

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DE SOJA (*Glycine max* (L) Merrill) EM SOLO PODZÓLICO VERMELHO AMARELO*.

Influence of soil tillage on root distribution of soybeans (*Glycine max* (L) Merrill) in a Red Yelow Podzolic Soil.

Clovis L. Veiga** e Luiz B. de Oliveira***

RESUMO

Apresentam-se o resultados obtidos em experimento realizado na área experimental do Departamento de Agricultura do Centro de Ciências Rurais, "Campus" da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

A área escolhida pertence à Unidade São Pedro - Podzólico vermelho amarelo. A planta utilizada foi a soja (*Glycine max* (L) Merrill), variedade Bragg. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e cinco tratamentos: 1) cultivo usual do solo com cobertura morta (Palha de trigo); 2) cultivo usual de solo com incorporação de palha de trigo, por ocasião da lavra; 3) plantio direto; 4) cultivo do solo com semi-incorporação de palha de trigo por meio do sulcador tipo "pê de pato" e 5) cultivo convencional do solo.

O objetivo principal foi avaliar a influência dos diversos tipos de preparo do solo sobre o desenvolvimento e distribuição de raízes no solo.

Conclui-se que: a) na Unidade de Mapeamento São Pedro as raízes de soja atingem a uma profundidade menor do que a encontrada na bibliografia; b) há uma influência do plantio direto sobre o desenvolvimento das raízes nas fases de crescimento e florescimento da soja e c) a altura da planta é menor no tratamento de plantio direto, mas não influência na produtividade de grãos.

SUMMARY

The effect of several soil tillage types on the growth and distribution of the roots of the soybean plant were studied in a field experiment on a soil of São Pedro mapping unit (Red Yelow Podzolic)

The main objective was to evaluate the effects of management practices on the growth and distribution of roots.

* Trabalho realizado como parte da tese de MS do autor junto ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, na UFSM, Santa Maria.

** Eng^o Agr^o Professor Assistente do Departamento de Zootecnia, CCR - UFSM.

*** Pesquisador da EMBRAPA, orientador da tese referida neste trabalho.

The tillage practices, applied in a randomized block design with three replications were: (1) normal soil preparation followed by surface mulching with wheat straw; (2) normal soil preparation with incorporation of wheat straw at plowing; (3) direct planting; (4) soil preparation with semi-incorporation of wheat straw by means of a "duck foot" subsoiler, and (5) conventional plowing.

The results obtained support the conclusions that (a) the soy bean roots reached a depth minor than found in the review of literature; (b) direct planting influenced root development during the growth and flowering stages of the soybeans; (c) the height of plants is less in the direct planting than in the other treatments, but there are no influence on grain productivity.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) vem se expandindo no mundo, nos últimos anos. No período de 1968 a 1972, a produção mundial desta oleaginosa sofreu um aumento de, aproximadamente, 18 milhões de toneladas.

No Rio Grande do Sul, este aumento de produção vem ocorrendo através da expansão da área cultivada.

Grande parte da Depressão Central está incluída nessa área onde a cultura da soja segue a do trigo.

Segundo dados do Anuário Estatístico do Rio Grande do Sul de 1971 (3), a micro região 09, constituída por sete municípios, inclusive Santa Maria, possui uma área cultivada de 4.942 ha, com uma produtividade média de 1.682 kg/ha, sendo esta maior que a média do Estado, que é, aproximadamente, 1.100 kg/ha.

Embora exista um acervo apreciável de trabalhos sobre adubação, calagem, variedade, época de plantio, o estudo do sistema radicular da soja em consequência do manejo do solo parece não ter recebido muita atenção.

