

INFLUÊNCIA DO MANEJO SOBRE A POROSIDADE DO SOLO L SOBRE A PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max* (L) Merrill), EM SOLO PODZÓLICO VERMELHO AMARELO.

Influence of soil management on the soil porosity and on soybean (*Glycine max* (L) Merrill) productivity in a red yellow podzolic soil.

Clovis Lemos Veiga* e Luiz Bezerra de Oliveira**

RESUMO

São apresentados resultados da influência de cobertura morta (palha de trigo), incorporação de palha de trigo, plantio direto, semi-incorporação de palha de trigo através de "pê de pato" e preparo convencional do solo, sobre a porosidade do solo e na produtividade da soja (*Glycine max* (L) Merrill).

O experimento foi instalado em solo Podzólico Vermelho Amarelo, no "campus" da UFSM, Santa Maria, RS.

Concluiu-se que: 1) houve influência dos tratamentos sobre a densidade do solo, sendo que a menor densidade foi obtida no tratamento onde se usou o plantio direto e a maior no convencional. 2) Não houve influência dos tratamentos sobre a porosidade total e microporosidade mas, a macroporosidade foi influenciada, sendo menor no tratamento onde levou cobertura morta. 3) Nem a densidade, nem a porosidade do solo influenciaram na produtividade de grãos, mas foram efetivos na produção de matéria seca da parte aérea da soja.

SUMMARY

Results from the influence of normal soil tillage with mulching (wheat straw), normal soil tillage with incorporation of wheat straw at plowing, direct planting, semi-incorporation of wheat straw by means of "duck foot" subsoiler and conventional tillage upon soil porosity and on grain yield productivity of soybean (*Glycine max* (L) Merrill), are presented.

The field experiment was carried out on a Red Yellow Podzolic soil, in the "campus" of the UFSM, Santa Maria-RS.

It was concluded that the treatments influenced the soil bulk density, with the least density value verified on the direct plan

* Professor Assistente do Departamento de Zootecnia - UFSM.

** Pesquisador da EMBRAPA, Recife-PE.

ting treatment, the mulching treatment gave the smallest macroporosity value and either bulk density nor porosity influenced grain productivity but both were effective on the aerial part of soybean yield.

INTRODUÇÃO

As raízes tem a função de fixação da planta ao solo e de sua alimentação a partir de certas substâncias existentes no solo. O aprofundamento da raiz no solo é muito importante para estas funções e está condicionado a certos fatores, entre outros: propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, práticas culturais e características do sistema radicular da planta.

Entre as características físicas do solo que influenciam no desenvolvimento das raízes estão a textura, a estrutura e a porosidade.

SCHUURMAN (9) reputa como de grande importância a densidade do solo para o crescimento e desenvolvimento da raiz.

BARLEY e GRACEN (3) destacam a resistência mecânica dos solos como fator principal no crescimento e na ramificação da raiz. Essas propriedades são dinâmicas, portanto, podem sofrer modificações com os tipos de preparo do solo usados, ao longo do tempo (BARLEY, 2).

UHLAND (10), estudando a influência das culturas e do manejo sobre as propriedades físicas do solo conclui que:

- plantas baixas e de sistema radicular profundo podem aumentar a porosidade, a permeabilidade e melhorar a estrutura do solo.

- a aplicação racional de técnicas de cultivo pode diminuir o escorrimento superficial da água e a desagregação do solo.

ALLMARAS et alii (1) realizaram um experimento com quatro tratamentos de manejo do solo e em quatro tipos de solos com o objetivo de estudar as propriedades físicas em decorrência do manejo usado. Concluíram que na camada de 0 a 7,5 cm de profundidade houve alterações nas propriedades físicas do solo. O mesmo não aconteceu a partir desta profundidade.

Neste trabalho, objetiva-se estudar a influência do manejo do solo sobre a sua porosidade e sobre a produtividade da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Solo - O solo onde realizou-se o experimento está situado no "campus" da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e foi classificado pela Divisão de Pedologia do Ministério da Agricultura (4) como Podzólico Vermelho Amarelo, unidade de mapeamento São Pedro. São solos, em geral, profundos, de textura média, relevo ondulado, substrato arenito e bem drenados.

