

INFLUÊNCIA DE CULTURAS DE SAFRINHAS EM SUCESSÃO À CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) NO SISTEMA PLANTIO DIRETO SOBRE A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO¹

Antônio Pasqualetto², Liovando Marciano da Costa³, Antônio Alberto da Silva³ e Carlos Sigueyuki Sediayama³

ABSTRACT

INFLUENCE OF DOUBLE CROPPING IN SUCCESSION TO THE CULTURE OF THE CORN (*Zea mays* L.) IN THE NO-TILLAGE ON THE RESISTANCE TO THE PENETRATION OF THE SOIL

The objective of this paper to evaluate the resistance to soil penetration in an area with six successions of cultures, involving the double cropping cultures and corn, in no-tillage management, carried out for three years in Rio Verde, Goiás. The experiment was conducted in 1995. The used double croppings were: corn (*Zea mays* L.), soy (*Glycine max* L.), sunflower (*Helianthus annus* L.), pearl millet (*Pennisetum typhoides*), sorghum (*Sorghum vulgare* Pers) and guandu (*Cajanus indicus* Spreng). The succession of each double cropping with the culture of corn constituted the treatments, in a total of six, which composed the portions, disposed in independent gleeful, while the depths in the soil of 7,5, 15,0, 22,5 and 30,0 cm constituted the sub-portions. A significant interaction was observed between successions of cultures and depths in the profile of the soils. Statistical differences were not observed. As far as depth to 30 cm is concerned, there was a significant reduction of the resistance to the penetration of soil, even more evident when sorghum and pearl millet were cultivated as double cropping cultures.

KEY WORDS: Physics of the soil, soils of cerrado, peng.

INTRODUÇÃO

A diminuição da vegetação do cerrado e a sua brusca substituição por outro tipo de cobertura vegetal, associadas a freqüentes calagens, adubações e

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência à penetração do solo em área com seis sucessões de culturas, envolvendo safrinhas com a cultura do milho, no sistema plantio direto, conduzidas durante três anos, em Rio Verde, Goiás. O experimento foi conduzido no ano de 1995. As culturas de safrinha utilizadas foram: milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.), girassol (*Helianthus annus* L.), milheto (*Pennisetum typhoides*), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) e guandu (*Cajanus indicus* Spreng). A sucessão de cada safrinha com a cultura do milho constituiu os tratamentos, num total de seis, que compunham as parcelas, dispostos em glebas independentes, enquanto as profundidades no solo de 7,5, 15,0, 22,5 e 30,0 cm constituíram as subparcelas. Observou-se uma interação significativa entre sucessões de culturas e profundidades no perfil do solos para a característica de resistência à penetração da haste do penetrógrafo. Não foram observadas diferenças estatísticas entre as sucessões. Quanto à profundidade aos 30,0 cm, houve uma redução significativa da resistência à penetração do solo, sendo mais evidente quando sorgo e milheto foram cultivados como culturas de safrinha.

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

manejo do solo, provocam alterações nas suas características físicas. As alterações podem ser benéficas ou maléficas, modificando a sua capacidade produtiva.

Reinert (1993) cita que um dos principais aspectos a ser estudado é a escolha correta das espécies

1. Entregue para publicação em setembro de 1999.

2. Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, C. Postal 131. CEP. 74001-970, Goiânia, GO.

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

3. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-001, Viçosa, MG

para estabelecer a sucessão de culturas, pois cada uma apresenta comportamento distinto sobre as propriedades físicas do solo, contribuindo ou não para a conservação e restauração da estrutura desejada.

Com o aumento da compactação ou da densidade do solo, ocorre uma redução dos poros entre as partículas, influenciando a atividade biológica, pois há limitação dos espaços porosos, reduzindo a aeração, a atividade microbiana e a disponibilidade de água para as plantas (Souza 1988). O maior ou menor grau de compactação, oriundo das operações agrícolas, depende da umidade do solo (Baver *et al.* 1972), do sistema de preparo deste, 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 resistência à penetração é freqüentemente usada para indicação comparativa da compactação do solo, pela facilidade e rapidez com que são realizadas as medidas (Montovani 1987), além de relacionar-se diretamente com a densidade do solo e inversamente com a umidade do solo, já que o teor de água interfere modificando a coesão entre as partículas do solo, sendo menor com o acréscimo de umidade (Embrapa 1979).

Estudos conduzidos por Taylor *et al.* (1966), medindo a resistência à penetração de vários solos, consideraram como valores críticos os situados entre 1.960 e 3.038 Kpa para o desenvolvimento das culturas. Ou seja, conforme o tipo de solo e as culturas a ele destinadas, pode haver amplitude de valores, porém situados abaixo destes limites críticos para o bom desenvolvimento do sistema radicular. Isto concorda com Barley (1962) ao relatar que o alongamento das raízes de milho cessa quando a resistência à penetração do solo supera 1.900 Kpa. Neste sentido, objetivou-se avaliar os impactos das culturas de safrinhas, cultivadas após a cultura do milho, sobre a resistência à penetração do solo

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados sobre uma área de sucessão de culturas, em sistema de plantio direto, em latossolo vermelho-escuro distrófico, no ano de 1995, no município de Rio Verde (GO).

