

Ana Maria Conte e Castro<sup>1</sup>  
Márcio Lustosa dos Santos<sup>2</sup>  
Ivan Bordin<sup>3</sup>  
Eurides Kuster Macedo Junior<sup>4</sup>

## **SISTEMAS DE CULTIVOS NO DESENVOLVIMENTO RADICULAR DA SOJA**

**RESUMO:** Uma das características mais importantes no desenvolvimento de uma cultura é o estudo do sistema radicular, que aliado as formas de manejo do solo, poderá refletir aspectos importantes de seu desempenho. Assim, foi realizado um experimento com alguns sistemas de cultivo na cultura da soja. Os tratamentos foram: sistema convencional (SC), plantio direto durante cinco anos (PD5) e plantio direto durante 10 anos (PD10). Foram abertas duas trincheiras para cada sistema e coletadas amostras de solo com a cultura em pleno florescimento. Cada trincheira tinha 100 cm de comprimento na linha, abrangendo de 10-12 plantas, com 80 cm de largura até alcançar a outra linha de semeadura, conseqüentemente eliminando linha de semeadura, com finalidade de facilitar o trabalho dentro da trincheira e profundidade de 60 cm. As raízes foram avaliadas pelo Sistema Integrado para Análise de Raízes de Cobertura do Solo (SIARCS). Ao longo do perfil do solo foram coletadas amostras a cada 10 cm e avaliado: teor de água, densidade do solo e porosidade. Os resultados permitiram concluir que no sistema convencional as raízes, na sua maioria, foram superficiais e que no sistema plantio direto, independente do tempo, não houve diferenças na distribuição das raízes ao longo do perfil do solo. A densidade do solo na camada superficial foi menor no sistema convencional. O sistema convencional apresentou maior macroporosidade e menor microporosidade, sendo que no plantio direto, in-

Data de recebimento: 02/04/07. Data de aceite para publicação: 09/06/08.

<sup>1</sup> Profa. Dra. Associada da Universidade Estadual do Norte do Paraná- FALM-Bandeirantes – Paraná – Brasil. Endereço eletrônico: [acastro@falm.br](mailto:acastro@falm.br).

<sup>2</sup> Doutorando da área de Produção Vegetal do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP. Endereço eletrônico: [lustosa@feis.unesp.br](mailto:lustosa@feis.unesp.br).

<sup>3</sup> Doutorando da área de Produção Vegetal do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina. Londrina – Paraná – Brasil. Endereço eletrônico: [ibordin@uel.br](mailto:ibordin@uel.br).

<sup>4</sup> Prof. Dr. Adjunto do Centro de Ciências Agrárias. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon – Paraná - Brasil.

dependente do tempo dessa prática, a microporosidade foi maior e menor a macroporosidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *compactação do solo; Glycine max; plantio direto; porosidade.*

**SUMMARY:** One of the characteristics most important in the development of a culture is the study of the system to root, that ally the different forms of handling of the ground, will be able to reflect aspects important of its performance. That an experiment with different system of culture in the soybean was carried through. The treatments had been: conventional system (SC), direct sowing during 5 years (DS5) and direct sowing during 10 years (DS10). Opened 2 trenches for each system and collected the samples of the soil the culture in full flowering. Each trench had 100 cm of length in the line, enclosing of 10 and 12 plants, with 80 cm of width until reaching to another line of plantation, consequently eliminating plantation line, with purpose to inside facilitate to the work of the trench and depth of 60 cm. The roots had been evaluated by the System Integrated for Analysis of Root de Overture of the Soil. To the long one of the profile of the ground 10 cm and evaluated had been collected samples to each: text of water, density of the ground and porosity. The results had allowed to conclude that in the conventional system the roots, in its majority, had been superficial and that in the system direct plantation, independent of the time, did not have differences in the distribution of the roots to the long one of the profile of the ground. The density of the ground in the superficial layer was lesser in the conventional system. The conventional system presented the biggest macroporosity and small microporosity, being that in the direct independent plantation of the time of this practical it had greater microporosity and lesser values of macroporosity.

**KEYWORDS:** Compactation of the soil; *Glycine max*; no tilage; porosity.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é um dos principais suportes de produção agrícola, com função de sustentar e nutrir as plantas, sendo constituído por um complexo conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos, submetidos à ação do clima, que interagem e tendem ao equilíbrio dinâmico (DURUOHA, 2000).

