

NODULAÇÃO DA SOJA EM PLANTIO DIRETO EM COMPARAÇÃO COM PLANTIO CONVENCIONAL¹

MARCIO VOSS² e NIKOLAOS SIDIRAS³

RESUMO - Em Latossolo Roxo Distrófico, em dois locais em Londrina, avaliou-se a nodulação de soja, após seis anos de plantio direto e preparo convencional do solo em rotação com soja (*Glycine max* (L.) Merrill)-trigo (*Triticum aestivum* L.)-soja, com milho (*Zea mays* L.)-trigo-soja e com algodão (*Gossypium hirsutum*)-trigo-soja; em rotação soja-trigo-soja avaliou-se a nodulação também após sete anos. Em Latossolo Vermelho-Escuro, em Carambeí, após dois anos de plantio direto, fez-se a mesma avaliação na rotação tremoço-milho-triticale-soja. Maior nodulação ocorreu em plantio direto do que em convencional, atingindo até 2,5 vezes maior peso seco de nódulos. As diferenças encontradas na sucessão soja-trigo-soja, em Londrina, foram menores. Verificou-se a distribuição de nódulos de soja por camadas de 10 cm no perfil do solo, após quatro anos de plantio direto, em Latossolo Roxo Distrófico, em Londrina. Em plantio direto, ocorreram 69% dos nódulos na camada de 0-20 cm, e o restante distribuído até a profundidade de 60 cm. Em plantio convencional, 85% dos nódulos ocorreram nos primeiros 20 cm, e o restante até a camada de 40-50 cm. Discutem-se as possíveis causas que beneficiaram a nodulação em plantio direto. Os resultados obtidos, nas condições estudadas, levam a esperar maior estabilidade na fixação biológica de nitrogênio em plantio direto do que em plantio convencional.

Termos para indexação: sistema de plantio, fixação biológica de nitrogênio, *Glycine max*, *Rhizobium japonicum*, fatores limitantes, rotação de culturas.

NODULATION OF SOYBEAN UNDER NO-TILLAGE IN COMPARISON TO CONVENTIONAL TILLAGE

ABSTRACT - Nodulation of soybeans was studied at two sites on a Dusky Latosol dystrophic at Londrina, after six years of no-tillage and conventional tillage in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill)-wheat-soybean, maize (*Zea mays*)-wheat-soybean and cotton (*Gossypium hirsutum* (L.)-wheat-soybean rotations and after seven years in a soybean-wheat-soybean rotation, respectively. The same evaluation was carried out on a Dark-Red Latosol, at Carambeí, after two years of no-tillage and conventional tillage, in a lupine-maize-triticale-soybean rotation. Better nodulation was found under no-tillage than conventional tillage, dry weight of nodules being 2.5 times higher. The differences were less marked in the soybean-wheat-soybean rotation at Londrina. Also, the distribution of nodules in 10 cm of depth intervals of the soil profile where studied for a Dusky Latosol dystrophic after four years of conventional or no-tillage. In no-tillage, 69% of the nodules were found in 0-20 cm of depth, the rest being distributed down to a depth of 60 cm. In conventional tillage, 85% of the nodules were found in the first 20 cm and the rest until a depth of 40-50 cm. Possible reasons for the better nodulation under no tillage are discussed. The results obtained indicate a higher stability of biological nitrogen fixation under no-tillage than conventional tillage.

Index terms: direct drilling, crop system, biological nitrogen fixation, *Glycine max*, *Rhizobium japonicum*, limiting factors, crop rotation.

INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto está tomando impulso no Estado do Paraná. Características físicas, químicas e biológicas do solo são afetadas diferencialmente em relação ao plantio convencional, tais

como retenção de umidade, oscilação térmica, distribuição de fósforo e matéria orgânica, teor de nitrogênio e distribuição de alguns organismos do solo (Vieira 1981, Muzilli 1983, Allen 1981).

A fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico na associação entre soja e *Rhizobium* é influenciada pelos fatores mencionados acima. No Brasil, ainda não se estudou o efeito desses dois sistemas de cultivo comparativamente na nodulação da soja. Por isso, avaliou-se peso de nódulos em ensaios instalados anteriormente para estudos multidisciplinares sobre efeitos do plantio direto em relação ao plantio convencional.

¹ Aceito para publicação em 25 de fevereiro de 1985.

Trabalho apresentado no V Congresso Brasileiro de Conservação do Solo. Porto Alegre, 15 a 20 julho, 1984.

² Eng. - Agr., Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 Londrina, PR.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Convênio IAPAR/GTZ. Caixa Postal 1331, CEP 86100 Londrina, PR.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações de nodulação foram feitas em três ensaios. Em todos eles fez-se inoculação de *Rhizobium japonicum* utilizando inoculante comercial da Nitral ou Turfal, à base de turfa, na quantia de 200 g por saco de semente. As análises de solo foram feitas segundo critérios descritos por Muzilli et al. (1978).

Ensaio 1

Instalado em Londrina, norte do Paraná, em Latossolo Roxo Distrófico, em 1976. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela compôs-se de dois sistemas de plantio: plantio direto e convencional. As subparcelas compuseram-se de sete rotações de cultura. O plantio direto foi feito com máquina Rotacaster, que sulca através de enxadas rotativas, e o plantio convencional constou de uma aração e duas gradagens. As rotações avaliadas para o presente estudo foram soja-trigo-soja, milho-trigo-soja e algodão-trigo-soja. A área total de cada subparcela constou de 200 m² (8 m x 25 m).

A adubação foi feita conforme a análise do solo. Na Tabela 1, são apresentados os resultados da análise feita em abril de 1984, em amostra obtida à profundidade de 0-15 cm.

Neste ensaio fizeram-se duas avaliações de nodulação, a primeira em janeiro de 1983, e a segunda, em dezembro de 1983. A primeira amostragem foi de 15 cm de largura, 25 cm ao longo da linha de soja e 20 cm de profundidade, efetuando-se quatro subamostras por parcela. A segunda amostragem teve dimensões iguais, exceto no comprimento, que foi de 1 m, e em dois pontos por parcela. Nesta amostragem só se utilizou a rotação STS, a única com soja naquela safra. Tomaram-se 40 nódulos de soja de cada sistema, nesta avaliação, e cortou-se ao meio para ver a coloração interna.

Ensaio 2

Instalado em Carambeí, município de Castro, Paraná, em Latossolo Vermelho-Escuro, em 1981. O delineamento estatístico foi o mesmo do ensaio 1, exceto as rotações e número de repetições, estas em total de quatro. A rotação avaliada foi a trevoço-milho-triticale-soja. A análise do solo foi feita em novembro de 1983 antes do plantio da soja, na profundidade de 0-20 cm (Tabela 1).

A avaliação da nodulação foi feita em fevereiro de 1984, no estádio de enchimento de grãos, nas dimensões de 15 cm de largura, 1 m de comprimento e 20 cm de profundidade, em um local na parcela.

Ensaio 3

Instalado em 1977, em Londrina, em Latossolo Roxo Distrófico. Constou de macroparcelsas com sistemas de plantio e rotações de cultura. A análise do solo foi feita em março de 1982, na camada de 0-20 cm (Tabela 1).

As avaliações de distribuição dos nódulos foram feitas na rotação soja-trigo-soja, em janeiro de 1982, à época de florescimento, constando de oito plantas por parcela. As raízes foram lavadas *in loco* com jatos d'água de um pulverizador costal manual, e separadas por camada de 10 cm de profundidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em Latossolo Roxo Distrófico (Fig. 1) e em Latossolo Vermelho-Escuro (Tabela 2), nas parcelas com plantio direto, mostram peso de nódulos total superior ao das parcelas com plantio convencional. Na Fig. 1, verifica-se diferença maior nas rotações algodão-trigo-soja, do

TABELA 1. Análise química dos solos:

Data da amostra	Número do ensaio	Sistema de plantio	Tipo de solo	pH (H ₂ O)	Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K			C	P	A
					meq/100 ml					
04.84	1	PC	LRd	5,5	7,29	0,76	1,63	7,5	0	
04.84	1	PD	LRd	5,6	8,33	0,64	1,81	27,1	0	
11.83	2	PC	LEd	5,7	5,85	0,25	2,40	9,0	0	
11.83	2	PD	LEd	5,5	7,10	0,40	2,50	12,8	0	
03.83	3	PC	LRd	5,2	5,7	0,30	1,43	9,6	4,2	
03.82	3	PD	LRd	5,5	7,7	0,40	1,73	19,1	1,4	

LRd = Latossolo Roxo distrófico

LEd = Latossolo Vermelho-Escuro distrófico argiloso

A = % de Al³⁺ em relação às bases.

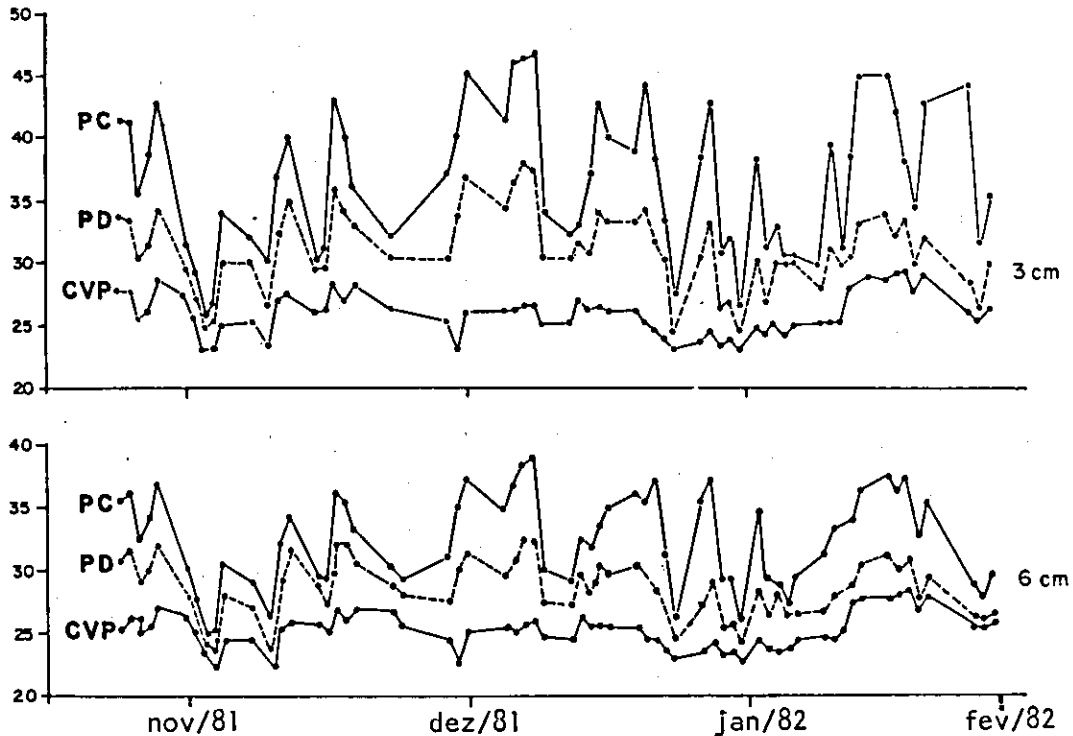


FIG. 1. Efeito do preparo convencional (PC) e plantio direto (PD), na cultura da soja e cobertura verde permanente, sobre a temperatura do solo a 3 cm e 6 cm de profundidade às 14 horas.

que na soja-trigo-soja. Na avaliação feita no ano subsequente (Fig. 2), no mesmo ensaio, confirmase a ocorrência em soja-trigo-soja, não havendo significância estatística nos dois anos.

As causas da maior ocorrência de nódulos no solo com plantio direto que no solo com plantio convencional não são claras, pois muitos fatores se diferenciam nos dois sistemas.