Diante do exposto, tomando-se como base esta cultura e o sistema de rotação empregado na região (trigo-soja), reforçado pelo fato da ocorrência de períodos de estiagem durante o ciclo da cultura, resolveu-se elaborar o presente trabalho. Estudou-se o desenvolvimento do sistema radicular desta planta quando cultivada sob diversos tipos de preparo do solo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo FRANCO e INFORZATO (7), os primeiros pesquisadores a estudar o sistema radicular de plantas, no Brasil, foram Dafert e Toledo e posteriormente FRANCO e INFORZATO (7), com café (Coffea

arabica (L)). Mais recentemente esse estudo vem sendo conduzido por INFORZATO e MASCARENHAS (9) que realizaram trabalhos sobre o sistema radicular da soja. Em latossolo roxo, observaram que a profundidade máxima alcançada pelas raízes foi de 1,90 m, a maior quantidade de raízes foi encontrada na camada de 0 a 10 cm de profundidade e que na camada de 20 a 30 cm, local onde se processa a compactação pelas máquinas agrícolas, houve uma diminuição da quantidade de raízes.

RAPER e BARBER (15), trabalhando com 26 variedades de soja, em solo franco-siltoso observaram que, enquanto a raiz principal atingia 45 a 60 cm, as laterais chegavam a 70 cm de comprimento.

MOLTZ (14) considera que o estudo da distribuição física do sistema radicular é muito importante para o estudo da absorção da água pelas plantas.

REICOSKY et alii (16) trabalhando com soja, em colunas de solo franco-arenoso, encontraram que as raízes crescem rapidamente, até atingirem a zona de saturação, acima do lençol freático e se ramificavam logo que encontravam água e nutrientes.

MITCHELL e RUSSELL (13), em estudos de raiz de soja, em solo de textura franco-argilosa, observaram que 92% do peso total de raízes encontrava-se no primeiros 7,6 cm de profundidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo onde foi realizado o experimento pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo esta constituída por solos classificados, pela Divisão de Pedologia do Ministério da Agricultura (5), como Podzólico Vermelho Amarelo, textura média, relevo ondulado, substrato arenito. Segundo o mesmo autor corresponde ao PALEUDALF.

São solos, em geral, profundos, avermelhados, bem drenados, de textura média na superfície e média a argiloso em profundidade.

Apresentam horizontes A, B e C sendo este último, por vezes, não atingido.

O clima da região de Santa Maria, onde se situa o experimento, caracteriza-se pelos valores de precipitação, segundo MACHADO (11), em que os meses de maior precipitação são maio, junho e setembro e os de menor, novembro, dezembro e março.

BURIOL et alii (6) em trabalho a ser publicado, concluem que a umidade começa a diminuir em novembro e atinge valores mínimos em dezembro, janeiro e fevereiro; são frequentes secas no município de Santa Maria, podendo ocorrer no outono e fins de primavera e, finalmente, dezembro, janeiro e fevereiro são os meses onde ocorre maior frequência de deficiências hídricas.

Instalação do experimento - Após a escolha da área e demarcação

da mesma, procedeu-se a correção e adubação baseadas na análise de solo e recomendação do Departamento de Agricultura. Fez-se o plantio do trigo empregando-se a variedade IAS-54, utilizando-se a metodologia usada na região, com preparação do solo pelo sistema convencional.

Depois da colheita do trigo, preparou-se a área segundo os diversos tipos de manejo estabelecidos e efetuou-se o plantio da soja. Utilizou-se a variedade Bragg, usando-se as adubações recomendadas, com a densidade de 20 plantas por metro linear e espaçamento entre as fileiras de 0,60 cm.

Usou-se o delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados foram: (T₁) Cultivo usual do solo com cobertura morta-lavra da parcela após a colheita do trigo, seguida de uma discagem, efetuando-se depois o plantio da soja. Após dez dias da emergência, fez-se a distribuição da palha do trigo, de modo uniforme, entre as fileiras, numa quantidade correspondente a cinco toneladas por hectare. (T₂) Cultivo usual do solo com incorporação da palha de trigo por ocasião da lavra - aplicação da palha picada sobre a área da parcela em quantidade igual à produzida pela cultura, e posterior lavração seguida de discagem. (T₃) Plantio direto da soja com plantadeira especial, numa profundidade de 10 cm, feita após a colheita do trigo. (T₄) Cultivo do solo com semi-incorporação de palha de trigo por meio do sulcador tipo "pé de pato", após a aplicação de toda a palha produzida na lavoura de trigo e completando-se o preparo do solo com a passagem de grade de discos. (T₅) Cultivo convencional do solo feito através da lavra seguida de discagem, após a colheita do trigo e retirada de toda a palha produzida.

