais influencia muito a infiltração, tendo em vista que em solos cobertos com uma cobertura morta, a velocidade de escoamento da água da chuva diminui, permitindo maior tempo para sua infiltração. O plantio direto, pelo fato de deixar a superfície do solo coberta com resíduos vegetais, é muito efetivo na conservação da umidade, porque, além de permitir uma maior infiltração de água, reduz a quantidade que sai por evaporação. Isto é particularmente importante em solos que têm pouca capacidade de retenção de água, como é o caso dos solos de cerrado.

● Estrutura do Solo

A aeração do solo, além de outros fatores, afeta diretamente a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Em condições de aeração deficiente, a eficiência na absorção de nutrientes na maioria das culturas diminuirá. Como a aeração está diretamente correlacionada à umidade do solo, que por sua vez está correlacionada à quantidade e ao tamanho dos poros, o manejo do solo influenciará as condições de aeração e umidade do solo e, conseqüentemente, afetará a absorção de nutrientes pelas culturas.

Segundo vários autores, de modo geral, os Latossolos no seu estado natural possuem alta macroporosidade e, conseqüentemente, alta capacidade de drenagem. Entretanto, quando estes solos são arados e gradeados, inicia-se o processo de destruição da porosidade natural, levando à formação de camadas compactadas que variam de espessura de acordo com o sistema e/ou intensidade do preparo utilizado.

Este adensamento é conseqüência da redução da macroporosidade na camada de 10 a 20 cm, o que por sua vez provoca uma redução na infiltração de água, aumentando as enxurradas. O impacto das gotas de chuva sobre o solo desnudo e já em parte desestruturado pela excessiva pulverização da camada superficial, resulta em selamento superficial do solo, impedindo a penetração de água e a saída de ar dos poros.

Segundo Sidiras et al (1982), citados por Almeida & Rodrigues (1985), em solos submetidos ao plantio direto a percentagem de agregados de maior diâmetro é mais alta do que naqueles submetidos ao plantio convencional. Após quatro anos de plantio direto em Latossolo Roxo Distrófico, a percentagem de agregados de 9,52 a 5,66 mm era de 67% do perfil de 0 a 10 cm, enquanto que nos escarificados e arados era de 73% e 81%, respectivamente, a percentagem de agregados de 5,66 a 0,5 mm (Fig. 1).

Embora o plantio direto melhore a estrutura do solo, com o tempo o seu não-revolvimento induz ao adensamento da camada superficial devido à dimi-

QUADRO 1 – Evolução da Técnica de Plantio Direto no Mundo

Locais	Área em Plantio Direto (ha)	
	1973	1983/84
Estados Unidos	2.200.000	4.800.000
Inglaterra	200.000	275.000
França	50.000	50.000
Holanda	2.000	5.000
Japão/Malásia/ Sri-Lanka	200.000	250.000
Austrália	100.000	400.000
Nova Zelândia	75.000	75.000
Brasil	1.000	400.000

FONTE: Derpsch (1984).

EFEITO DO PLANTIO DIRETO EM ALGUMAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

● Cobertura Morta

Van Doren Jr. et al (1975), Triplett

1/ Eng^o Agr^o, M.Sc. – Pesq./EMBRAPA/CNPMS – Caixa Postal 151 – 35.700 Sete Lagoas-MG.

2/ Eng^o Agr^o, Ph.D. – Pesq./EMBRAPA/CNPMS – Caixa Postal 151 – 35.700 Sete Lagoas-MG.