Principalmente por causa da menor cobertura do solo, a temperatura do solo em plantio convencional é mais elevada do que em plantio direto ou cobertura verde permanentemente, como mostram dados obtidos no ensaio 3, a 3 e 6 cm de profundidade (Fig. 1). As temperaturas encontradas em plantio convencional superam com mais frequência as temperaturas normalmente consideradas negativas para a fixação simbiótica de nitrogênio. Em trabalho com a leguminosa de clima tropical soja perene (*Neonotonia wightii*), Souto & Döbereiner (1968) encontraram diminuição na atividade de nitrogenase e no peso de nódulos, quando subme-

TABELA 2. Efeito de dois anos de PD e PC na massa nodular de soja, na rotação trevoço-milho-triticale, LEd, ensaio 2, Carambei, PR, 1984. Média de quatro repetições.

Tipo de preparo	Peso de nódulos mg/pl	Número de nódulos/pl	Peso de nódulos mg/nódulo
Plantio direto	194,1a*	40,75a*	4,78a*
Plantio convencional	113,5b	31,14b	3,64b

* Diferença significativa a 5% pelo teste de Duncan.

teram o solo à faixa de 34°C a 42°C, por poucas horas ao dia, em comparação com o tratamento de 29°C a 32°C.

Munévar & Wollum II (1981), usando estirpe de *Rhizobium japonicum* tolerante ao calor, observaram, em soja (*Glycine max* Merrill), produção de