Utilizou-se o tamanho da parcela de 15 metros de comprimento por 5,40 m de largura, de modo a permitir a divisão em duas partes. Uma de 5,00 m por 5,40, e outra de 10,00 m por 5,40. Reservou-se a primeira para abertura de trincheiras para estudos do sistema radicular e a segunda para a verificação da produção e de outros dados fenológicos.

Amostragens - No decurso do ciclo vegetativo da soja, realizaram-se as seguintes observações e medições: para a altura da planta, tomou-se como referência o ponto de contato do caule ao nível do solo, até a base da última folha, no ápice da planta. Estabeleceram-se seis épocas para esta medição; a inicial, após 40 dias da emergência e as demais de 10 em 10 dias, até que não se observou mais crescimento da planta.

Adotou-se o critério de medição pela escolha ao acaso, de grupos de plantas, cinco de cada parcela para cada tratamento.

Procedeu-se a amostragem das raízes em três estágios do ciclo

vegetativo da soja conforme sugere MITCHELL e RUSSELL (13). O 1º estágio denominou-se crescimento e corresponde, aproximadamente, a 40 dias após a emergência; o 2º, florescimento - quando, aproximadamente 50% das plantas estavam florescidas, cerca de 70 dias após a emergência e o 3º, frutificação - quando as vagens já estavam formadas, o que se verificou 90 dias após a emergência. No decorrer deste trabalho, estes estágios serão chamados de épocas de amostragem.

Determinou-se a quantidade de raízes existentes, em camadas separadas de 10 cm de espessura, até a profundidade em que elas se encontravam.

Utilizou-se um método idealizado pelos autores, empregando-se um anel de aço com as seguintes dimensões: 40 cm de diâmetro e 10 cm de altura, usado no teste de capacidade de infiltração.

Uma vez determinada a fileira e o local de amostragem, sempre a uma distância superior a um metro da borda, colocou-se o anel que, normalmente, circundava de 5 a 10 plantas da fileira. Em seguida cortou-se a parte aérea das plantas, rente ao solo, introduziu-se o anel pelo processo de percussão, até que seu bordo superior ficasse ao nível do solo. Com o auxílio de uma faca e de uma colher de pedreiro retirou-se o solo juntamente com as raízes e transferiu-se todo o material para um saco plástico. Em seguida separaram-se as raízes da massa do solo, por peneiramento, usando-se um tamiz com malha de 2 mm. Depois, procedeu-se a lavagem das raízes de cada profundidade com água corrente, colocou-se numa estufa a 60-70°C durante 24 horas, pesando-se em seguida.

Para cada profundidade de 10 cm, exprimiu-se os resultados de peso de raízes, em gramas de material seco a 60-70°C, por planta por 10.000 cm³ de solo. Objetivando-se evitar erros devido à variação do número de plantas amostradas, estes dados foram ajustados por uma covariância.

Realizou-se a medição de raízes, tanto as laterais como a principal retirando-se um bloco de solos cujas dimensões variaram, em função da idade da planta, de 0,50 x 0,50 x 0,20 m a 1,00 x 1,00 x 0,35 m. Após a separação cuidadosa do solo agregado, fez-se a medição do comprimento das raízes, com o auxílio de uma trena. Utilizaram-se três plantas para cada amostragem. Escolheu-se de cada planta, a raiz lateral de maior comprimento. Para ambos os tipos de raiz, adotou-se o valor médio das medições.