Merten & Mielniczuck (1991), estudando a distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo de solo, concluíram que mais de 70% das raízes, independente do sistema de preparo utilizado e da cultura avaliada, concentrou-se na profundidade de 0 - 10 cm, afetando o suprimento de água em período de estiagem.

A redução no crescimento das raízes é a resposta mais comum

das plantas à compactação do solo, conforme relataram Bordin et al, (2003). O crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob métodos de preparo do solo foi avaliado por Maria et al., (1999), concluindo que, 50% do sistema radicular ficou concentrado na camada superficial do solo no tratamento com grade pesada, 40% no tratamento com semeadura direta e 30% com escarificador. Os mesmos autores ressaltaram que, o sistema radicular foi reduzido em profundidade, quando a densidade e a resistência à penetração foram elevadas na camada de 0,1 - 0,2 m.

O aumento na resistência mecânica à penetração diminui o espaço de exploração das raízes, resultando em baixa produção de matéria seca (BORGES, 1988) e redução do sistema radicular das plantas (CONTE E CASTRO & FRIZON, (2004); MORAES et al. (1988) e FERNANDEZ et al. (1995)). A compactação do solo acarreta aumento da densidade global, resultando em impedimento ao crescimento das raízes, redução da aeração e da infiltração de água e, conseqüente redução da produção das culturas sucessivas (SAINI, 1979).

Borges (1986) observou que quando a densidade aparente do solo era superior a  $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ , ocorreu redução de 50% no comprimento radicular de trigo, colza, cevada, tremoço e soja. Moraes (1988) concluiu que a penetração e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja ficaram impedidos quando a densidade global atingiu valores de  $1,30 \text{ g cm}^{-3}$  e  $1,23 \text{ g cm}^{-3}$  para, respectivamente, a Terra Roxa Estruturada e o Latossolo Roxo.

Dentre os métodos existentes para a avaliação do sistema radicular, um dos mais empregados é o método da parede do perfil, o qual consiste em cavar uma trincheira ao lado da planta e remover uma fina camada de solo, de modo a expor as raízes, que, posteriormente, serão avaliadas (BÖHM, 1979).

Para avaliação dos dados obtidos por estes métodos, foi desenvolvido um sistema de análise de imagens digitais (CRESTANA et al., 1994), em que as imagens são analisadas pelo programa SIARCS (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo), que fornece a área e o comprimento das raízes. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de verificar o desenvolvimento radicular da soja, a porosidade e a densidade do solo sob plantio direto e convencional.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na propriedade rural, do município de Marechal Cândido Rondon – Paraná, onde se cultiva soja no sistema

de semeadura direta e convencional, as coordenadas geográficas são 24°46' Latitude sul e 54°22' Longitude oeste com 420m de altitude. O solo da área é um Latossolo Vermelho eutroférico. Para realizar o experimento foram escolhidas três áreas que constituíram os tratamentos: 1) Sistema Convencional (SC); 2) Sistema de Semeadura Direta - 5 anos de cultivo (PD5) e 3) Sistema de Semeadura Direta - 10 anos de cultivo (PD10), com quatro repetições, em blocos casualizados.

O método de trabalho usado no estudo do sistema radicular foi o de trincheira empregado por Franco & Inforzatto (1946), no estudo do sistema radicular do cafeeiro, com algumas alterações em relação ao tamanho dos blocos e coletas de informações.

Foram abertas manualmente, duas trincheiras para cada sistema de plantio e coletadas as amostras de solo no sistema convencional, sistema de semeadura direta (5 e 10 anos), com a cultura da soja em pleno florescimento. As trincheiras tiveram as seguintes dimensões: 100 cm de comprimento na linha, abrangendo de 10 -12 plantas, com 80 cm de largura até alcançar a outra linha de semeadura, eliminando uma linha de semeadura, com finalidade de facilitar o trabalho dentro da trincheira e profundidade de 60 cm.

As raízes foram expostas aproximadamente 2 cm, por escarificador em forma de rolo, com pregos sem pontas e pintadas com esmalte branco, para aumentar o contraste das mesmas com o solo, segundo metodologia para avaliação de perfil cultural (CRESTANA et al., 1994). Fixaram-se, nos quatros perfis de cada trincheira uma moldura de madeira (0,5 m<sup>2</sup>) dividida por fios de náilon em quadriculas de 10 cm, que foram fotografadas por câmera digital e posteriormente avaliadas pelo Sistema Integrado para Análise de Raízes de Cobertura do Solo (SIARCS), segundo (CRESTANA et al., 1994).