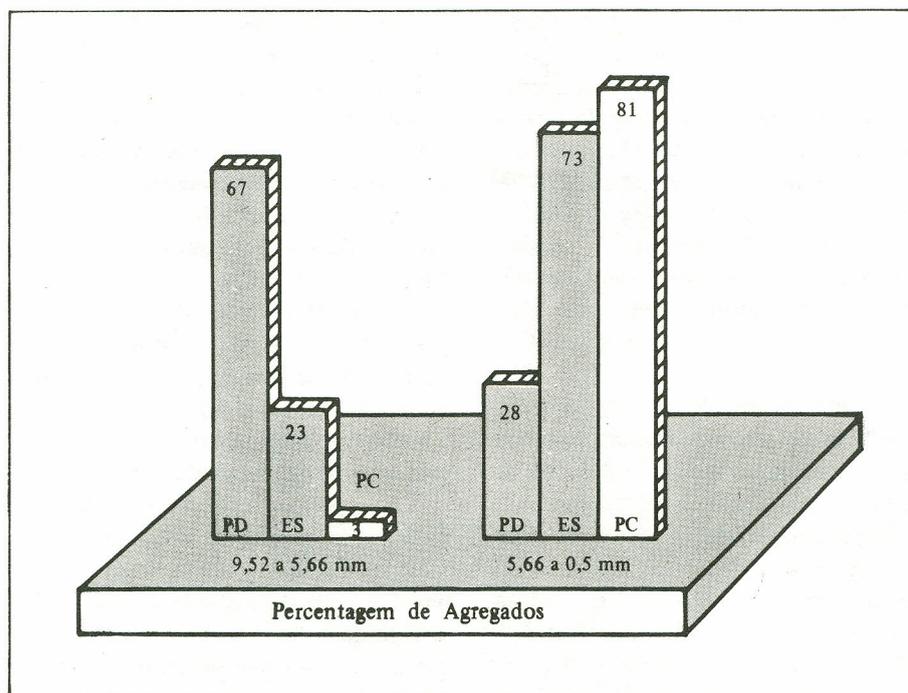


Fig. 1 – Distribuição dos agregados estáveis em água, no perfil 0-10, após 4 anos de plantio direto (PD), escarificação (ES) e preparo convencional (PC).
 FONTE: Almeida & Rodrigues (1985).

nuição do volume de macroporos. Ainda assim, devido à cobertura morta, a quantidade de água infiltrada é maior no plantio direto em comparação ao convencional.

● Umidade do Solo

Vários autores têm mostrado que os métodos de manejo de solos que deixam uma maior proporção da superfície do solo coberta com resíduo vegetal são mais efetivos em reduzir perdas por evaporação e deste modo conservam melhor a umidade do solo. Isto é uma grande vantagem quando se trabalha em áreas de stress hídrico. Entretanto, em áreas maldrenadas, como em solos aluviais, um maior teor de umidade, devido a um maior teor de cobertura morta, pode prejudicar o desenvolvimento de plantas.

Blevins et al (1971) e Shanholtz & Lillard (1969) mostraram um uso mais eficiente da água por plantas em sistema de plantio direto.

Shanholtz & Lillard (1969) verificaram, em testes controlados, que a cultura do milho plantada no sistema de plantio direto utilizou cerca de 81% da água total disponível no perfil do solo e da chuva durante a fase de crescimento. Já

o plantio convencional utilizou 57% da água total disponível, ou seja, uma diferença de 24% entre os dois sistemas. Isto mostra que, quando ocorrem secas de pequena duração, o uso de plantio

direto pode minimizar o efeito da estiagem. Quando o período de seca for muito prolongado, a água disponível no solo pode ser esgotada independentemente do sistema de plantio adotado. Estudos realizados por Sidiras & Roth (1984), em Latossolo Roxo Distrófico, mostraram que o teor de umidade do solo, determinado pelo método de sucção mátrica de 0,33 bar, era superior no plantio direto em comparação ao plantio convencional e escarificação (Fig. 2).

Segundo Amemiya (1968), quando a distribuição de chuvas é adequada para o desenvolvimento das culturas, aparentemente não há diferença entre métodos de preparo do solo ou plantio, mas em anos em que ocorre deficiência hídrica, métodos conservacionistas que retêm mais umidade favorecem o desenvolvimento das culturas.

● Temperatura do Solo

Baseado em extensa revisão bibliográfica, Burrows (1963) concluiu que, dentre outros aspectos, a temperatura do solo é um importante fator afetando a germinação, o crescimento e a absorção de nutrientes por plantas como milho, soja, trigo etc. Além disso existe uma temperatura do solo ótima associada a funções fisiológicas ótimas na

