

# CONTRIBUIÇÃO DE SAFRINHAS EM SUCESSÃO À CULTURA DA SOJA EM PLANTIO DIRETO SOBRE A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO<sup>1</sup>

Antônio Pasqualetto<sup>2</sup> e Liovando Marciano da Costa<sup>3</sup>

## ABSTRACT

### EFFECTS OF DOUBLE CROPPING WITH SOYBEAN ON SOIL PENETRATION RESISTANCE UNDER NO-TILLAGE

The objective of this study was objectified to evaluate the resistance to the penetration of the soil in area as seven successions of cultures, involving the double cropping cultures: corn, soybean, pearl millet, sunflower, sorghum, oat and turnip fodder, with the culture of the soybean, in no-tillage, driven for three years (1994-1996), in the Foundation experimental area of Higher education de Rio Verde, in the municipal district of Rio Verde, Goiás. In the last year, in the between cultures of double cropping it measured the resistance to the penetration in the soil in different layers between 0 and 30 depth cm, using penetrometer. Significant interaction was observed between successions of cultures and depths in the profile of the soils for the appraised characteristic. The successions that include pearl millet and sorghum reduce the penetration of the soil to 15 cm of depth bought to the sunflower. In this depth the soil offered tendency the largest resistance to the penetration in all the appraised treatments.

KEY WORDS: Physics of the soil, soil in the cerrado, penetrometry

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a resistência à penetração do solo em área com sete sucessões de culturas, envolvendo as seguintes culturas de safrinhas: milho, soja, milheto, girassol, sorgo, aveia e nabo forrageiro, com a cultura da soja, no sistema plantio direto, conduzidas durante três anos (1994-1996), na área experimental da Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, no município de Rio Verde, Goiás. No último ano, na entressafra de culturas de safrinha e cultura de verão mediu-se a resistência à penetração no solo em diferentes camadas entre 0 e 30 cm de profundidade, utilizando-se penetrógrafo. Observou-se interação significativa entre sucessões de culturas e profundidades no perfil do solos para a característica avaliada. As sucessões que incluem milheto e sorgo reduzem a resistência à penetração do solo a 15 cm de profundidade, comparadas ao girassol. Nesta profundidade o solo ofereceu tendência à maior resistência à penetração em todos os tratamentos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Física do solo, solos de cerrado, penetrometria

## INTRODUÇÃO

Costa *et al.* (1984) observaram que o surgimento de camadas compactadas à profundidade de 10-25 cm nos solos de cerrado, intensivamente cultivados, tem sido atribuído à restrição ao aprofundamento radicular.

Estudos conduzidos por Taylor *et al.* (1966), medindo a resistência à penetração de vários solos,

consideraram como valores críticos os situados entre 1960 e 3038 Kpa para o desenvolvimento das culturas. Conforme Rosa Júnior (1984), um dos contribuintes para a compactação de solos do cerrado é a calagem excessiva, que age por efeito dispersante das argilas, através da substituição no complexo de troca, do alumínio trocável pelo cálcio e magnésio trocáveis. Outros fatores, como conteúdo de umidade, matéria orgânica, textura e estrutura do solo, exercem influência na susceptibilidade à compactação (Fernandes, 1984).

1. Entregue para publicação em maio de 2001.

2. Universidade Católica de Goiás, CEP - 74665-510. Goiânia, GO

3. Universidade Federal de Viçosa. CEP - 36570-001. Viçosa, MG.

O maior ou menor grau de compactação oriundo das operações agrícolas depende da umidade do solo (Baver *et al.* 1972), do sistema de preparo do solo, da presença de resíduos culturais, da estrutura do solo, do peso da máquina e da área onde seu peso está distribuído (Sidiras & Vieira, 1984). A qualidade e quantidade de resíduos vegetais determinam a intensidade de infiltração (Alves 1992).

A avaliação da compactação de um solo não é possível de ser obtida diretamente, mas por meio da magnitude da alteração de uma propriedade ou um conjunto destas, tais como densidade do solo, porosidade, infiltração de água, estabilidade de agregados e resistência à penetração (Balastreire 1987). Esta última é freqüentemente usada para indicação comparativa da compactação do solo, dadas a facilidade e a rapidez com que são realizadas as medidas (Montovani 1987), além de relacionar-se diretamente com a densidade do solo e inversamente com umidade do solo, pois o teor de água interfere modificando a coesão entre as partículas do solo e é menor com acréscimo de umidade (Beltrame *et al.* 1981).