A área experimental foi constituída de seis glebas de tamanho variável, entre 1.200 a 3.300 m², localizadas contiguamente. Cada gleba, durante três

anos, recebeu a mesma sucessão de cultivos, em que a cultura de milho esteve presente, em diversas combinações com safrinhas. As culturas de safrinha utilizadas foram milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), milheto (*Pennisetum typhoides*), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) e guandu (*Cajanus indicus* Spreng).

A sucessão de cada safrinha com a cultura do milho constituiu os tratamentos, num total de seis. Estes compunham as parcelas, dispostos em glebas independentes, enquanto as profundidades no solo de 7,5, 15,0, 22,5 e 30,0 cm constituíram as subparcelas. Devido à disposição dos tratamentos em grandes glebas, adotou-se a comparação como amostras independentes, no delineamento inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas.

Com um pentôgrafo Soil Control SC-60, que registra um gráfico com os resultados, foi avaliada a dificuldade apresentada pela perfil do terreno à introdução da haste do penetrômetro, por ocasião do intervalo entre as sucessões de culturas, quando o solo encontrava-se sem cultivo. Foram realizadas cinco avaliações para cada repetição, de um total de cinco repetições por tratamento, a partir das quais foram feitas as médias das resistências à penetração da haste do instrumento no solo, com 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 penetrômetro, transformadas em kg/cm², 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 1.829 mm/minuto, utilizando um cone de 129,3 mm² 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 dados de umidade do solo foram obtidos pela mistura do solo coletado dos diferentes pontos amostrados em cada parcela, na camada de solo de 0-30 cm de profundidade, constituindo-se, portanto, na média das amostragens em cada sucessão de culturas. As características físicas do solo estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização física da amostra de solo do local do experimento em Rio Verde, GO.

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento foi observada uma interação significativa entre sucessões de culturas e profundidades no perfil do solo quanto à resistência oferecida pelo mesmo à introdução de haste rígida do penetrógrafo (Tabelas 2 e 3).

Quando comparadas as médias, conforme pode ser visto na Tabela 4, observou-se que, aos 30,0 cm de profundidade, reduz-se significativamente a resistência do solo, sendo mais evidente quando sorgo e milheto são cultivados como culturas de safrinha, tendo em vista que a 22,5 cm ocorrem diferenças estatísticas em relação às profundidades iniciais de 7,5 e 15,0 cm.

O milheto e o sorgo, culturas com elevada produção de palha e com caules finos, dão origem a coberturas mortas densas e espessas, exercendo efetiva proteção do solo. Conforme Alves (1992), há influência da cobertura morta na intensidade de infiltração de água, estando relacionada com a qualidade e a quantidade dos resíduos vegetais que a constituem. Assim sendo, nota-se que a sucessão com milheto tende a favorecer a manutenção da umidade do solo com benefícios na agregação das partículas e na diminuição do adensamento.

Além disto, os restos culturais exercem efetiva atuação na formação de agregados e na estruturação do solo, devido à decomposição do material orgânico e à formação de húmus, que age como agente cimentante na agregação das partículas do solo. A matéria orgânica, os silicatos, os óxidos de ferro e de alumínio, quando combinados com determinados cátions do complexo de troca do solo, formam os componentes básicos dos agentes cimentantes. Também os carbonatos podem estar presentes em alguns solos calcários.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para resistência do solo à haste de penetrógrafo (kg/cm²) no experimento com milho em sucessão a safrinhas no sistema plantio direto

Fontes de variação	Área de Milho	
	gl	QM
Sucessões (S)	5	9,5368ns
Resíduo A	24	13,3218
Profundidades (P)	3	345,8409**
P X S	15	10,4828*
Resíduo B	72	5,6549
Resíduo B'	80	7,5416
C. V. parcela (%)		16,10
C. V. subparcela (%)		10,49

ns, *, **, não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3. Desdobramento da interação sucessões de culturas x profundidades para resistência do solo (kg/cm²) à haste de penetrógrafo em área cultivada com milho após safrinhas, no sistema plantio direto

Fontes de variação	Área de Milho	
	gl	QM
Suc./Prof. 7,50	5	9,2781ns
Suc./Prof. 15,00	5	1,5608ns
Suc./Prof. 22,50	5	14,6944ns
Suc./Prof. 30,00	5	15,4517ns
Resíduo B'	80	7,5716
Prof/Suc. Milho-Milho	3	31,3040**
Prof/Suc. Soja-Milho	3	82,6153**
Prof/Suc. Girassol-Milho	3	31,9173**
Prof/Suc. Milheto-Milho	3	103,7573**
Prof/Suc. Sorgo-Milho	3	93,0373**
Prof/Suc. Guandu-Milho	3	55,6233**
Resíduo B	72	5,6549

ns, *, **, não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4. Resistência do solo (kg/cm²) à introdução de haste do penetrógrafo em cultivo de milho em sucessão a safrinhas no sistema plantio direto. Rio Verde, GO.