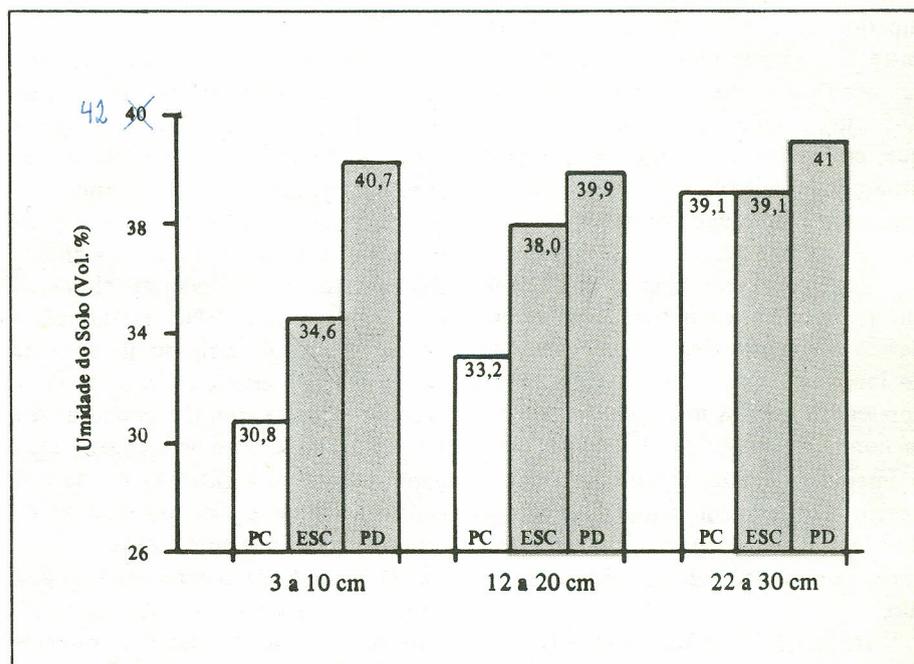


Fig. 2 – Valores de umidade de solo (% vol.), obtidos por sucção mátrica de 0,33 bar, em preparo convencional (PC), escarificação (ESC) e plantio direto (PD).
 FONTE: Sidiras & Roth (1984).

planta. Cruz (1982), em revisão bibliográfica, concluiu que a temperatura do solo a 10 cm de profundidade em plantio direto é menor do que em outros métodos de preparo do solo. Esta diferença varia de 1 a 10°C. Pelas condições climáticas do Brasil, espera-se que esta variável não tenha efeito significativo no desenvolvimento das plantas, exceto talvez em áreas muito quentes do Nordeste ou em plantios de inverno no Sul do País.

● Concentração e Distribuição de Nutrientes

Griffith & Mannering (1970) e Griffith et al (1970 e 1977) mostraram variação no grau de incorporação de fósforo de acordo com o método de preparo do solo. Com plantio direto, uma maior porcentagem de fósforo e potássio permaneceu na superfície do solo.

Muzilli (1983), estudando a distribuição e os teores de matéria orgânica no solo, concluiu que no Latossolo Roxo a quantidade de matéria orgânica encontrada na camada superficial (0-5 cm) no plantio direto era ligeiramente superior àquela encontrada no plantio convencional. Já no Latossolo Vermelho-escuro, o teor de matéria orgânica no plantio convencional foi superior ao plantio direto na camada entre 5 e 25 cm, não havendo diferença significativa na camada superficial (0-5 cm). Este autor concluiu ainda que, em ambos os solos e em qualquer situação de cultivo, a matéria orgânica aumentou consideravelmente em comparação ao teor inicial.

Quanto ao nitrogênio, o mesmo autor, além de encontrar teores mais baixos no plantio direto, observou que, ao longo do tempo, a cultura do milho apresentou colmos mais finos e espigas menores, refletindo no índice de quebra de plantas e na produtividade. Porém, a rotação com a soja diminuiu as deficiências observadas melhorando inclusive a produtividade da cultura de milho.

De acordo com Muzilli (1983), tanto no Latossolo Roxo quanto no Latossolo Vermelho-escuro, os acúmulos de fósforo nas camadas superficiais foram mais altos no plantio direto, sobretudo na profundidade de 5 a 10 cm. De 10 a

20 cm os teores de P solúvel foram superiores no plantio convencional, sugerindo, segundo esse autor, uma inversão da camada arável, incorporando o fertilizante em profundidade. O autor explica ainda que o acúmulo de fósforo nas camadas superficiais do solo é maior no plantio direto, devido à baixa solubilidade de seus compostos, principalmente em solos de natureza ácida com altos teores de argila e metais pesados (Fe e Al).

Segundo Muzilli (1983), a movimentação do solo por ocasião do preparo faz com que o adubo se dilua na camada arável, diminuindo a disponibilidade para as plantas. Em consequência, o acúmulo de fósforo nas folhas de milho foi superior no plantio direto. A camada superficial do solo, logo abaixo da cobertura morta, apresenta maior teor de umidade o que favorece a difusão do fósforo às raízes (Phillips et al 1981, citado por Muzilli 1983).

A aplicação de potássio, cálcio e magnésio no plantio direto deve seguir as recomendações para o plantio convencional, porque, em quaisquer condições de cultivo, o teor desses elementos decresceu com a profundidade da camada arável (Muzilli 1983).

● Erosão

A intensidade da erosão depende, além de outros fatores, do tipo de vegetação, do manejo do solo, da textura e estrutura do solo, da declividade do terreno e da própria cultura. Normalmente o período de maior erosão é durante o plantio, e a fase inicial de crescimento das culturas, quando ocorrem chuvas de grande intensidade. Um solo desnudo e excessivamente pulverizado oferece pouca resistência à erosão hídrica. Uma superfície rugosa e com um pouco de restos culturais constitui obstáculos à água, permitindo uma infiltração rápida e é, conseqüentemente, menos erodida do que uma superfície pulverizada.

O acúmulo de matéria orgânica próximo à superfície do solo no plantio direto pode aumentar significativamente a estabilidade dos agregados. Isto, associado a uma absorção de energia do impacto da gota d'água caindo e ao impedimento do fluxo de enxurrada pelos restos culturais, pode aumentar a taxa

de infiltração, reduzir a enxurrada e assim reduzir a erosão hídrica. Harrold (1972) relatou que o milho em plantio direto reduziu a perda de solo a 2 t/ha entre 1964 a 1970, comparado com 20,5 t/ha no plantio convencional.