Neste sentido, assume importância o reconhecimento de espécies envolvidas na rotação ou sucessão de culturas que apresentam capacidade de se desenvolver em solos com propriedades físicas degradadas. Cintra & Mielniczuk (1983) encontraram, na colza e no tremoço, culturas aptas na recuperação destes solos, por possuírem raízes pivotantes que ultrapassam as camadas compactadas.

Reinert (1993) cita que um dos principais aspectos a ser estudado é a escolha correta das espécies para estabelecer a sucessão de culturas, pois cada uma apresenta comportamento distinto sobre as propriedades físicas do solo e contribuem ou não para a conservação e restauração da estrutura desejada. Pasqualetto *et al.* (1999) constataram que as culturas de safrinha de sorgo e milheto conferiram menor resistência ao solo na profundidade de 22,5 cm em relação às camadas superiores, em sucessão à cultura do milho. Entretanto, não evidenciaram diferenças entre tipos de sucessões estabelecidas para a mesma profundidade.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o impacto sobre a resistência à penetração do solo de seis sucessões de culturas, envolvendo safrinhas com soja em plantio direto, em camadas distintas do perfil do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados sobre uma área de sucessão de culturas em sistema de plantio direto, em solo latossolo vermelho-escuro distrófico, em área do *campus* da Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, no município de Rio Verde, GO.

A análise do solo indicou os resultados de parâmetros físicos mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física da amostra de latossolo vermelho-escuro distrófico, em Rio Verde, GO. 2000.

Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina				Densidade real (g.cm <sup>-3</sup> )	Densidade aparente (g.cm <sup>-3</sup> )	Equiv. Umid. (%)
	Areia grossa 2 - 0,20 mm	Areia fina 0,20-0,02 mm	Silte 0,02-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
0-20	25	17	22	36	2,82	1,45	22,5

A área experimental foi constituída de sete glebas, de tamanho variável entre 1200 a 3300 m<sup>2</sup>, localizadas contiguamente, em parcelas independentes. Cada gleba, durante três anos, recebeu uma sucessão de cultivos, em que a cultura da soja esteve presente, em diversas combinações com safrinhas antecedendo-as. As culturas de safrinha utilizadas foram as seguintes: milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), girassol (*Helianthus annuus*), milheto (*Pennisetum americanum*), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers), aveia

(*Avena strigosa* Sereb) e nabo forrageiro (*Rhapanhus sativus*).

Por ocasião do intervalo das culturas de safrinha e a cultura da soja no cultivo de verão, em 1996, com auxílio de penetrógrafo da marca Soil Control, modelo SC-60, com mecanismo registrador que grava um gráfico com os resultados, foi avaliada a dificuldade oferecida no perfil do terreno à introdução desse aparelho, sendo obtidas cinco avaliações para cada repetição, a partir das quais foram feitas as médias

das resistências à penetração da haste do instrumento no solo, a intervalos de 7,5 cm até a profundidade de 30 cm. Nesta ocasião foi determinada a umidade atual das glebas, de acordo com Embrapa (1979). A média das leituras obtidas pelo penetrógrafo, transformadas em kg/cm<sup>2</sup>, é chamada de índice de cone, que representa a relação entre a força aplicada pela área da base do cone e mede simultaneamente a coesão e o ângulo de atrito interno do solo, bem como o atrito solo-metal. O índice foi obtido seguindo-se a recomendação da ASAE (1989), denominada ASAE R313, em que a força por unidade de área foi obtida a uma velocidade uniforme de 1829 mm/minuto, utilizando um cone de 129,3 mm<sup>2</sup> de área de base (12,83 mm de diâmetro) e 30 graus de ângulo de vértice e haste de suporte de 9,53 mm de diâmetro e comprimento de 600 mm.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para aumentar a precisão da informação, registraram-se os dados de umidade do solo, obtidos pela mistura de solo coletado em pontos ao acaso nas diferentes parcelas, na camada de 0-30 cm de profundidade, constituindo-se em várias amostras, que originaram uma amostra composta em cada sucessão de culturas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento com soja como cultura principal de verão, observou-se que as culturas de safrinha exerceram papel fundamental na alteração desta característica física do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Resistência do solo (kg/cm<sup>2</sup>) à introdução da haste do penetrógrafo quando cultivado com soja em sucessão a safrinhas no sistema plantio direto. Rio Verde, GO. 2000.