Para cada trincheira avaliada, foram coletadas amostras de solo de seus perfis a cada 10 cm, para realizar análise física, pela determinação de: teor de água (método gravimétrico), densidade do solo (anel volumétrico), macroporosidade e microporosidade (utilizando a mesa de tensão), segundo EMBRAPA (1997).

Os parâmetros radiculares foram: o comprimento (cm), a área (mm<sup>2</sup>) e o diâmetro médio radiculares (cm), coletadas em relação à profundidade.

As variáveis foram submetidas à análise de variância e ao teste Tukey a 5% de significância, no programa estatístico STAT.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos parâmetros físicos do solo, o teor de água não foi afetado pelos diferentes sistemas de cultivo. Na Tabela 1, pode-se observar que o sistema convencional apresentou a menor microporosidade média, o sistema de plantio direto por cinco anos obteve a maior microporosidade média (53,49%) e o plantio direto por dez anos não diferiu estaticamente em média dos outros dois sistemas. Quanto às profundidades, não houve diferença estatística em relação às médias da microporosidade.

Tabela 1 Microporosiade e densidade do solo no sistema de cultivo e em profundidade

Sistemas de cultivo	Microporosidade (%)	Densidade do Solo (Mg m <sup>-3</sup> )
Convencional	49,57 B	1,22 B
Plantio Direto 5 anos	53,49 A	1,39 A
Plantio Direto 10 anos	51,49 AB	1,31 AB
Profundidade (cm)		
00-10	52,95 A	1,32 AB
10-20	50,96 A	1,36 A
20-30	51,16 A	1,35 A
30-40	51,80 A	1,32 AB
40-50	50,74 A	1,27 BC
50-60	51,49 A	1,24 C

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados relativos à densidade do solo indicaram que o sistema convencional possui o menor valor médio, podendo-se atribuir esse comportamento aos tratos culturais ao qual o solo foi submetido. Para o sistema de plantio direto por cinco anos observou-se o maior valor médio na densidade com 1,39 Mg m<sup>-3</sup>, devido ao trânsito de máquinas que ocorre durante o período compreendido entre a semeadura até a colheita, não havendo o revolvimento do mesmo. No entanto, este resultado aos poucos vai se modificando, conforme o tempo de utilização do sistema, como se pode verificar no resultado do sistema de plantio direto por dez anos, em que se verificou menor média de

densidade com relação ao plantio direto por cinco anos, devido à reestruturação dos agregados do solo (CAMPOS, et al. 1995). Analisando em função da profundidade do perfil os resultados indicam que a camada mais compactada está localizada entre 10 a 30 cm de profundidade, na qual a partir desta a densidade tende a diminuir.

Com relação à macroporosidade (Tabela 2), os resultados mostram que no sistema convencional a maior quantidade de macroporos foi encontrada abaixo dos 40 cm. No sistema de plantio direto, observa-se que a quantidade de macroporos é praticamente homogênea ao longo do perfil do solo.

Tabela 2 Macroporosidade (%) do solo nos sistemas de cultivo em função da profundidade do perfil do solo

Sistemas de cultivo	Profundidades (cm)					
	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Convencional	11,08 ABCa	10,60 ABCa	7,30 Ca	10,01 BCa	15,29 Aa	14,36 ABa
Plantio Direto 5 anos	11,23 Aa	9,01 Aa	7,18 Aa	7,19 Ab	7,68 Ab	10,41 Aab
Plantio Direto 10 anos	9,94 Aa	10,35 Aa	9,12 Aa	7,98 Aa	9,02 Ab	8,89 Ab

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os parâmetros radiculares excetuando a área radicular (Tabela 3), não tiveram comportamento estatístico significativo. Assim, a área radicular, no sistema convencional, mostrou que na camada 0 – 10 cm foi observado uma quantidade de raízes quase três vezes superior ao encontrado nos sistemas de plantio direto, isto poderia estar relacionado às características físicas do solo, pelo revolvimento superficial do solo, demonstrando que a maior concentração nessa camada do solo pode acarretar problemas de estresse hídrico, caso a cultura passe por um período de estiagem, comprometendo assim seu desenvolvimento e esses resultados reforçam os encontrados por Merten & Mielniczuck, (1991). Nos sistemas plantio direto 5 e 10 anos, também se nota maior quantidade de raízes na camada 0 – 10 cm, o que diferencia esse resultado do sistema convencional é que nas camadas subseqüentes houve uniformidade na quantidade das raízes o que não foi observado no sistema convencional. Comparando os sistemas, em profundidade, apenas há diferença estatística nas duas

primeiras camadas, o sistema convencional possui maior quantidade média de raízes que o sistema de plantio direto de 5 e 10 anos, enquanto nas demais profundidades, nota-se que não há diferença estatística entre as médias.