Vieira & Mondardo (1980), citados por Almeida & Rodrigues (1985), estudando a importância da quantidade de palha na intensidade da erosão e nas perdas de água, verificaram que à medida em que se aumentava a quantidade de resíduos sobre o terreno (0,0; 3,5 e 5,3 t/ha de resteva de trigo), as perdas de solo e água eram reduzidas (Fig. 3).

A importância do plantio direto na redução das perdas de solo, em comparação aos métodos convencionais de preparo de solo, é mostrada no Quadro 3. Mondardo (1984) verificou que as perdas de solo no plantio direto foram de apenas 5% comparadas àquelas verificadas quando se efetuaram uma aração e quatro gradagens. Já no preparo convencional — uma aração e duas gradagens — as perdas de solo foram de 23% em relação ao preparo com uma aração e quatro gradagens niveladoras. Estes dados mostram que a erosão é diretamente proporcional à movimentação do solo. O mesmo autor cita que as perdas anuais de solo no estado do Paraná podem ser reduzidas à metade com o emprego do terraceamento e em níveis ainda bem menores com o uso do plantio direto (Quadro 4).

EFEITO DO PLANTIO DIRETO NA PLANTA

● Stand e Crescimento de Plantas

Maiores problemas com stand (densidade de plantio) têm sido mais associados a métodos conservacionistas de preparo de solos do que ao sistema convencional. Almemiya (1977) e Griffith et al (1977) relatam que maiores problemas com localização de semente são associados ao preparo conservacionista ("conservation tillage") e apontam como causa: baixa penetração dos discos de plantadeiras, interferência de resíduos com a plantadeira, controle deficiente da profundidade de plantio, cobertura deficiente de sementes e contato deficiente de semente com solo úmido e firme.

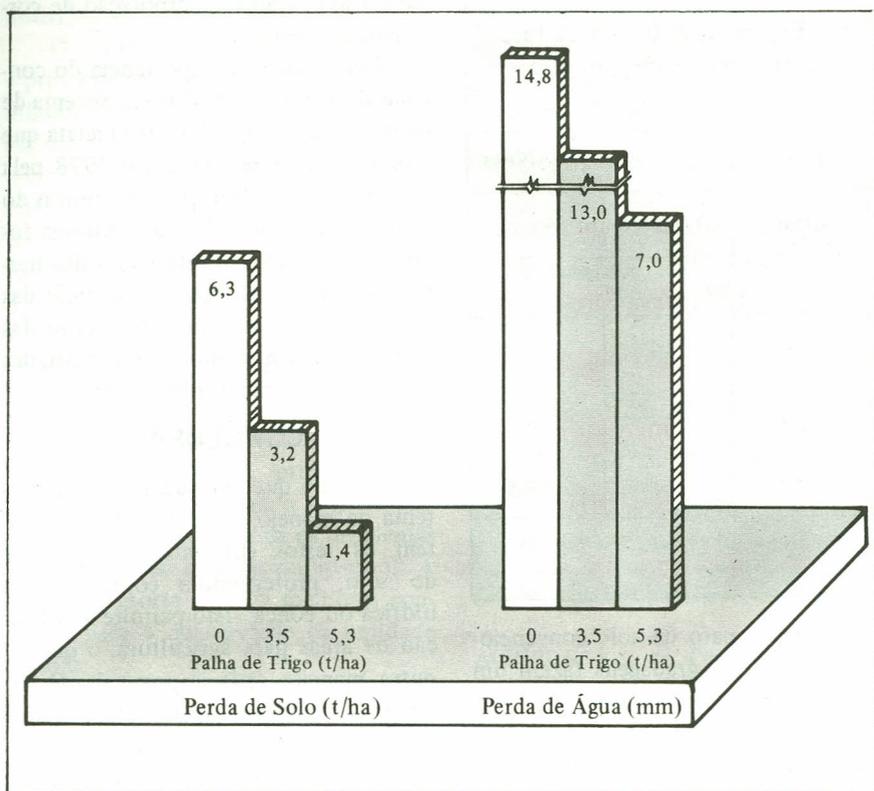


Fig. 3 – Influência da quantidade de cobertura morta na perda de solo por erosão (t/ha) e de água (mm).
Fonte: Almeida & Rodrigues (1985).