Sucessão de Culturas	Profundidade (cm)				Umidade do solo (%)
	7,50	15,00	22,50	30,00	
Milho-soja	25,88 B <sup>1</sup>	29,12 ab A	25,64 a B	21,28 C	21,2
Soja-soja	24,32 A	25,76 abc A	23,10 ab A	18,80 B	23,0
Girassol-soja	25,52 B	29,56 a A	24,28 ab B	19,56 C	22,2
Milheto-soja	26,36 A	24,60 c A	21,00 b B	17,80 C	24,1
Sorgo-soja	23,08 A	23,68 c A	21,96 ab A	18,04 B	22,6
Aveia-soja	26,08 A	24,84 bc AB	22,36 ab B	18,96 C	23,2
Nabo-soja	26,44 A	27,80 abc A	22,80 ab B	19,40 C	21,5
Média	25,38	26,48	23,02	19,12	22,5
DMS Tukey 5% (entre sucessões)					4,37
DMS Tukey 5% (entre profundidades)					2,72
C. V. parcela (%)					15,09
C. V. subparcela (%)					6,98

1 - Letras minúsculas comparam as médias nas colunas e maiúsculas nas linhas.

O cultivo de sorgo e milheto reduziu significativamente a compactação do solo a 15,0 de profundidade, resultado que diferiu quando comparado com o cultivo do girassol ou milho antecedendo a cultura da soja. Estas últimas espécies não oferecem boa cobertura da superfície do terreno, expõem a freqüentes oscilações climáticas, que permitem a incidência mais direta dos raios solares e o impacto direto das gotas de chuva, proporcionam a contração e a expansão das partículas e conseqüentes fissuras no solo, com translocação de argilas dispersas para maiores profundidades. Essa percolação de partículas menores reduz a porosidade total do solo, dando origem a selamento e conseqüentemente maior escoamento

superficial de água de chuvas, além de provocar erosões. Em contrapartida, a maior presença de resíduos vegetais amortece o impacto da chuva, pois serve como obstáculo ao escoamento superficial e favorece sua infiltração (Sidiras *et al.* 1984), o que pode ser evidenciado pelo maior conteúdo de água do solo (24,1%) em relação às outras parcelas (Tabela 1). Por outro lado, foi observado baixo conteúdo de umidade (21,2 e 21,5%) nas sucessões milho-soja e nabo-soja, respectivamente, o que permitiu elevação da resistência do solo. Deste modo, a umidade do solo é um fator de influência nos dados obtidos e não deve ser dissociado da discussão, uma vez que se apresenta como um dos aspectos negativos desta técnica.

Sidiras *et al.* (1984) concluíram que a infiltração de água no solo no Sul do País segue a seguinte ordem: aveia-preta > nabo-forrageiro > centeio > tremoço > trigo > pousio, para o cerrado. O nabo não acompanha, possivelmente pela menor adaptação às condições de déficit hídrico que ocorre na região e conseqüentemente também pelo menor produção de matéria vegetal.

Na profundidade de 22,5 cm, o cultivo de milho confere menor resistência do solo, embora apenas difira estatisticamente do cultivo de milho como cultura de safrinha. Provavelmente o sistema radicular do milho, com maior número de raízes e de diâmetro reduzido, tenha maior capacidade de romper camadas adensadas do solo. Segundo Harris *et al.* (1966), a participação de uma gramínea, com sistema radicular abundante e em constante renovação, associada a uma leguminosa, é o método mais eficiente na estruturação do solo.