Com os dados obtidos realizaram-se as análises estatísticas com relação à variância e utilizaram-se os testes de Tukey e de Dunnett para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência do manejo do solo sobre a distribuição de raízes - Observando-se os dados da Tabela 1, na primeira época de amostragem e na profundidade de 0 a 10 cm verifica-se que o tratamento T₃ (plantio direto) comparado com a testemunha, T₅ (cultivo convencional) apresentou maior peso por volume de sojo (41% a mais) pelo fato dessas serem mais grossas. BARBER (4) encontrou resultados semelhantes trabalhando com milho. Isto é explicado pela dificuldade de formação de raízes finas, em virtude do preparo do solo que, no caso, foi apenas sulcado, permanecendo com os agregados do solo de tamanho grande.

Já no tratamento T₁ (cobertura morta) produziu 31% a menos no peso de raízes por volume de solo em razão de que suas raízes eram muito finas. Este fato se deve à influência da palha aplicada como "mulching", pois a preparação do solo foi idêntica nos dois tratamentos.

No que diz respeito à profundidade da raiz principal, no T₃ e no T₅, observou-se que os valores são praticamente iguais, chegando a 17 centímetros, Tabela 6. Considerando a idade da planta, não se esperava maior profundidade, pois a tendência foi no sentido de maior desenvolvimento das raízes laterais. Este fato está de acordo com MITCHELL e RUSSELL (13).

Tabela 1. Peso de raízes por planta, em gramas por 10.000 cm³ de solo em três épocas de amostragem e em três profundidades.

ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM	PROFUNDIDADES (cm)	TRATAMENTOS				
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
CRESCIMENTO	0 - 10	0,48	0,74	1,00	0,50	0,70
	10 - 20	0,04	0,07	0,07	0,05	0,05
	20 - 30*	---	---	---	---	---
FLORESCIMENTO	0 - 10	1,98	1,63	1,49	1,43	2,34
	10 - 20	0,06	0,10	0,16	0,14	0,09
	20 - 30	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
FRUTIFICAÇÃO	0 - 10	2,29	2,71	3,28	2,80	3,27
	10 - 20	0,08	0,11	0,12	0,06	0,20
	20 - 30	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05

* Não houve ocorrência de raízes.

Na profundidade de 10 a 20 cm, não se observou grandes diferenças na distribuição das raízes em função dos tratamentos.

Na fase do florescimento da planta e na camada superficial do solo, a testemunha, T₅, mostrou maior desenvolvimento de raízes em relação ao volume do solo do que os demais tratamentos. O T₁ apresentou-se em segundo lugar, em razão do que foi explicado anteriormente, vindo a seguir o T₂ (palha incorporada), enquanto que os demais tratamentos foram praticamente iguais entre si.

Observou-se que na fase de frutificação, na camada superficial do solo (0 a 10 cm) os tratamentos T₃ e T₅ superaram os demais em peso de raízes por volume de solo. Este fato se repetiu nas outras camadas.

Observou-se, entretanto, que a profundidade máxima atingida pelas raízes em todos os tratamentos foi de apenas 30 cm.

Influência do manejo sobre o peso de raízes por planta - Pelos dados da Tabela 2, verifica-se que na primeira época, comparando-se os resultados do T₃ e do T₁ com a testemunha (T₅), o primeiro mostrou uma diferença significativa maior ($P < 0,05$) e o segundo dife

Tabela 2. Valores do peso de raízes por planta (gr) para os cinco tratamentos e as três épocas de amostragem.

TRATAMENTOS	ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM		
	Crescimento	Florescimento	Frutificação
T ₁	0,6260*	2,7036	3,1870
T ₂	1,0253	2,3086*	3,8233
T ₃	1,5026**	2,1686*	4,4043
T ₄	0,7400	2,0856*	3,7180
T ₅	1,0253	3,1950	4,5683
C.V. %	12,5	13,6	18,1

* $P < 0,05$ e ** $P < 0,01$ - Diferenças significativas pelo teste de Dunnet, com a testemunha.

rença significativamente menor. Na segunda época de amostragem os tratamentos T₂, T₃ e T₄ foram significativamente menores do que a testemunha (T₅) ($P < 0,05$). Na terceira época de amostragem não houve diferenças significativas entre a testemunha e os demais tratamentos.

Os dados da análise da variância destes dados estão na Tabela 3.

Tabela 3. Análise da variância do peso de raízes, por planta para os tratamentos e épocas de amostragem.

