

EFEITOS DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NA PRODUÇÃO DE SOJA¹

MILTON RAMOS² e RENATO DEDECEK³

RESUMO - Foram estudados os efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo e modos de aplicação de fertilizantes sobre a produção de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em sucessão ao trigo cultivado com preparo de solo convencional. Os experimentos foram realizados em latossolo vermelho-escuro, textura argilosa, nos anos de 1971, 1972 e 1973. Entre os sistemas de preparo do solo empregados, ocorreram diferenças significativas. Os sistemas de preparo mínimo do solo apresentaram maiores produtividades que os sistemas de preparo convencional, sendo que o preparo mínimo com duas gradagens (niveladoras) mostrou-se, nos três anos de estudo, como o melhor tratamento. Nos sistemas de preparo mínimo, a soja concentra suas raízes na camada mais superficial do solo, justamente a camada mais fértil, o que poderia ter possibilitado as maiores produções verificadas.

Termos para indexação: preparo do solo, cultivo mínimo.

EFFECTS OF SOIL TILLAGE SYSTEMS AND WAYS OF APPLYING FERTILIZERS ON SOYBEAN PRODUCTION

ABSTRACT - The effects of different soil tillage systems and methods of fertilizers application were studied on soybean production following wheat grown on conventional tilled soil. The experiments were conducted in a dark red latosol, clay textured soil, during the years 1971, 1972, and 1973. Significant differences were observed among the soil tillage systems. Minimum tillage showed higher productivity than the conventional tillage system and minimum tillage, with two disc harrowings (levelers) was the best treatment during the three years. Under minimum tillage systems, the soybean plants present a high root concentration in the most superficial layer of the soil, which has a high level of fertility, possibly the reason for the present results.

Index terms: soil tillage, minimum tillage.

INTRODUÇÃO

A exploração de trigo e soja cultivados sucessivamente na mesma área oferece certas vantagens, mas requer técnicas mais racionais de manejo do solo para reduzir os problemas de desagregação, compactação, formação de crostas, erosão, poluição e outros, que advém com o uso intensivo do solo.

Na região sul do Estado do Paraná, a soja, cultivada em sucessão ao trigo, é geralmente semeada fora da época mais adequada (Ramos 1974), o que é agravado com o preparo convencional do solo, para semeadura, porque o maior número de operações necessárias, exige um certo intervalo entre uma cultura e a seguinte.

Além de reduzir os efeitos de tais problemas, os sistemas de preparo mínimo têm proporcionado

aumentos de produção em diversas culturas (Blevins et al. 1971, Lewis 1972, Shear & Moschler 1969). Por sistemas de preparo mínimo do solo compreende-se a semeadura de uma determinada cultura com movimentação reduzida do solo. Há várias formas de preparo mínimo do solo de acordo com a intensidade de movimentação, destacando-se o sistema de semeadura com nenhum preparo, ou seja, as sementes e os fertilizantes são colocados no solo sem qualquer movimentação prévia do solo (Ramos 1974). Dependendo do grau de movimentação do solo estes sistemas alinham outras vantagens, além de diminuir os riscos da erosão e possibilitar a semeadura em época mais adequada no caso da sucessão trigo-soja (Gard & McKibben 1973), Jeffers et al. 1973, McKibben & Oldham 1973); redução dos custos operacionais (Clapp 1972, Jeffers et al. 1973, Phillips 1970); maior volume de água armazenada (Blevins et al. 1971, 1972, Unger & Phillips 1973); redução dos problemas de poluição das águas com a diminuição do escoamento superficial (Clapp 1972, Edwards 1972, Harrold 1972); possibilidade de utilização de áreas até então de difícil explo-

¹ Aceito para publicação em 11 de abril de 1979. Trabalho apresentado no XV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Campinas (SP).

² Eng^o Agr^o, EMPASC, Caixa Postal 277, CEP 88.300 - Itajaí, SC.

³ Eng^o Agr^o, M.Sc., CPAC - EMBRAPA, Caixa Postal 70/0023, CEP 70.000 - Brasília, DF.

ração, aumento do teor de matéria orgânica do solo (Gregory et al. 1973, Stanford 1973, Wischmeier 1973).

O sistema de nenhum preparo tem-se mostrado mais eficiente na redução do escoamento superficial e erosão, mas assim mesmo a sua utilização pelos agricultores tem sido lenta em razão, sobretudo, das dificuldades no controle de invasoras e escassez de equipamentos de semeadura. O sistema de preparo mínimo (duas ou três gradagens, tem sido mais adotado pelo agricultor pela possibilidade de utilização do mesmo equipamento e da mesma tecnologia de controle de invasoras utilizados no sistema convencional.