QUADRO 3 – Perdas Relativas de Solo e Água (%) por Erosão em Dois Tipos de Solos do Paraná, com Diferentes Tipos de Preparo, através de Chuvas Simuladas

Tipo de Preparo ^{1/}	Latossolo Vermelho-escuro Textura Argilosa ^{3/}		Latossolo Roxo Distrófico ^{4/}	
	Solo	Água	Solo	Água
	Porcentagem			
1 aração + 4 gradagens niveladoras	100	100	–	–
1 aração + 2 gradagens niveladoras	23	90	26	30
1 aração	13	38	–	–
1 escar. + 2 gradagens niveladoras	52	143	–	–
1 grad. pesada + 2 grad. niveladoras	75	162	100	100
4 gradagens niveladoras	37	48	–	–
2 gradagens niveladoras	27	57	–	–
Sem movimentação de solo ^{2/}	5	95	1	98

^{1/} Preparo do solo com ausência de resíduos vegetais.

^{2/} Permanência dos resíduos de trigo na superfície do solo.

^{3/} Trabalho desenvolvido por Biscaia, R.M., EMBRAPA, Ponta Grossa (1977).

^{4/} Trabalho desenvolvido pelo IAPAR, Londrina (1977)

FONTE: Montardo (1984).

Nestes casos é aconselhável aumentar a quantidade de sementes no plantio com a finalidade de se obter um stand adequado.

Segundo Cruz (1982), vários autores têm também encontrado menor desenvolvimento do milho, medido em termos de altura de plantas ou número de dias para atingir o pendoamento no plantio direto, do que no sistema convencional.

A diferença no desenvolvimento de plantas causada por diferentes sistemas de preparo do solo é mais acentuada no início do crescimento.

● **Crescimento da Raiz**

Uma vez que métodos de preparo do solo afetam a aeração, porosidade e densidade do solo, eles devem também afetar a morfologia e distribuição de raízes.

Barber (1971) mediu a distribuição dos sistema radicular de milho no 7º e 8º ano após iniciar um trabalho, variando oito sistemas de preparo de solo, manejo de restos culturais e práticas culturais. Segundo o autor, quando o solo era arado anualmente as raízes de milho desenvolviam mais extensivamente e a uma maior profundidade do que quando o solo não era arado. A retirada de restos culturais reduziu o crescimento de raízes de 0 a 10 cm de profundidade. Observou também que as raízes eram mais finas e longas no solo arado do que no plantio direto.

Phillips (1981) e Cruz (1982) observaram maior densidade de raiz de milho na camada superficial em área de plantio direto do que no sistema convencional (arado de aiveca).

● **Absorção de Nutrientes**

A absorção de nutrientes, medida através de conteúdo na folha ou em outras partes da planta, tem mostrado que o plantio direto pode promover maior ou menor absorção de nutrientes, ou simplesmente não afetá-la dependendo do local onde os ensaios são conduzidos.

Triplett Jr. et al (1968), Sing et al (1966) e Harrold et al (1970) verificaram maiores teores de potássio e fósforo em plantas de milho no início do crescimento em áreas de plantio

QUADRO 4 – Estimativas de Perdas de Solo por Erosão em Solo sem Cultura e Solo Cultivado com a Sucessão Trigo/Soja, em Três Sistemas de Preparo do Solo; Valores Médios para Solos Argilosos do Paraná

Tipo de Preparo	Solo sem Cultura		Cultura de Trigo/Soja	
	s/terraços	c/terraços	s/terraços	c/terraços
	t/ha			
Grade pesada + 2 gradagens niveladoras sem palha	948	474	114	57
Aração + 2 gradagens niveladoras sem palha	316	158	38	19
Plantio direto	94	47	11	5,5

FONTE: Montardo (1984).

direto do que em áreas aradas convencionalmente. No florescimento, entretanto, não houve diferença entre os tratamentos.

Moody (1961) verificou que não houve diferença para os teores de N, P e K em folhas de milho na ocasião do florescimento feminino em diferentes sistemas de plantio.

Griffith et al (1970) não encontraram diferenças entre os teores de P nas folhas de milho em plantio direto ou em plantio convencional em diferentes tipos de solos. Entretanto, encontravam menos potássio nas folhas de milho em plantio direto em três dos solos estudados.

Schulte (1979) encontrou maior teor de K, ligeiramente mais N e menos P em folhas de milho em áreas aradas, comparado com o plantio direto.

Estes (1972) comparou a composição de milho em plantio direto e em plantio convencional e encontrou que as concentrações de Ca, Mg, Zn, Mo, O, B e Al nas folhas de milho foram significativamente reduzidas e que a concentração de K foi significativamente aumentada nas condições de plantio direto. De acordo com Griffith et al (1977), o plantio direto normalmente reduz a absorção de cobre, zinco e boro pelas plantas.