Causas da variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Crescimento	Florescimento	Frutificação
BLOCOS	2	0,01	0,0114	0,0556
TRATAMENTOS	4	0,3450**	0,6323*	0,9302
RESÍDUO	8	0,0151	0,1155	0,5139

* - $P < 0,05$

** - $P < 0,01$

Influência dos tratamentos sobre a distribuição de raízes em % de peso - Observando-se a Tabela 4, verifica-se que na camada de 0 a 10 cm de profundidade, a percentagem de raízes sobre o peso total variou de 91,6 a 93,6% na primeira época, de 89 a 96% na segunda época e de 3 a 6% para a terceira.

Com relação à profundidade de 10 a 20 cm, a variação foi de 8,0 a 8,4% para a primeira época, de 3,0 a 8,0% para a segunda época e de 3,0 a 6,0%, para a terceira.

Na profundidade de 20 a 30 cm, as variações observadas para a segunda e terceira épocas, foram de 1,0 a 2,0% e de 1,0 a 1,4%, respectivamente.

Estes resultados estão perfeitamente de acordo com os dados de MITCHELL e RUSSELL (13) e INFORZATO e GUIMARÃES (10).

A análise da variância não revelou diferenças significativas entre os tratamentos.

Influência dos tratamentos sobre a altura da planta - Observando-se a Tabela 5, verifica-se que o tratamento T_3 foi aquele em que as plantas atingiram menor altura. A análise da variância demonstrou, ao nível de $P = 0,01$, diferença que foi comprovada pelo teste de Tukey. Este tratamento foi significativamente menor que T_2 , ao nível de $P = 0,01$ e menor do que a testemunha, ao nível de $P = 0,05$.

Não houve influência da altura da planta sobre a produtividade em grãos (Tabela 7), o que já foi observado por ALLMARAS e NELSON (1).

Influência do manejo do solo nos crescimento das raízes - A Tabela 6 mostra os dados obtidos de comprimento da raiz principal e das laterais. Observando-se estes dados verifica-se uma pequena variação nos comprimentos das raízes principal e laterais. Esta varia

Tabela 4. Distribuição de raízes por tratamento, em % de peso, em três épocas de amostragem e em três profundidades.

ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM	PROFUNDIDADES (cm)	TRATAMENTOS				
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
CRESCIMENTO	0 - 10	93,13	91,57	93,63	91,82	93,61
	10 - 20	6,87	8,43	6,37	8,18	6,39
	20 - 30*	---	---	---	---	---
FLORESCIMENTO	0 - 10	96,01	92,43	89,10	89,26	95,03
	10 - 20	2,95	5,99	8,75	8,71	3,85
	20 - 30	1,04	1,58	2,15	2,13	1,12
FRUTIFICAÇÃO	0 - 10	95,73	95,00	95,30	96,70	92,32
	10 - 20	3,23	4,01	3,70	2,19	6,28
	20 - 30	1,04	0,99	1,00	1,11	1,40

* Não houve ocorrência de raízes.

C. V. = 2,9

ção, entretanto, não foi significativa ($P > 0,05$).

Examinando-se a Figura 1, nota-se que nas três primeiras épocas de amostragem, o crescimento das raízes laterais foi pequeno, havendo

Tabela 5. Valores de altura média das plantas (cm), em seis épocas de amostragem, nos cinco tratamentos (média de 20 plantas).

TRATAMENTOS	ÉPOCAS					
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
	IDADE (dias)					
	40	50	60	70	80	90
T ₁	23,0	37,9	71,0	93,0	119,0	120,0 ^a
T ₂	23,3	39,5	72,3	96,5	119,8	119,9 ^a
T ₃	18,5	32,6	64,4	87,0	102,4	112,3 ^b
T ₄	23,0	37,0	67,8	94,4	116,4	118,4 ^a
T ₅	23,1	37,4	72,9	96,3	115,2	117,3 ^a

C.V. = 6,3

a, b = Médias com o mesmo subscrito não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

Tabela 6. Valores do comprimento da raiz principal e das laterais, em seis épocas de amostragem, nos cinco tratamentos (mê dia de 3 plantas).