Delineamento experimental - Usou-se o delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e três repetições. A dimensão das parcelas foi de 5,00 m x 5,40 m. Com os dados obtidos fez-se a análise da variância. Onde houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, compararam-se as médias pelo teste de Tukey. Os tratamentos usados foram os seguintes: T₁ - cultivo usual do solo com cobertura morta, usando-se cinco toneladas por hectare de palha de trigo como "mulching". T₂ - cultivo usual do solo com incorporação de palha de trigo, em quantidade igual à produzida pela cultura, feita por ocasião da lavra. T₃ - plantio direto usando-se uma sementeira adubadora tipo "Buffalo". T₄ - sulcagem do solo por meio do arado tipo "pé de pato", com semi-enterrio da palha de trigo, em quantidade correspondente à produzida pela cultura. T₅ - cultivo convencional do solo com a profundidade de 18 cm.

Preparo do solo e sementeira da soja - De acordo com os tratamentos escolhidos, preparou-se a área e procedeu-se a sementeira usando-se uma densidade de 20 plantas por metro linear e 60 cm entre as fileiras, utilizando-se uma sementeira adubadora de duas linhas marca Massey Ferguson. Fez-se a adubação recomendada, usando-se 400 kg/ha da fórmula 2-18-12. Fez-se uma aplicação de herbicida de pré-emergência, por ocasião do preparo do solo, Planavin à base de nitrálin (dinítro anilina) da Shell e Gramoxone à base de paraquat, da I.C. Imperial, nas dosagens recomendadas.

Amostragem do solo - Realizaram-se amostragens do solo com estrutura deformada e não deformada. A primeira foi executada pelo método usual, para a determinação da umidade atual e densidade de partículas. A segunda por meio do cilindro maior de Muntz, utilizado para o teste de infiltração de água no solo, para amostragem na zona explorada pelas raízes da planta e também por meio do cilindro de Uhland, segundo OLIVEIRA (7). Estes dois métodos foram utilizados para as determinações de densidade do solo e macro e microporosidade.

Foram tiradas três amostras de cada parcela, totalizando 45 amostras para cada determinação.

As amostragens foram realizadas em três épocas do ciclo vegetativo da soja. A primeira 40 dias após a sementeira, que foi denominada crescimento; a segunda 70 dias após a emergência, quando 50% das plantas estavam em floração, por isso foi denominada florescimento e a terceira 90 dias após a emergência, quando as vagens já estavam formadas, denominada frutificação.

As amostragens realizadas com o cilindro de Uhland foram feitas na camada superficial do solo (5 a 13 cm de profundidade) e com o cilindro de infiltração, em três profundidades: 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm.

Determinações físicas - A densidade do solo foi determinada pelo método do cilindro de infiltração, segundo técnica já descrita por VEIGA e OLIVEIRA (11). O volume do solo, para o cálculo da densidade de partículas, foi determinado pelo método do balão volumétrico e álcool etílico, segundo IQA (5). A porosidade total foi obtida usando-se os valores da densidade do solo e da densidade de partículas, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$Pt = \frac{(\text{Dens. part.} - \text{Dens. solo})}{\text{Dens. part.}} \times 100$$

O valor da microporosidade foi medido pelo método da "mesa de tensão", preconizada por LEAMER e SHAW (6) e também descrito por OLIVEIRA (8), em amostras coletadas com o extrator de Uhland, aplicando-se uma sucção correspondente a uma coluna de água de 60 cm de altura. Pela quantidade de água retida no solo obteve-se a microporosidade.

A macroporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Colheita da parte aérea das plantas - Foi realizada por ocasião das amostragens do solo para as determinações de densidade pelo método do cilindro de infiltração. As plantas que estavam circunscritas no cilindro foram cortadas rente ao solo e, após secadas em estufa à temperatura de 70°C por 24 horas, foram pesadas. Fez-se um ajuste de dados, por covariância, em razão da variação do número de plantas obtido em cada amostragem.

Colheita de grãos - Foi realizada quando as vagens estavam maduras, sendo as plantas correspondentes a cada parcela cortadas e trilhadas em trilhadeira estacionária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade do solo - Observando-se a Tabela 1, verifica-se que na camada superficial do solo, o tratamento T₃ (plantio direto) foi o que apresentou menor valor de densidade em todas as épocas de amostragem. Na primeira e terceira épocas de amostragem, crescimento e frutificação, respectivamente, o tratamento T₁ (cobertura morta) e T₃ (plantio direto), não foram diferentes significativamente. Isto foi devido à grande quantidade de ervas daninhas que ocorreu no T₃, funcionando como "mulching".