Tabela 3 Área radicular (cm<sup>2</sup>) nos sistemas de cultivo em função da profundidade do perfil do solo

	Profundidades (cm)					
	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Convencional	1,160 Aa	0,410 Ba	0,160 Ca	0,110 Ca	0,140 Ca	0,105 Ca
Plantio Direto 5 anos	0,432 Ab	0,132 Bb	0,100 Ba	0,135 Ba	0,130 Ba	0,062 Ba
Plantio Direto 10 anos	0,480 Ab	0,195 Bb	0,095 Ba	0,135 Ba	0,122 Ba	0,037 Ba

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

#### 4. CONCLUSÕES

- O sistema convencional de plantio proporcionou menor desenvolvimento radicular nos primeiros 10 cm.
- A partir de 20 cm de profundidade não houve diferenças na distribuição das raízes ao longo do perfil do solo.
- A densidade do solo na camada superficial foi menor no sistema convencional.
- O sistema de plantio direto apresentou maior microporosidade e densidade do solo, se comparado ao sistema de plantio convencional.

#### 5. REFERÊNCIAS

- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Springer, 1979. 190 p.
- BORDIN, I; CASSIMIRO, E. L. N.; MISSIO, R. F.; CONTE E CASTRO, A. M.; FEY, E. Desenvolvimento de mudas de pupunha em latossolo argiloso compactado artificialmente em subsuperfície. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.36, n.1, p.290-293. 2006.
- BORGES, E. N. **Respostas da soja e do eucalipto às camadas compactadas do solo**. Viçosa: UFV, 1986, 69p. Tese (Magister Scientiae). Universidade Federal de Viçosa, 1986.

BORGES, E. N. Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solo. **Revista Ceres**. Viçosa, v.35, n.2, p.553-568, 1998.

CAMPOS, B. C., REINERT, D. J., NICOLODI, R., RUEDELL, J., PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, n.19, p. 121-126, 1995.

CONTE E CASTRO, A. M; FRIZON, D. Desenvolvimento do feijão guandu (guandu) em diferentes densidades de solo argiloso. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.4, n.8, p. 91-101, 2004.

CRESTANA, A.; GUIMARÃES, M. F.; JORGE, L. A. C.; RALISCH, R.; TOZZI, C. L.; TORRES, A.; VAZ, C. M. P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, p.365-371, 1994.

DURUOHA, C. **Desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar (Saccharum spp) em função da compactação, do teor de água e do tipo de solo**. 2000, 121p, Mestrado em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP/ Campus de Botucatu.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual e Métodos de Análises de Solos**. EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, RJ, 1997. 217p.

FERNADEZ, E. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; THIMOTEO, C. M. S.; ROSOLEM, C. A. Soybean nutrition and dry matter yield as affected by phosphorus fertilization and soil compaction. **Científica**. São Paulo, v.23, n.1, p. 117-132, 1995.

FRANCO, C. M.; INFORZATTO, R. Estudo do sistema radicular do cafeeiro nos principais solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**. Piracicaba, v.6, p.443-478, 1946.

MERTEN, G. H.; MIELNICZUK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas. v. 1, n.15, p.369-374, 1991.

MORAES, M. H. **Efeito da compactação em algumas propriedades físicas do solo e no desenvolvimento do sistema radicular de plantas de soja** (Glycine max l. Meril). Piracicaba: ESALQ-USP, 1988. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Esc. Sup. De Agric. “Luiz de Queiroz”, Univ. de São Paulo, 1988.

ORTOLANI, A. F.; COAN, O.; SALLES, H. C. Influência da compactação do solo no desenvolvimento do solo no desenvolvimento da soja (Glycine max l. Merril). **Engenharia Agrícola**. Botucatu, n.6, v.1, p.35-42, 1982.