TRATAMENTOS	COMPRIMENTO DA RAIZ PRINCIPAL (cm)					
	ÉPOCAS					
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
T ₁	11,7	18,0	19,5	19,5	20,0	23,0 ^a
T ₂	14,3	19,5	20,0	21,2	21,3	21,7 ^a
T ₃	13,0	17,7	20,0	20,0	21,7	25,0 ^a
T ₄	11,0	18,7	21,2	21,5	22,0	22,0 ^a
T ₅	14,3	18,5	22,0	22,0	22,5	23,3 ^a

TRATAMENTOS	COMPRIMENTO DA RAIZ LATERAL (cm)					
T ₁	18,7	22,7	28,2	29,5	41,7	45,0 ^a
T ₂	20,3	21,7	25,0	33,7	46,7	48,3 ^a
T ₃	22,0	25,2	25,7	29,5	40,0	40,0 ^a
T ₄	22,0	23,2	23,7	28,0	38,3	41,7 ^a
T ₅	23,1	21,7	23,2	30,0	38,3	39,0 ^a

Raiz princ. C.V. = 14,28%, Raiz Lat. C.V. = 6,9%

Médias seguidas da mesma letra não são significativamente ($P > 0,05$) diferentes pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Valores de altura final da planta e produção de grãos de soja, nos cinco tratamentos.

TRATAMENTOS	Altura (cm)	Produção (Kg/ha)
T ₁	120,0	3.610
T ₂	119,9	3.480
T ₃	112,3	3.666
T ₄	118,4	3.703
T ₅	117,3	3.269

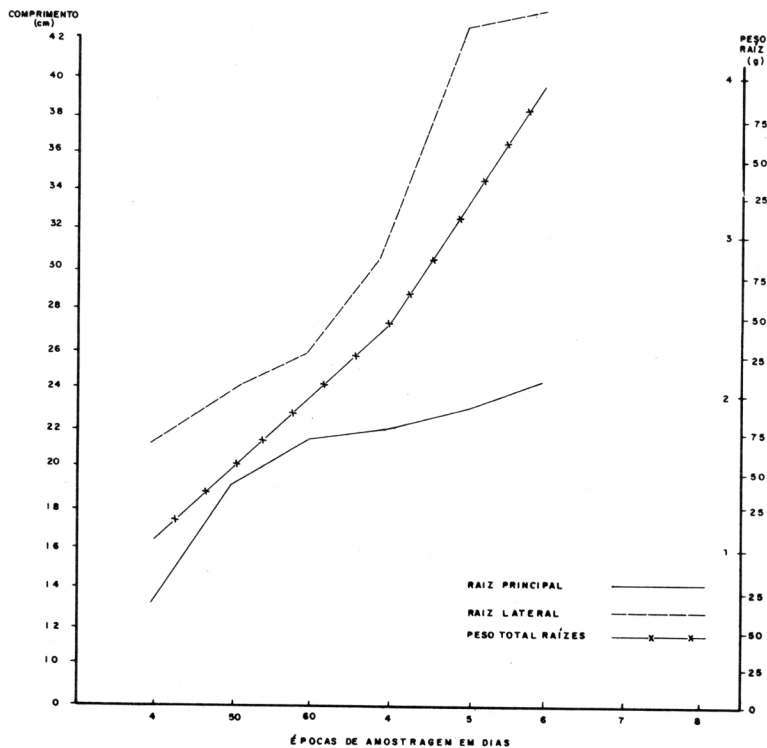


FIGURA 1 - CURVAS DE CRESCIMENTO DAS RAÍZES PRINCIPAL E LATERAIS EM 6 ÉPOCAS DE AMOSTRAGEM (EM CM) E DO PESO TOTAL DE RAÍZES EM GRAMAS EM 3 ÉPOCAS

do um pique até a quinta época para estabilizar daí até a última. Já com a raiz principal deu-se o inverso, houve um pique inicial até a terceira época a partir da qual foi diminuindo até a última época.