● Plantas Daninhas

No plantio direto a área deverá estar o mais limpa possível de plantas daninhas, especialmente as perenes. Nos

sistemas de preparo de solo convencionais, as arações e gradagens fazem um excelente controle das plantas daninhas já existentes antes da semeadura, deixando o terreno em boas condições para o uso posterior dos implementos agrícolas de controle das invasoras que desenvolvem durante o ciclo das culturas (Almeida 1981). No caso do plantio direto, o controle de plantas daninhas depende da ação dos herbicidas. Assim, é necessário que, antes de se instalar um sistema de plantio direto, o terreno se encontre limpo de espécies resistentes aos herbicidas encontrados no mercado e que a densidade de populações das restantes seja baixa. O controle de plantas daninhas em áreas de plantio direto é ainda agravado pela alteração da população destas plantas que ocorrem após a implantação do sistema.

Tem sido relatada por vários pesquisadores uma mudança da população de plantas daninhas em áreas de plantio direto, aumentando as perenes.

No caso de plantio direto de culturas contínuas, o uso dos mesmos herbicidas todos os anos pode promover uma concentração de plantas daninhas resistentes, que poderão acarretar problemas no futuro. Por esta razão, vários pesquisadores sugerem que o sistema de plantio direto seja interrompido a intervalos regulares, a fim de que, com o preparo convencional, se diminua a infestação das espécies perenes. Estas ocasiões poderão ser ainda aproveitadas

para a aplicação e incorporação de corretivos do solo.

Enfatizando a importância do controle de plantas daninhas em sistema de plantio direto, Muzilli (1981) relata que numa enquete realizada em 1978 pela Cia. Imperial de Indústrias Químicas do Brasil (ICI), onde 306 agricultores foram entrevistados, o alto custo dos herbicidas, as dificuldades no controle das invasoras e a ineficiência dos herbicidas foram as principais limitações apontadas para o estabelecimento do sistema.

CONCLUSÃO

Mais do que em qualquer outro sistema de manejo, o plantio direto mantém os restos culturais na superfície do solo, protegendo-o contra erosão hídrica ou eólica. Isto permite a utilização de áreas para agricultura, o que de outra maneira seria impossível. O sistema de plantio direto afeta várias características do solo, como a estrutura, flora e fauna, teor de matéria orgânica, aeração e umidade, temperatura do solo, concentração e distribuição de nutrientes. Como consequência, a germinação, o desenvolvimento do sistema radicular, o desenvolvimento de plantas e a absorção de nutrientes são também afetados.

A resultante destas interações pode promover um aumento ou redução na produtividade física e econômica das lavouras. Como grande parte das informações é obtida fora do país e na maioria das vezes em regiões com características de clima e solo muito diferentes das brasileiras, é imperativo que sejam desenvolvidas pesquisas sobre o assunto nas diferentes regiões do Brasil. No Sul do país tem sido testado com sucesso o desenvolvimento de coberturas mortas de diversas culturas de inverno que, além de promoverem maior cobertura do solo com resíduos culturais, influenciam o controle de plantas daninhas infestantes na cultura de verão (Almeida & Rodrigues 1985).

No Brasil Central, onde o inverno é seco não permitindo o desenvolvimento de culturas de inverno e a produtividade das culturas de verão é baixa, a falta de cobertura morta sobre a superfície do solo poderá inviabilizar a utilização do plantio direto associado a altas pro-

atividades.

O controle da erosão é sem dúvida a principal vantagem e o fator que mais influencia o agricultor na adoção do plantio direto. Tem sido demonstrado, tanto na pesquisa como na prática, que este sistema de plantio reduz a erosão em níveis perfeitamente aceitáveis, principalmente em solos desestruturados pelo sistema convencional de preparo. Em consequência do controle da erosão, há também a redução da poluição dos rios e lagos.

A conservação da umidade é outro fator importantíssimo, principalmente em regiões onde ocorre o veranico no período das chuvas e onde os problemas de estiagem são comuns no inverno. A cobertura morta oferece melhores condições para a conservação da umidade do solo.

Outras vantagens do plantio direto são a economia de tempo e de combustível. Há uma economia de tempo disponível para o plantio e do tempo que se gasta com o plantio em si. No plantio convencional, se as condições do solo e do clima não permitirem as operações das máquinas, o período disponível para o plantio será menor. Como o plantio direto é pouco afetado por estes fatores, o intervalo de tempo disponível para se plantar uma segunda cultura é maior (como exemplo, o trigo após a soja). O tempo gasto para se preparar e plantar um hectare pelo sistema convencional é de aproximadamente sete horas e pelo sistema de plantio direto de apenas três horas. Obviamente os gastos de combustível e de mão-de-obra também serão menores.

Outra vantagem do sistema é reduzir a perda na colheita. Além de outros fatores, com o nivelamento do terreno e com o plantio direto feito numa superfície bem nivelada, espera-se uma redução na percentagem de perda na colheita.

No plantio direto, em comparação ao plantio convencional, a compactação do solo é menor devido ao menor número de passagem das máquinas.