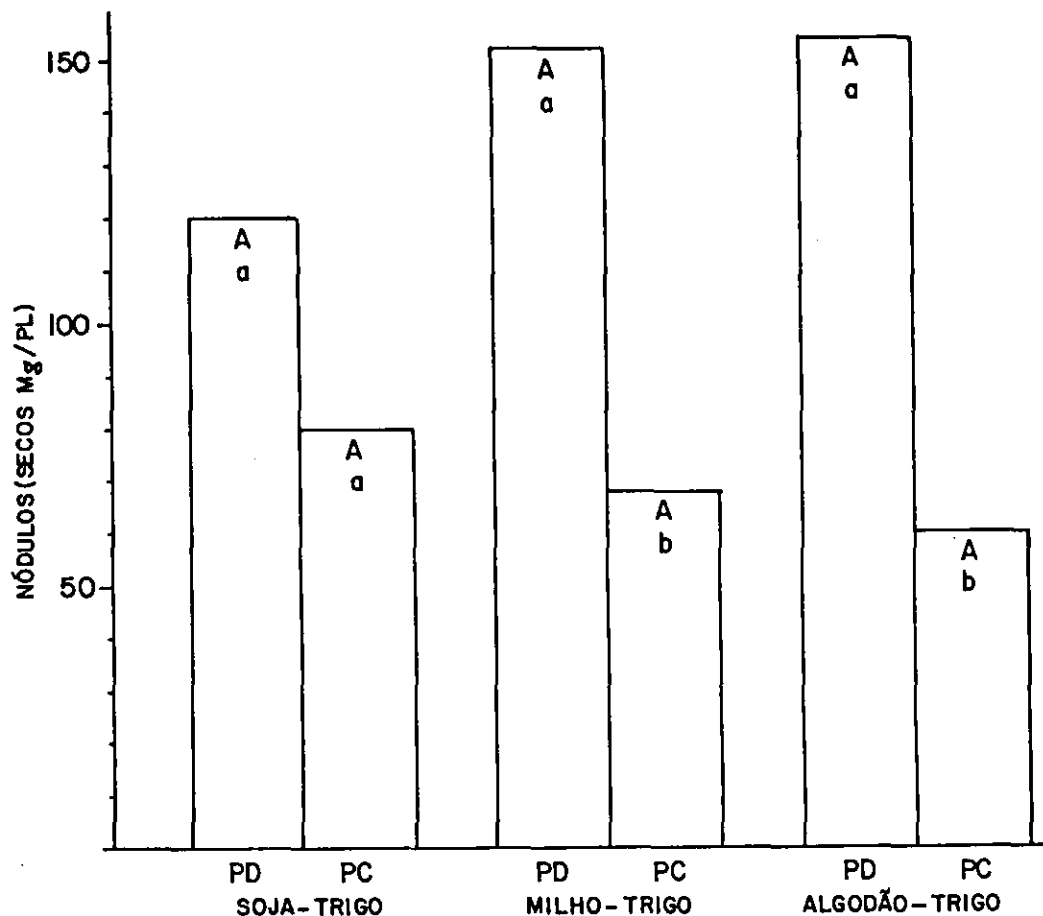


FIG. 2. Nodulação de soja após seis anos de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) sob três rotações Latossolo Roxo Distrófico (LRd) 06.01.83, Londrina, comparação por Duncan a 5% - Letras maiúsculas, para comparação entre rotações dentro de cada sistema de preparo; Letras minúsculas, para comparação entre sistemas de preparo dentro de cada rotação.

729 mg de nódulos/planta, em base a peso fresco, quando com 33°C na raiz, enquanto a 38°C ocorreram apenas 39 mg de nódulo/planta. Quando usaram estirpe pouco tolerante ao calor, os pesos de nódulos foram 834 mg/pl e 0,9 mg/pl, respectivamente, a 33°C e 38°C.

Maior capacidade de armazenamento de água disponível ocorreu em plantio direto do que em plantio convencional no ensaio 1, segundo Vieira (1981), e no ensaio 3, segundo Sidiras et al. (1982, 1983). A massa nodular e a atividade de simbiose são afetadas pela umidade do solo. Brose & Freire (1976) encontraram maior atividade da nitrogena-

se em soja com a umidade de 75% e 100% da capacidade de campo do que com a umidade de 50% ou 125%, introduzida cinco dias antes da determinação. No presente estudo, não foi medida a atividade. Com murcha repetida antes do florescimento de *Vigna unguiculata*, Summerfield et al. (1976) encontraram diminuição do peso de nódulos. Na Tabela 2, verifica-se que para a diferença de massa nodular encontrada entre os sistemas de planta concorreram, de igual modo, o número de nódulos e seu peso individual. Considerando que logo após a inoculação pode ser muito grande a mortalidade de *Rhizobium*, principalmente se hou-

ver perda elevada de umidade e altas temperaturas, e que esses fatores ocorrem com mais frequência e intensidade em plantio convencional, pode-se esperar que o maior número de nódulos deve-se, em grande parte, à manutenção de maior potencial de inóculo propiciado por ambiente mais favorável do solo sob plantio direto. Em solos de cerrado, Vargas & Suhet (1980) obtiveram aumento de nodulação com aumento da quantidade normal de inoculante.

A infecção também é significativamente diminuída com a redução da umidade do solo, como demonstram Worrall & Roughley (1976) em *Trifolium subterraneum*.

O teor de fósforo na camada de 0-15 cm (ensaio 1) e 0-20 cm (ensaio 2 e 3) pode ser visto na Tabela 1. Segundo Muzilli (1983), a maior disponibilidade de fósforo em plantio direto reflete-se em maior teor de fósforo na cultura, como observado em milho. A fixação biológica de nitrogênio pode ser positivamente afetada pela elevação da disponibilidade de fósforo, tanto na atividade da nitrogenase quanto na nodulação (Vidor & Freire 1971, Gomes et al. 1983).

Outro aspecto diferenciado entre os dois sistemas é a quantidade de nitrogênio no solo. Muzilli (1983) encontrou deficiência maior de N nas culturas de milho e trigo em plantio direto do que em plantio convencional, e que a inclusão de soja na rotação diminuiu essa deficiência. O nitrogênio tem efeito depressivo na nodulação (Ruschel et al. 1974) e na atividade nodular (Franco et al. 1978). A menor diferença entre a nodulação de plantio direto e plantio convencional na rotação soja-trigo-soja em comparação com as outras rotações poderia explicar-se pela maior presença de nitrogênio no plantio direto. No entanto, não é possível restringir-se a esse fator, dado que a depressão da nodulação em solos ricos em nitrogênio nem sempre é verificada (Gates & Muller 1979, Vargas et al. 1982).