O presente estudo foi realizado visando determinar a influência de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a produção de soja e a eficiência de modos de aplicação de fertilizantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi executado na Estação Experimental de Ponta Grossa em 1971, 1972 e 1973. Os experimentos foram conduzidos em sucessão ao trigo, cultivado pelo sistema de preparo de solo convencional, com produtividade média de 1.500 kg/ha.

O solo, cultivado durante muitos anos e de fertilidade média (Tabela 1) é um latossolo vermelho-escuro, de textura argilosa, fase campestre, com declividade entre 2 e 3%.

TABELA 1. Características químicas dos solos nos locais dos experimentos, nos anos de 1971, 1972 e 1973.

Ano	Características químicas				
	pH	P ppm	Al ppm	Ca + Mg mE/100 g	K ppm
1971	5,2	5,0	0,0	4,8	42,0
1972	5,2	7,0	0,0	4,4	96,0
1973	5,5	8,0	0,0	5,0	68,0

Três sistemas de preparo do solo foram testados todos os anos:

- preparo convencional: uma aração e duas gradagens;
- nenhum preparo 1: sem preparo do solo para semeadura;

- preparo mínimo 1: duas gradagens com grade leve.

Outros sistemas de preparo do solo foram testados em apenas um dos anos em que foi conduzido o trabalho:

- preparo mínimo 2: duas gradagens, uma com grade pesada e uma com grade leve;
- preparo mínimo 3: duas gradagens com grade leve e queima da resteva;
- preparo mínimo 4: uma gradagem com grade leve;
- preparo mínimo 5: duas gradagens com grade leve, sem aplicação de herbicida de contato;
- nenhum preparo 2: sem preparo do solo e sem aplicação de herbicida residual (Tabela 3).

Dos modos de aplicação de fertilizantes estudados, dois tratamentos foram repetidos todos os anos:

Testemunha: sem aplicação de fertilizantes;

Aplicação em sulco: fertilizante colocado em sulco ao lado das sementes. A aplicação a lanço foi testada em 1971 e 1972; a aplicação em faixa, com o fertilizante deixado sobre o solo, foi efetuada em 1972 e 1973 e usou-se ainda o termofosfato aplicado junto com as sementes nos anos de 1971 e 1973, na quantidade de 120 kg/ha de P_2O_5 .

Foi utilizada no primeiro ano, a cultivar de soja Davis, tendo sido semeada em 16.12.71. Como fonte de nutrientes foi utilizado fertilizante misto, fórmula 4-31-16 na quantidade de 388 kg/ha. Os herbicidas foram linuron (1,5 kg/ha) e paraquat (0,4 l/ha). No segundo ano foi semeada a cultivar Hardee, em 27.11.72, utilizando-se como fonte de nutrientes o fertilizante misto 4-37-11, 300 kg/ha. Empregaram-se os herbicidas linuron (1,0 kg/ha) mais alachlor (0,88 l/ha) e diquat (0,5 l/ha) mais paraquat (0,1 l/ha). No ano de 1973, a semeadura da cultivar de soja Hardee foi efetuada no dia 11.12. Utilizou-se o fertilizante misto, 3-20-12, 600 kg/ha e foram aplicados os herbicidas alachlor (2,2 l/ha), linuron (1,5 kg/ha) e paraquat (0,6 l/ha).

O delineamento experimental foi uma variação de blocos com parcelas subdivididas, com três repetições e cujos tratamentos e subtratamentos foram colocados em faixas, tendo as parcelas: 5m de largura por 10 m de comprimento em 1971, 3 m por 7 m em 1972 e 3 m por 8 m em 1973.

As amostras de solo para análise química foram feitas, anualmente, na profundidade de 0-20 cm, antes do preparo do solo em toda a área experimental (Tabela 1).

Na época do florescimento da soja, eram coletadas amostras de planta, procurando-se obter plantas com o sistema radicular interno, para observar a distribuição das raízes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser constatado através dos dados da (Tabela 2), a aplicação de fertilizantes, efetuada por diferentes modos, não proporcionou efeitos significativos sobre a produção de soja. Ocorre que as áreas utilizadas eram cultivadas há muitos anos, tendo atingido um nível médio de fertilidade (Tabela 2). Segundo Clapp (1972), a soja geralmente não responde prontamente às aplicações de fertilizantes em solo com nível de fertilidade entre médio e alto.

TABELA 2. Efeitos de modos de aplicação de fertilizantes sobre a produção de soja (Estação Experimental de Ponta Grossa, 1971 a 1973).