A principal desvantagem ainda é o gasto com herbicidas e os cuidados que se devem ter na sua aplicação. O alto custo dos herbicidas e a técnica exigida

para aplicação fazem com que somente agricultores mais evoluídos e de maior poder aquisitivo o adotem e se mantenham no clube dos adeptos do plantio direto.

Há também a desvantagem do alto custo das plantadeiras e a exigência constante da assistência técnica altamente especializada, sem a qual o sucesso do sistema dificilmente será alcançado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.S. de. Controle de ervas daninhas no sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 1., Ponta Grossa, 1984. Anais. Ponta Grossa, Cooperativa Central Agropecuária Campos Gerais, 1981. p. 66-82.

ALMEIDA, F.S. de. Controle de ervas. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. **Plantio direto do estado do Paraná**. Londrina, 1981. p. 101-44. (Circular IAPAR, 23).

ALMEIDA, F.S. de. & RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas**; contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina, PR, IAPAR, 1985. p. 341-99.

AMEMIYA, M. Conservation tillage in the western Corn Belt. **J. of Soil and Water Conservation**, 32: 29-36, 1977.

AMEMIYA, M. Tillage-soil water relations of corn as influenced by weather. **Agron. J.**, 64: 534-7, 1968.

BARBER, S.A. Effect of tillage practice on corn (*Zea mays* L.) root distribution and morphology. **Agron. J.**, 63: 724-6, 1971.

BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H. & PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage cropping on soil moisture. **Agron. J.**, 63(4): 593-6, 1971.

BURROWS, W.C. Characterization of soil temperature distribution from various tillage-induced microliefs. **Soil. Sci. Soc. Proc.**, 27: 350-3, 1963.

CRUZ, J.C. Effect of crop rotation and tillage systems on the same soil properties root distribution an crop production. West Lafayette, Indiana, Purdue University, 1982. 220 p. (Tese Ph.D.).

DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plan-

tio direto no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Plantio direto no Brasil**. Campinas, 1984. p. 53-78.

ESTES, G.D. Elemental composition of maize grown under no-till and conventional tillage. **Agron. J.**, 64: 733-5, 1972.

GRIFFITH, D.R. & MANNERING, J.V. **Where is no-plow tillage adapted in Indiana**. West Lafayette, IND., Purdue University/Cooperative Extension Service, 1970. n.p. (Ay-185).

GRIFFITH, D.R.; PARSONS, S.D.; MANNERING, J.V.; GALLOWAY, H.M.; ROSS, M.; ROBBINS, P.R. & HUBER, R.T. **An evaluation of tillage planting systems of corn production**. West Lafayette, Purdue University/Agric. Exp. Station, 1970. (Research Progress Report, 368).

GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V. & MOLDENHAUER, W.C. Conservation tillage in the eastern corn belt. **J. of Soil and Water Conservation**, 32: 20-8, 1977.

HARROLD, L.L. Efeito de sistemas de preparo reduzido do solo sobre a erosão causada pelas águas. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Plantio direto no Brasil**. Campinas, 1984. p. 93-107.

HARROLD, L.L.; TRIPLETT Jr., G.B. & EDWARDS, W.M. No-tillage corn-characteristics of the system. **Agricultural Engineering**, 51: 128-31, 1970.

MONDARDO, A. Manejo e conservação do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Plantio direto no Brasil**. Campinas, 1984. p. 53-78.

MOODY, E.; SHEAR, G.M. & JONES Jr., J.N. Growing corn without tillage. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 25: 516-7, 1961.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 7: 97-102, 1983.

MUZILLI, O. Manejo da fertilidade do solo. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. **Plantio direto no estado do Paraná**. Londrina, 1981. p. 47-8. (Circular IAPAR, 23).

MUZILLI, O. O plantio direto no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL, Campinas, SP. **Atualização em plantio direto**. Campinas, 1985. p. 1-16.

PHILLIPS, R.E. Soil moisture. In: PHILLIPS, R.E.; THOMAS, G.W. & BLEVINS, R.L. **No-tillage research**; research reports and reviews. Lexington, University of Kentucky/College of Agric. and Agric. Exp. Sta, 1981.

RIECK, C.E. & HERRON, J.W. Weed control in not-till corn and soybeans. In: CONFERENCE OF NO-TILLAGE RESEARCH, Lexington, Ky, 1974. **Proceedings**. . . Lexington, University of Kentucky, 1974. p. 42-5.

SCHULTE, E.E. Fertility needs under conservation. **Crops and Soils Magazine**, 31: 10-1, jan. 1979.

SHANHOLTZ, V.O. & LILLARD, J.H. Tillage system effects on water use efficiency. **J. of Soil and Water Conservation**, 24: 186-9, 1969.

SIDIRAS, N. & ROTH, C.H. Medições de infiltração com infiltrômetros e um simulador de chuvas em Latossolo Roxo distrófico, Paraná, sobre vários tipos de cobertura de solo e sistema de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 5., Porto Alegre, RS, 1984. **Anais**. . . Porto Alegre, 1984.