Existe correlação entre fixação biológica de nitrogênio e peso de nódulos (Nutman 1965, Döbereiner et al. 1966) dentro de determinadas condições. Entre elas, deve-se comparar estirpes de eficiência semelhante. Neste ensaio, o inoculante foi o mesmo para ambos os tratamentos. Embora não se tenha feito avaliação direta da atividade de ni-

trogenase, obteve-se uma indicação indireta através da coloração interna dos nódulos. Na Fig. 3, observa-se que o percentual de nódulos róseos foi semelhante nos dois sistemas. Além disso, deve-se ter em conta que, após certa quantidade de nodulação, não há efeito na produção (Vargas & Suhet 1980). No entanto, é difícil estabelecer esse nível. Ensaio comparativos de inoculação e doses de N com resultados positivos da inoculação, mostram que as quantidades de nódulos obtidas em plantio convencional estão dentro de amplitude normalmente encontrada em campo (Barni et al. 1978, Vargas & Suhet 1980). Estando a ocorrência dentro de quantidade normal, a importância da maior nodulação encontrada em plantio direto reside no fato de se esperar maior estabilidade na fixação biológica de N_2 . A expectativa de maior estabilidade aumenta com o uso do plantio direto, pois, nesse sistema, a ocorrência de diversas condições desfavoráveis, como temperatura alta e umidade baixa, são menos comuns do que em plantio convencional.

A distribuição de nódulos no perfil, em ambos os sistemas de plantio, é mostrada na Tabela 3. Em valores absolutos, há mais nódulos em plantio direto que em convencional, em cada camada de solo amostrada. Em termos percentuais, observa-se concentração maior de nódulos de soja em plantio convencional, na camada de 0-20 cm. Em solo com plantio convencional, 85,5% dos nódulos de soja estavam nessa camada, enquanto em solo com plantio direto, encontravam-se 69,5% dos nódulos. Verifica-se que 98% dos nódulos no PC estavam na camada de 0-30 cm e que na camada de 40-50 cm se encontravam os últimos nódulos. Já em PD, 82,5% estavam na camada até 30 cm, enquanto na camada de 50-60 cm ainda havia nódulos. Assim, as medições de nodulação feitas até 20 cm de profundidade (ensaios 1 e 2) subestimam a nodulação em plantio direto. As diferentes proporções de nódulos detectados na camada de 0-20 cm não se explicam pela distribuição percentual da massa radicular no solo estudado (Tabela 3).

As maiores diferenças de características físicas (Vieira 1981, Sidiras et al. 1983) e químicas (Muzilli 1983), detectadas entre os dois sistemas, encontram-se na camada de 0-20 cm de profundida-