Modos de aplicação	Produção de soja (kg/ha)		
	1971 ¹	1972 ¹	1973 ¹
Testemunha	2.541	2.503	2.630
Sulco	2.672	2.765	2.448
Lanço	2.606	2.432	--
Faixa	--	2.574	2.436
Termofosfato	2.674	--	2.691
C.V. (%)	11,6	19,9	16,8

¹Diferenças não significativas

Apesar da eficiência da fertilização do solo não ser um dos maiores obstáculos na adoção dos sistemas de preparo mínimo do solo, segundo Phillips (1970), há necessidade de pesquisas nesta área, uma vez que a incorporação de fertilizantes é limitada, principalmente no sistema de "nenhum preparo", considerando-se ainda a pouca mobilidade de cálcio, fósforo e potássio no solo.

A variação nos sistemas de preparo do solo teve influência significativa sobre a produção de soja. Nos anos de 1971 e 1973 houve diferença estatisticamente significativa entre os sistemas de preparo

(Tabela 3). Embora em 1972, a produção obtida pelos diferentes tratamentos seja semelhante, pode-se observar que o mesmo tratamento, melhor em outros anos, destaca-se também neste.

TABELA 3. Efeitos dos sistemas de preparo do solo sobre a produção de soja (Estação Experimental de Ponta Grossa, 1971 a 1973)

Sistemas de preparo	Produção de soja (kg/ha)		
	1971 ¹	1972 ²	1973 ¹
Preparo Convencional	2.482 ab	2.626	2.270 b
Preparo Mínimo 1	2.835 a	2.824	2.707 a
Preparo Mínimo 2	2.678 ab	--	2.603 a
Preparo Mínimo 3	2.418 b	--	--
Preparo Mínimo 4	--	2.551	--
Preparo Mínimo 5	--	2.293	--
Nenhum Preparo 1	2.704 ab	2.683	2.617 a
Nenhum Preparo 2	--	2.436	--
C.V. (%)	11,1	17,6	7,3

¹As médias indicadas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tuckey a 5%

²Diferenças não significativas

Os sistemas de preparo mínimo do solo apresentaram produção de soja sempre superior àquela obtida nas parcelas em que o solo foi preparado convencionalmente, em acordo com os dados citados na literatura para a soja e mesmo para outras culturas (Blevins et al. 1971, Lewis 1972, Shear & Moschler 1969). Dentre os sistemas de preparo mínimo do solo destacou-se, em todos os anos, o sistema de preparo mínimo um, alcançando produção superior aos demais tratamentos.

Normalmente, a soja emite uma raiz principal que se aprofunda verticalmente no solo e um número grande de raízes secundárias, de diâmetro menor, que se desenvolvem obliquamente. No entanto, nos solos sob preparo mínimo, a soja diminui o tamanho da raiz principal e as raízes secundárias desenvolvem-se quase horizontalmente, com diâmetro maior e em maior número. Deste modo a maior concentração das raízes ocorre na camada superficial do solo, até uns 10 cm de profundidade, justamente a camada mais fértil do solo (Tabela 4), rica em elementos de pouca mobilidade no solo como P, Ca e K, e de menor concentração de alumínio (Ramos & van der Eik 1972).

TABELA 4. Teor de P, K, Ca + Mg e Al no perfil de dois latossolos vermelhos-escuro da região dos Campos Gerais. (Ramos & van der Eik, 1972).

Textura	Profundidade (cm)	P (ppm)		K (ppm)	Ca + Mg (mE/100 g)	Al (mE/100 g)
		Disponível	Total			
Arenosa	0 - 10	15	415	160	6,0	0
	10 - 20	2	240	61	1,0	1,3
	20 - 40	0	210	34	0,7	1,8
	40 - 60	0	210	19	0,8	1,1
Argilosa	0 - 10	5	595	170	3,0	0,3
	10 - 20	3	565	140	3,2	0,3
	20 - 40	0	385	52	1,4	1,3
	40 - 60	0	330	18	0,8	0,6

Segundo Shear & Moschler (1969), a quantidade de fósforo disponível nos 20 cm superiores de um solo, no sistema de nenhum preparo, foi 75% maior do que em solo preparado convencionalmente, e a quantidade de potássio existente na camada superficial até 5 cm era mais alta do que à profundidades maiores. Também Gard & McKibben (1973) afirmam que as parcelas sem preparo do solo tinham um nível de fósforo muito maior na camada de solo superficial, até 5 cm, do que na mesma área do perfil do solo, das parcelas preparadas convencionalmente. Singh et al. (1966), mostraram haver menor fixação de fósforo em aplicações superficiais do que quando o fertilizante é misturado com o solo. Segundo Clapp (1972), nos solos com preparo mínimo não é tão essencial a distribuição uniforme de nutrientes na camada de 20 cm, uma vez que é mantida umidade adequada ao desenvolvimento das raízes próximas à superfície.