SINGH, T.A.; THOMAS, G.W.; MOSCHLER, W.W. & MARTENS, D.C. Phosphorus uptake by corn (*Zea mays* L.) under no-tillage and conventional practices. **Agron. J.**, 58: 147-8, 1966.

SMITH, E.S. & LILLARD, J.H. Development of no-tillage cropping systems in Virginia. **Transaction of the ASAE**, 19: 262-5, 1976.

TRIPLETT Jr., G.B.; VAN DOREN Jr., D.M. & SCHMIDT, B.L. Effect of corn (*Zea mays* L.) stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. **Agron. J.**, 60: 236-9, 1968.

VAN DOREN Jr., D.M. Influence of plowing, disking, cultivation, previous crop, and surface residues on corn yield. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, 29: 595-7, 1965.

VAN DOREN Jr., D.M.; TRIPLETT Jr., G.B. & HENRY, J.E. Long-term influence of tillage, rotation, and soil corn yield. **Ohio Report** (Sept/Oct): 80-2, 1975.

Compactação do solo

Evandro Chartuni Mantovani 1/

Nos últimos anos, com a expansão da fronteira agrícola, com a utilização de várzeas para plantio e com a exploração de duas culturas anuais, estabelecida em cronogramas de trabalho bem definidos e apertados, tem-se observado uma intensa movimentação de máquinas e equipamentos agrícolas para o manejo do solo e plantio das culturas exploradas. Também tem-se verificado um acréscimo indiscriminado de peso e de potência dos tratores utilizados, devido à falta de um critério no dimensionamento e na seleção dos implementos e tratores por parte dos agricultores, quando da sua aquisição. Tais situações têm contribuído para um aumento de áreas com problemas de compactação. Estes problemas têm sido uma preocupação por parte dos agricultores e, coincidentemente, começam a chamar atenção nas áreas onde a prioridade dos trabalhos com máquinas e implementos se restringe somente ao rendimento operacional (ha/h), e a qualidade do trabalho com o solo, ou seja, o manejo adequado dele tem sido considerado como secundário.

O volume total de um solo é constituído do volume das partículas minerais e orgânicas do solo e do volume de poros entre as partículas. O volume de um poro é ocupado com água e/ou ar. O solo está compactado quando a proporção do volume total de poros para o do solo é inadequada ao máximo desenvolvimento de uma cultura ou manejo eficiente do campo. A compactação do solo pode ser considerada em relação à porosidade e densidade do solo e à resistência à penetração.

A exploração de grandes áreas requer uma alta capacidade efetiva de trabalho (ha/h) dos equipamentos agrícolas e, conseqüentemente, o uso de alguns equipamentos, como a grade pesada, tem sido quase uma constante no preparo do solo. Nesta situação, a qualidade do manejo do solo cai, e

a eficiência de trabalho aumenta.

Nos projetos de irrigação nas várzeas, os tabuleiros atendem aos requisitos de drenagem e irrigação, mas, de maneira geral, podem estar mal dimensionados e inadequados para os tipos, tamanho e peso de máquinas que estão trafegando nestes solos. É importante ressaltar que anualmente a drenagem superficial tem diminuído, e o teor de umidade do solo para trabalho com máquinas vai aumentando, dificultando os trabalhos de preparo de solo pela baixa eficiência de tração, causada pela alta percentagem de patinação dos tratores. Para compensar esta alta porcentagem de patinação do trator, e para que este possa desenvolver uma velocidade operacional adequada, tratores de grande potência e peso são utilizados. Grande parte desta potência está sendo desperdiçada na roda pela patinação, e o aumento de peso está contribuindo para a depreciação do solo. Além disso, no trabalho de colheita, as colheitadeiras automotrizes trafegam com uma elevada carga nestes solos com alta umidade, depreciando-os.

Resultados de pesquisa no Brasil e no exterior mostram ser possível ao agricultor atender ao cronograma estabelecido, trabalhando com um bom rendimento operacional, sem depreciar o solo. Para tanto, alguns conceitos básicos terão que ser adotados e avaliados para melhor utilização do solo e da máquina.

Os tratores agrícolas deverão tracionar seus implementos, mantendo um alto rendimento de tração (RT = potência na barra de tração/potência do motor). Para tanto, a percentagem de patinação das rodas deverá ficar nos limites de 8 a 16%, dependendo das seguintes condições do solo: a) firme - condição do solo que precede o seu preparo; b) cultivado - condição do solo após o seu preparo com arado; c) macio - condição do solo após a gradagem de destorroamento e nive-

1/ Eng^o Agr^o, Ph.D. - Pesq./EMBRAPA/CNPMS - Caixa Postal 151 - 35.700 Sete Lagoas-MG.