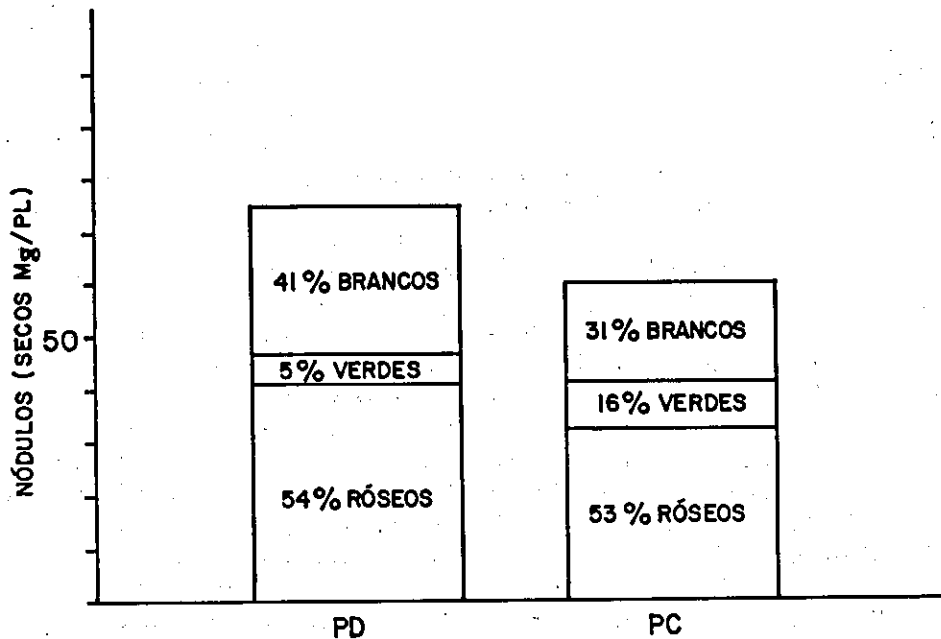


FIG. 3. Peso e cor interna de nódulos da soja (rósea, verde e branca) após sete anos de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), na rotação trigo-soja, três repetições Latossolo Roxo Distrófico (LRd), 29.12.83, Londrina, PR. Obs.: sem diferença estatística a 5% pelo teste de Duncan.

TABELA 3. Distribuição de raízes e nódulos de soja (época de florescimento) a diferentes profundidades do solo, após quatro anos de plantio convencional (PC) e direto (PD), LRd, ensaio 3, Londrina, PR, 1982. Média de oito plantas.

Profundidade do solo (cm)	Número de nódulos				Peso de raízes			
	PC		PD		PC		PD	
	n.º/pl	%	n.º/pl	%	g/pl	%	g/pl	%
0 - 10	35	54,4	53*	43,5	1,12	68,2	1,78*	68,7
10 - 20	20	31,1	32*	26,0	0,35	21,5	0,42*	16,4
20 - 30	8	12,5	16*	13,0	0,10	5,8	0,16*	6,3
30 - 40	0,6	0,9	13*	10,0	0,04	2,4	0,11*	4,4
40 - 50	0,7	1,1	5*	4,2	0,02	1,5	0,05*	2,1
50 - 60	0,0	0,0	4*	3,3	0,01	0,7	0,03n.s	1,1
0 - 60	64,3	100	123	100	1,64	100	2,55	100

* Diferença significativa a 5% pelo teste de Duncan.

de; por isso, fica menos evidente a explicação do maior número de nódulos encontrado abaixo dessa camada em plantio direto do que em PC. Essa ocorrência pode ser devida, em parte, à maior quantidade de raiz em plantio direto nessas camadas (Tabela 3) e conseqüente disponibilidade de mais sítios de nodulação.

A importância de uma distribuição de nódulos e raízes mais profundamente no solo é a de estar a planta e o simbionte menos sujeitos a perdas d'água e oscilações térmicas, o que significa, também neste aspecto, maior estabilidade da fixação biológica de nitrogênio em plantio direto.

CONCLUSÕES

1. Detectou-se a ocorrência de massa nodular de soja superior em solo com plantio direto quando comparada a plantio convencional em Latossolo Roxo Distrófico e Latossolo Vermelho-Escuro.

2. A diferença de massa nodular foi menor na rotação soja-trigo-soja do que na rotação milho-trigo-soja e algodão-trigo-soja.

3. Número e peso individual dos nódulos de soja concorreram em igual percentagem na formação da diferença do peso de nódulos por planta, na rotação tremoço-milho-triticale-soja.

4. Em plantio direto, houve distribuição mais profunda de nódulos no perfil do solo, além de que, em valor absoluto, encontraram-se mais nódulos em plantio direto do que em plantio convencional, em todas as camadas analisadas.

5. As observações feitas, nas condições estudadas, levam a esperar maior estabilidade na FBN_2 , em plantio direto do que em plantio convencional.