Sucessão de culturas	Profundidades (cm)				Umidade do solo (%)
	7,50	15,00	22,50	30,00	
	(kg/cm ²)				
Milho-Milho	23,40 A ¹	25,72 A	24,12 A	19,80 B	21,4
Soja-Milho	25,20 AB	25,60 A	22,04 A	16,80 B	24,0
Girassol-Milho	22,92 AB	26,32 A	24,04 AB	20,24 B	22,3
Milheto-Milho	26,60 A	25,12 A	20,60 B	16,56 C	23,8
Sorgo-Milho	25,28 A	24,96 A	19,96 B	16,28 B	22,3
Guandu-Milho	25,20 AB	26,24 A	21,96 BC	18,88 C	23,1
C. V. parcela (%)	-	-	-	-	16,1
C. V. subparcela (%)	-	-	-	10,5	-

1. Letras comparam as médias nas linhas para cada sistema de sucessão de culturas (DMS Tukey 5%=3,96).

Ausência de significância entre sucessões em cada profundidade na coluna (DMS Tukey 5%= 7,13).

Na profundidade de 22,5 cm, o cultivo de sorgo e milheto conferem menor resistência ao solo, em relação às camadas superiores. Provavelmente o sistema radicular do milheto e sorgo, por ser fasciculado, apresenta maior número de raízes e de diâmetro mais reduzido e, conseqüentemente, com maior capacidade de romper as 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.

De modo geral, as sucessões de culturas, sem diferenças estatísticas entre si, demonstram a tendência de comportamento distinto quando a sucessão é feita apenas com gramíneas, que apresentam sistema radicular fasciculado, ou, de outro modo, quando participam plantas com sistema radicular pivotante antes da cultura do milho. Isto é, as dicotiledôneas evidenciam mais nitidamente uma maior resistência do solo na profundidade de 15,0 cm, enquanto as gramíneas acentuam a redução da resistência do solo a 22,5 cm.

Muito embora críticas a este método sejam justificáveis, a medida da resistência à penetração foi utilizada e nos forneceu bons indicadores quanto ao aspecto físico do solo, quando submetido a diferentes sistemas culturais. Seu uso é justificado na indicação comparativa da compactação do solo, devido à facilidade e à 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 modifi-

cando a coesão entre as partículas do solo, a qual é menor com acréscimo de umidade (Beltrame 1981). Além disto, há dificuldade em exercer pressão constante nas diferentes profundidades, dada a alteração de resistência oferecida pelo solo.

Entretanto, cabe ressaltar que a avaliação das características físicas do solo pode ser feita por este método, associada a estudos de magnitude da alteração de uma propriedade ou de um conjunto destas, como densidade do solo, porosidade, infiltração de água, estabilidade dos agregados e resistência à penetração.

CONCLUSÕES

O experimento permitiu-nos constatar que a utilização do penetrógrafo não detectou diferenças quanto à resistência oferecida pelo solo entre os sistemas de sucessão utilizados, mas, sim, entre profundidades. As culturas de safrinha de sorgo e milheto conferiram menor resistência ao solo na profundidade de 22,5 cm em relação às camadas superiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, M. C. 1992. Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo: efeito nas propriedades físicas e químicas. Tese de doutorado. ESALQ-USP, Piracicaba, SP. 137 p.
- American Society of Agricultural Engineers. 1989. *Asae Standards*, St. Joseph, Michigan. p. 517.

- Barley, K. P. 1962. The effects of mechanical stress on the growth of roots. *J. Exp. Botany*, 13(37): 95-110.
- Baver, L. D., W. H. Gardner & W. R. Gardner. 1972. *Soil Physics*. 4 ed. New York: Wiley. 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. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 5(3): 145-49.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa. 1979. Manual de métodos de análises de solo. (Série miscelânea, 1).
- Harris, R. F., G. Chesters & O. N. Allen. 1966. Dynamic of soil aggregation. *Advances in Agronomy*, 18: 107-169.
- Montovani, E.C. 1987. Compactação do solo. *Inf. Agropecuário*, 13(147): 52-55.
- Reinert, D. J. 1993. Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramínea em solo podzólico vermelho-amarelo. Tese de concurso - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 62p.
- Sidiras, N., M. J. Vicira. 1984. Comportamento de um latossolo roxo distrófico, compactado pelas rodas de trator na semeadura. *Pesq. Agrop. Bras.*, 19(10):1285-93.
- Souza, C. M. 1988. Efeito do uso contínuo de grade pesada sobre algumas características físicas e químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico, fase cerrado, e sobre o desenvolvimento das plantas e absorção de nutrientes pela cultura da soja. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 105p.
- 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.