Os tratamentos T₄ (semi-incorporação de palha) e T₅ (convencional) foram os que apresentaram os maiores valores, significativamente diferentes dos demais (P<0,05).

Nas demais profundidades de amostragem, 10 a 20 e 20 a 30 cm, as

Tabela 1. Valores da densidade do solo (g/cm^3), na zona da raiz da soja, nos tratamentos e nas épocas de amostragem e em três profundidades.

ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM	PROFUNDIDADE (cm)	TRATAMENTOS				
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Crescimento	0 - 10	1,20 ^b	1,27 ^{ab}	1,21 ^b	1,32 ^a	1,24 ^{ab}
	10 - 20	1,33	1,31	1,20	1,33	1,25
	20 - 30	--	--	--	--	--
Florescimento	0 - 10	1,22 ^a	1,22 ^a	1,11 ^b	1,22 ^a	1,31 ^a
	10 - 20	1,34	1,37	1,29	1,33	1,26
	20 - 30	1,28	1,26	1,23	1,16	1,40
Frutificação	0 - 10	1,16 ^b	1,27 ^a	1,14 ^b	1,29 ^a	1,25 ^{ab}
	10 - 20	1,42	1,40	1,38	1,29	1,19
	20 - 30	1,31	1,37	1,35	1,29	1,21
Médias nas três épocas	0 - 10	1,19 ^b	1,25 ^{ab}	1,15 ^b	1,28 ^a	1,27 ^a
	10 - 20	1,36	1,36	1,29	1,31	1,23
	20 - 30	1,29	1,31	1,29	1,22	1,30

C.V. = 5,0%

^{ab}Médias na mesma linha assinaladas com a mesma letra, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

T₁ = "mulching"

T₂ = palha incorporada

T₃ = plantio direto

T₄ = semi-incorporação de palha

T₅ = preparo convencional do solo

variações foram irregulares.

Porosidade do solo - Pela Tabela 2, verifica-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, no que se refere à porosidade total e microporosidade.

Com relação à macroporosidade, observando-se as médias dos tratamentos de manejo do solo, nota-se que não houve diferenças significativas. Entretanto nas médias gerais, onde computou-se tratamentos e épocas houve diferenças significativas ($P < 0,05$). A macroporosidade no tratamento T₁ (cobertura morta) foi significativamente menor que nos demais tratamentos, embora estes não tenham diferido entre si. A

Tabela 2. Valores de porosidade total, micro e macroporosidade (%) para os tratamentos e épocas de amostragem

TRATAMENTOS	DETERMINAÇÕES											
	Porosidade Total				Microporosidade				Macroporosidade			
	E ₁	E ₂	E ₃	Média	E ₁	E ₂	E ₃	Média	E ₁	E ₂	E ₃	Média
T ₁	44,4	41,4	46,1	43,9 ^a	35,2	36,9	34,9	35,6 ^a	9,2	4,5	11,2	8,3 ^b
T ₂	44,9	43,3	45,4	44,5 ^a	35,3	29,5	35,9	33,5 ^a	9,0	13,8	9,4	10,9 ^a
T ₃	44,9	43,2	47,6	45,2 ^a	31,0	33,8	34,5	33,3 ^a	13,2	9,4	13,1	11,9 ^a
T ₄	46,6	44,5	45,4	45,5 ^a	34,3	32,9	35,5	34,2 ^a	12,3	11,6	9,9	11,2 ^a
T ₅	43,6	46,3	44,6	44,8 ^a	33,9	27,8	35,6	32,4 ^a	9,1	18,6	8,9	12,2 ^a

a,b Médias assinaladas, na mesma coluna, com a mesma letra, não diferem estatisticamente (P<0,05) pelo teste de Tukey.

- L₁ = Crescimento
 E₂ = Florescimento
 L₃ = Frutificação
 T₁ = "mulching"
 T₂ = palha incorporada
 T₃ = plantio direto
 T₄ = semi-incorporação de palha
 T₅ = preparo convencional do solo

diminuição da macroporosidade no T_1 foi devida ao aumento da micro porosidade causada pelo "mulching".