REFERÊNCIAS

- ALEEN, H.P. Direct drilling and reduced cultivations. s.l., Farming Press, 1981. 220p.
- BARNI, N.A.; KOLLING, J. & HILGERT, E.R. Adubação nitrogenada na cultura de soja. *Agron. sulriogr.*, 21: 28-39, 1978.
- BROSE, E. & FREIRE, J.R.J. Efeito de umidade e luminosidade sobre a atividade de nódulos de soja (*Glycine max.* Merr.). In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA, RS/SC, 4., Santa Maria, RS, 1976. Ata . . . Porto Alegre, IPAGRO, 1976. p.31-40.
- DÖBEREINER, J.; ARRUDA, N.B. de & PENTEADO, A. de F. Avaliação da fixação do nitrogênio, em leguminosas, pela regressão do nitrogênio total das plantas sobre o peso dos nódulos. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 1: 233-7, 1966.
- FRANCO, A.A.; FONSECA, O.O.M. & MARRIEL, I.E. Efeito do nitrogênio mineral na atividade da nitrôgenase e nitrato redutase, durante o ciclo da soja no campo. *R. bras. Ci. Solo*, 2(2): 110-4, 1978.
- GATES, C.T. & MULLER, W.J. Nodule and plant development in the soybean, *Glycine max* (L.) Merr., growth response to nitrogen, phosphorus and sulfur. *Aust. J. Bot.*, 27: 203-15, 1979.
- GOMES, J.F.M.; PURCINO, A.A.C. & LYND, J.Q. Soil potassium effects influencing growth, nodulation, N_2 fixation, and ureide transformations of soybeans grown on a typic Entrustox. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 14(11): 1133-50, 1983.
- MUNÉVAR, F. & WOLLUM II, A.G. Effect of high root temperature and *Rhizobium* strain on nodulation, nitrogen fixation, and growth of soybean. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 113-20, 1981.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *R. bras. Ci. solo*, 7: 95-102, 1983.
- MUZILLI, O.; LANTMANN, A.F.; PALHANO, J.B.; OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A.; CHAVES, J.C.D. & ZOCOLER, D.C. Análise de solos; interpretação e recomendação de calagem e adubação para o Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1978. 49p. (IAPAR. Circular, 9).
- NUTMAN, P.S. Symbiotic nitrogen fixation. *Agronomy*, 10: 360-86, 1965.
- RUSCHEL, A.P.; RUSCHEL, R.; ALMEIDA, D.L. de & SUEHT, A.R. Influência do nitrogênio mineral e orgânico na fixação simbiótica de nitrogênio em soja. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 9(10): 125-9, 1974.
- SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C. & DERPSCH, R. Comparison of three different tillage systems with respect to some physical properties, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on an Oxisol. *Z. Acker Pflanzenbau*, 151: 137-48, 1982.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, & MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo Distrófico (Oxisol). *R. bras. Ci. Solo*, 7: 103-6, 1983.
- SOUTO, S.M. & DÖBEREINER, J. Efeito do fósforo, temperatura e umidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.). *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 3: 215-21, 1968.
- SUMMERFIELD, R.J.; HUXLEY, P.A.; DART, I.J. & HUGHES, A.P. Some effects of environmental stress on seed yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cv. *Prima*. *Plant Soil*, 44: 527-46, 1976.

- VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R. & SUHET, A.R. Adubação nitrogenada, inoculação e épocas de calagem para a soja em um solo sob cerrado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 17(8):1127-32, ago. 1982.
- VARGAS, M.A.T. & SUHET, A.R. Efeito de tipos e níveis de inoculantes na soja cultivada em um solo de cerrados. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(3):343-7, jul. 1980.
- VIDOR, C. & FREIRE, J.R.J. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a fixação simbiótica pela soja. *Agron. sulriogr.*, 7:181-90, 1971.
- VIEIRA, M.J. Propriedades físicas do solo. In: PLANTIO direto no Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1981. p.19-32. (IAPAR. Circular, 23).
- WORRALL, V.S. & ROUGHLEY, R.J. The effect of moisture stress on infection of *Trifolium subterraneum* L. by *Rhizobium trifolii* Dang. *J. Exp. Bot.*, 27(101):1233-41, 1976.