Ao serem comparadas as profundidades dentro de cada sucessão, observa-se que, a 30,0 cm, há brusca queda na resistência oferecida pelo solo, distinguindo-se das demais. Esses resultados não coincidem com a afirmação de Tollner e Simonton (1989), de que normalmente a resistência à penetração do solo tende a aumentar na medida em que se aprofunda no perfil. Possivelmente, dois aspectos podem estar envolvidos: primeiro, o fato de ser área de plantio direto que, pelas características do sistema, tende a aumentar a densidade do solo, concordando com trabalhos conduzidos por Vieira & Muzzilli (1984); e o segundo, por tratar-se solos de cerrado; há uma estação seca definida, o que acarreta redução da umidade nas camadas superficiais do terreno.

Por fim, é importante frisar que estudos de penetrometria são importantes, mas sempre que possível devem estar associados a estudos da magnitude de alteração de outras propriedades do solo, tais como densidade, porosidade, capacidade de infiltração de água, estabilidade de agregados e teor de umidade do solo no momento da coleta dos dados.

## CONCLUSÕES

As sucessões que incluem milho e sorgo reduzem a resistência à penetração do solo a 15 cm de profundidade, comparadas ao girassol.

## REFERÊNCIAS

- Alves, M. C. 1992. Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo; efeito nas propriedades físicas e químicas. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP. 173 p.
- ASAE. American Society of Agricultural Engineers. 1989. Standards, St. Joseph, Michigan. p. 517.
- Balastreire, I. A. 1987. Máquinas agrícolas. Manole. São Paulo, SP. 310 p.
- Barley, K. P. 1962. The effects of mechanical stress on the growth of roots. *J. Exp. Botany*, 13 (37) : 95-10.
- Baver, L. D., W. H. Gardner & W. R. Gardner. 1972. *Soil Physics*. 4 ed. Wiley. New York. 498 p.
- Beltrame, L. F. S., L. A. P. Gondim, & J. C. Taylor. 1981. Efeito da estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. ci. Solo*, 5 (3) : 145-49.
- Cintra, F. L. D. & J. Mielniczuk. 1983. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. *R. Bras. ci. Solo*, 7 (2) : 197-201.
- Costa, L. M., T. Sedyama & C. S. Sedyama. 1984. Estudos do sistema radicular de cinco variedades de soja em solos com camadas compactadas na Fazenda Itamarati. In Encontro técnico sobre a cultura da soja. Viçosa, MG. p.113-14. Anais.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1979. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro, RJ. não paginado. (Série miscelânea, 1).
- Fernandes, M. R. 1984. Alterações em propriedades de um latossolo vermelho-amarelo distrófico, fase cerrado, decorrente da modalidade de uso e manejo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG. 65 p.
- Harris, R. F., G. Chesters & O. N. Allen. 1966. Dynamic of soil aggregation. *Advances in Agronomy*, 18 : 107-69.
- Montovani, E. C. 1987. Compactação do solo. *Informe Agropecuário*, 13 (147): 52-55.
- Pasqualetto, A., L. M. Costa, A. A. Silva & C. S. Sedyama. 1999. Influência de culturas de safrinhas em sucessão à cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto sobre a resistência à penetração do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 29 (2) : 27-31.
- Reinert, D. J. 1993. Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramínea em solo Podzólico vermelho-amarelo. Tese para concurso a professor titular. Universidade Federal de Santa Maria, RS. 62 p.
- Rosa Jr., E.J. 1984. Efeito de sistemas de manejo e tempo de uso sobre as características físicas de dois solos do município de Ponta - Porã, MS.

- Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG. 89 p.
- Sidiras, N., C. H. Roth & G. S. Farias. 1984. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo do solo. R. Bras. ci. Solo, 8 (2) : 251-54.
- Sidiras, N. & M. J. Vieira. 1984. Comportamento de um latossolo roxo distrófico, compactado pelas rodas de trator na semeadura. Pesq. Agrop. Bras., 19 (10) : 1285-93.
- Taylor, H. M., G. M. Roberson & J. J. Parker. 1966. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. Soil Sci., 102 (1): 18-22.
- Tollner, E. W. & W. Simonton 1989. A cone penetrometer system for measuring cone index and stress relaxation. American Society of Agricultural Engineers, 1 (32): 58-63.
- Vieira, S. R. & O. Muzzilli. 1984. Características físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. Pesq. Agrop. Bras., 19 (7) : 873-82.