Produtividade da soja - Na Tabela 3 verifica-se que, com relação à produtividade em grãos, não houve influência dos tratamentos de vez que a diferença entre estes não foi significativa. No entanto os dados referentes à produção da parte aérea foram significativamente diferentes. O teste de Tukey mostra que o T_3 não diferiu significativamente nem do T_1 nem do T_2 . Isto talvez tenha acontecido em função da semelhança do manejo do solo dado a estes tratamentos. Enquanto usou-se palha em cobertura no T_1 , esta palha foi incorporada ao solo no T_2 . No T_3 , embora não tenha sido usado manejo com palha, as invasoras que ali apareceram funcionaram como tal, conforme já foi aludido anteriormente.

Tabela 3. Peso seco da parte aérea, por planta e de grãos de soja, por tratamento.

TRATAMENTOS	PESO SECO DA PARTE AÉREA (g)	PESO DE GRÃOS (kg/ha)
T_1	109,6 ^a	3.610 ^a
T_2	97,9 ^b	3.480 ^a
T_3	103,4 ^{ab}	3.666 ^a
T_4	72,5 ^d	3.703 ^a
T_5	85,5 ^c	3.269 ^a

C.V. = 7,0% C.V. = 6,3%

a,b,c,d Médias, na mesma coluna, assinaladas com a mesma letra, não diferem estatisticamente ($P < 0,05$).

T_1 = "mulching"

T_2 = palha incorporada

T_3 = plantio direto

T_4 = semi-incorporação de palha

T_5 = preparo convencional do solo

Finalmente os tratamentos T_1 , T_2 , T_4 e T_5 foram diferentes estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade. Os tratamentos onde houve maior produção de matéria seca foram o T_1 e T_3 e diferentes significativamente dos demais. Com isto fica evidenciada a influência positiva da cobertura morta sobre a produção da parte aérea da planta.

CONCLUSÕES

Baseados nos dados deste experimentos podemos concluir:

1. O plantio direto condicionou a menor densidade do solo, na camada superficial.
2. O preparo do solo com incorporação de palha de trigo não de terminou influência sobre a densidade do solo.
3. O uso de "mulching" aumentou a microporosidade do solo diminuindo, conseqüentemente, sua macroporosidade.
4. Não houve influência da porosidade do solo sobre a produção de grãos de soja. Esta influência foi observada na produção de matéria seca da planta.

LITERATURA CITADA

1. ALLMARAS, R. R.; BURWELL, R. E.; VOORHEES, W. B. e LARSON, E. E. - Aggregate size distribution in the row zone of tillage experiments. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 29(6): 645-650, 1965.
2. BARLEY, K. P. - The configuration of the root system in relation to nutrient uptake. *Advances in Agronomy*. New York. 19:159-201, 1970.
3. BARLEY, K. P. e GREACEN, E. L. - Effect of mechanical stress and the growth of roots and shoots. *Advances in Agronomy*, New York, 19:24-40, 1967.
4. BRASIL - Ministério da Agricultura, Dep. Nac. Pesq. Agrop. Div. Pesq. Pedol. *Levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, 1973. v.30, 431 p.
5. INSTITUTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA - *Método de análise de solo*. Rio de Janeiro, Instituto de Química Agrícola, 1947. 21 p.
6. LEAMER, R. W. e SHAW, B. - A simple apparatus for measuring non-capillary porosity in extensive scale. *J. Am. Soc. of Agron.* Washington, 33:1003-1008, 1941.
7. OLIVEIRA, L. B. de - *Estudo Físico-hídrico do solo; caracterização completa sob o ponto de vista físico de uma área experimental da Série Recife, localizada na Estação Experimental do Curadô*. Recife, IPEANE, 1963, 38 p. (Boletim Técnico, 19).
8. OLIVEIRA, L. B. de - Determinação da macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostra do solo com estrutura indeformada. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, 3:197-200, 1968.

-
9. SHURMAN, J. J. - Effects of soil density on root and top growth of oats. In: *Proc. Int. Sci. Symp.*, Brno. Czechoslovakia, p. 103-120. 1966.
 10. UHLAND, R. E. - Physical properties of soil as modified by crops and management. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* Madison, 14:361-366, 1949.
 11. VEIGA, C. L. e OLIVEIRA, L. B. de - Influência do preparo do solo sobre a distribuição de raízes de soja (*Glycine max* (L) Merrill) em solo podzólico Vermelho Amarelo. *Rev. Centro Cienc. Rur.* Santa Maria, UFSM. 6(3):295-307, 1976.