O peso de raízes foi crescente observando-se um crescimento homogêneo nas três fases em que foram amostradas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente experimento permitem as seguintes conclusões:

1. No solo estudado, as raízes de soja atingem a uma profundidade de menor do que as encontradas na bibliografia citada.

2. Os tipos de preparo do solo não influem na profundidade da raiz principal nem no comprimento das laterais.

3. O plantio direto aumenta o desenvolvimento e a distribuição das raízes nas fases de crescimento e florescimento da soja.

4. A altura da planta é menor no tratamento onde se usa o plantio direto mas não influi sobre a produtividade da cultura.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Professor Valduíno Estefanel do Departamento de Fitotecnia da UFSM, pela realização das análises estatísticas.

LITERATURA CITADA

1. ALLMARAS, R. R. and NELSON, W. W. - Corn root configuration response to soil temperature and matric suction. *Agron. J. Madison*, 65(5):725/30, Sept/Oct. 1973.
2. ALLMARAS, R. R., BURWELL, R. E., VOORHEES, W. B. and LARSON, W. E. - Agregate size distribution in the row zone of tillage experiments. *Soil Sci. Soc. Am. Proc. Madison*, 29(6):645-50, Nov/Dec. 1965.
3. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO RIO GRANDE DO SUL - Porto Alegre, Superintendência de Estatística e Informática, 1971, s/p.
4. BARBER, S. A. - Effect of tillage practice on corn (*Zea Mays* (L)) root distribution and morphology. *Agron. J. Madison*, 63(5):724-6, Sept/Oct. 1971.
5. BRASIL - Ministério da Agricultura. Dep. Nac. Pesq. Agropec. Div. Pesq. Pedol. *Levantamento de Reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, 1973, 431 p.
6. BURIOL, G. A., FONTANA, G. e FERREIRA, M. - Utilização dos elementos do balanço hídrico seriado para estudos agroclimáticos. Santa Maria, *Rev. do Centro de Ciências Rurais*, 6(1):73-92, 1976.
7. FRANCO, C. M. e INFORZATO, R. - O sistema radicular do café eiro nos principais tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 6(9):443-78, set. 1946.
8. HANWAY, J. J. e THOMPSON, H. E. - *How a soybean plant develops*. Ames, Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service, 1957. (Special report, 53).
9. INFORZATO, R. e MASCARENHAS, H. A. A. - Estudo do sistema radicular da soja (*Glycine max* (L) Merrill) em solo latossolo roxo adubado ou sem adubo. *Bragantia*, Campinas, 28

- (13):75-80, maio 1969.
10. INFORZATO, R., GUIMARÃES, G. e BOGONNOVI, M. - Desenvolvimento do sistema radicular do arroz e do feijoeiro em duas séries de solo no Vale do Paraíba. *Bragantia*, Campinas. 23(30):365-9. out. 1964.
 11. MACHADO, F. P. - *Contribuição ao clima do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, IBGE. Cons. Nac. de Geografia, 1950. 91 p.
 12. MIKSCHÉ, J. P. - Developmental vegetative morphology of *Glycine max*. *Agron. J. Madison*, p. 121-8, 1971.
 13. MITCHELL, R. and RUSSELL, W. J. - Root developmental and rooting patterns of soybean (*Glycine max* (L) Merrill) evaluated under field conditions. *Agron. J. Madison*, 63(2):313-6. Mar/Apr. 1971.
 14. MOLTZ, J. F. - Interaction of water uptake and root distribution. *Agron. J. Madison*, 63(4):608-10 July/aug. 1971
 15. RAPER, C. D. e BARBER, S. A. - Rooting system of soybeans, I: Differences in root morphology among varieties. *Agron. J. Madison*, 62(5):581-4, 1970.
 16. REICOSKY, D. C., MILLINGTON, R. J., KLUTE, A. and PETERS, D. B. - Patterns of water uptake and root distribution of soybean (*Glycine max*) in the presence of water table. *Agron. J. Madison*, 64(3):292-6, May/Jun. 1972.