De acordo com Blevins & Cook (1970), os solos com pouca movimentação superficial armazenam maior quantidade de água, devido a manutenção de uma maior capacidade de infiltração e uma menor evaporação de água do solo. E segundo os mesmos autores, o maior teor de umidade na superfície do solo sob sistema de preparo mínimo tem significantes implicações nas reações do solo que controlam a disponibilidade de nutrientes às plantas.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados dos experimentos

verifica-se que:

- Os sistemas de preparo mínimo do solo permitiram obter maior produção de soja do que o sistema de preparo convencional;
- Dentre os sistemas de preparo mínimo, o sistema de preparo com duas gradagens leves (niveladoras) foi o que alcançou maior produção de soja;
- A concentração das raízes das plantas de soja, nas parcelas sob preparo do solo, na camada mais superficial do solo mais fértil, provavelmente, explicam as maiores produtividades alcançadas.
- A aplicação de fertilizantes, efetuado por diferentes modos não proporcionam efeitos significativos sobre a produção de soja.

REFERÊNCIAS

- BLEVINS, R.L. & COOK, D. No-tillage; its influence on soil moisture and soil temperature. Ky. Agr. Exp. Sta. Progr. Rept., 187, 1970.
- COOK, D.; PHYLLIPS, S.H. & PHYLLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. Agron. J., 63:593-6, 1971.
- THOMAS, G.W. & PHYLLIPS, R.E. Moisture relationships and nitrogen movement in no tillage and conventional corn production. Proc. No-tillage Syst. Symp. Columbus, Ohio, 140-5, 1972.
- CLAPP JUNIOR, J.G. No-tillage soybean production. Soybean Digest, 6-8, 1972.
- EDWARDS, W.M. Agricultural chemical pollution as affected by reduced tillage systems. Proc. No-tillage Syst. Symp. Columbus, Ohio, 30-40, 1972.
- JEFFERS, D.L.; TRIPLETT, G.B. & BENERLIN, J.E. Double cropped soybeans. Ohio Rep., 58:67-9, 1973.
- GARD, L.E. & MCKIBBEN, G.E. No-till crop production

- proving a most promising conservation measure. Outlook Agric., 7(3):149-50, 1973.
- GREGORY, W.W.; HERRON, I.W.; HERBEK, I.H. & GULLEY, C.H. No-tillage recommendations. s.l., Univ. of Kentucky, 1973. 8 p.
- HARROLD, L.L. Soil erosion by water as affected by reduced tillage systems. Proc. No-tillage Syst. Symp. Columbus, Ohio, 21-9, 1972.
- LEWIS, W.M. No-tillage production systems for double cropping and for cotton and other crops. Proc. No-tillage Syst. Symp. Columbus., Ohio, 146-52, 1972.
- MCKIBBEN, G.E. & OLDHAM, M.G. Double cropping soybeans in small grain stubble. III. Res., 15(3):10-1, 1973.
- PHILLIPS, J.A. No-tillage fertilization principles. Proc. No-tillage Research Conf. Lexington, Kentucky, 1-6, 1970.
- RAMOS, M.G. Sistemas de preparo mínimo do solo; técnicas e perspectivas para o Paraná. Ponta Grossa, Estação Experimental de Ponta Grossa, 1974. 17p. Mimeografado.
- _____. & EIK, van der. Percolação de nutrientes em dois perfis de latossolos da região dos Campos Gerais, no Estado do Paraná. 1972. Prelo.
- SHEAR, G.M. & MOSCHLER, W.M. Continuous corn by the no-tillage and conventional practices. Agron. J., 61(4):524-6, 1969.
- 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.
- STANFORD, G.; BENNETT, O.L. & POWER, J.F. Conservation tillage practices and nutrient availability. Proc. Nat. Conf. Cons. Tillage. Des Moines, Iowa, 54-62, 1973.
- UNGER, P.W. & PHILLIPS, R.E. Soil water evaporation and storage. Proc. Nat. Conf. Cons. Tillage. Des Moines, 42-54, 1973.
- WISCHMEIER, W.H. Conservation tillage to control water erosion. Proc. Nat. Conf. Cons. Tillage. Des Moines, Iowa, 133-41, 1973.