

## ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DO PREPARO E CARGAS VERTICAIS NO DEPÓSITO DE FERTILIZANTES

MARIA ALBERTINA MONTEIRO DOS REIS<sup>1</sup>, JÔNATHAS DA SILVA MELO<sup>1</sup>, CARLOS ALESSANDRO CHIORDEROLI<sup>2</sup>, DANILO ROBERTO LOUREIRO<sup>3</sup>, DANIEL ALBIERO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, [mraltbertinars@gmail.com](mailto:mraltbertinars@gmail.com), [msjonathas@gmail.com](mailto:msjonathas@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE. E-mail: [ca.chiorderoli@ufc.br](mailto:ca.chiorderoli@ufc.br).

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** O cultivo intensivo com máquinas agrícolas tem alterado as propriedades físicas do solo, reduzindo a produtividade das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração dos atributos físicos do solo sob diferentes preparos e cargas verticais no depósito de fertilizantes no processo de semeadura do milho. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x3, com quatro repetições, sendo utilizados dois preparos do solo e três cargas verticais no depósito de fertilizantes da semeadora-adubadora. Os preparos de solo utilizados foram o convencional (arado de disco e grade), e o escarificador, associadas a diferentes cargas verticais (50, 80 e 100 % da capacidade do depósito de fertilizantes da semeadora). A análise dos atributos físicos de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo foram avaliadas nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 antes e após o processo de semeadura do milho. Os resultados demonstraram que o uso do sistema convencional proporcionou aumento da porosidade total e manteve os valores da densidade do solo em todas as camadas avaliadas. As diferentes cargas verticais não proporcionaram diferenças significativas. A alteração das propriedades físicas poderá facilitar os processos de transporte de água, nutrientes e crescimento de raízes no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Física do solo, Sistema convencional, Escarificador.

## PHYSICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN FUNCTION OF TILLAGE AND VERTICAL LOADS IN THE FERTILIZER DEPOSIT

**ABSTRACT:** The intensive tillage with agricultural machines has changed the physical properties of the soil, reducing crop yields. The aim of this study was to evaluate the variation of soil physical properties under different tillage and vertical loads of fertilizer deposit in the planting of corn. The experimental design was in complete randomized blocks, in factorial design 2x3, with four replications, being used two tillage systems and three vertical loads in the fertilizer deposit of seeder-fertilizer. The tillage systems were conventional (disk plow and harrow), and chisel plow, associated with different vertical loads (50, 80 and 100 % of fertilizer deposit capacity of seeder-fertilizer). Analysis of the physical attributes of macroporosity, microporosity, total porosity and density of the soil were evaluated in layers of 0.0-0.10, 0.10-0.20 and 0.20-0.30 before and after the process of maize sowing. The results showed that the use of the conventional system increased total porosity and maintained the values of density of the soil in all layers evaluated. The different vertical loads no showed significant differences. The variation of the physical properties will be able to facilitate processes of transport of water, nutrients and root growth in the soil.

**KEYWORDS:** Soil physical, Conventional tillage, Chisel plow.

**INTRODUÇÃO:** A utilização crescente de máquinas agrícolas no campo tem proporcionado enormes avanços para a agricultura moderna. Entretanto, o uso indiscriminado do preparo convencional do solo tem contribuído para um aumento da erosão e da degradação do solo (CASTALDO *et al*, 1998). Durante muito tempo, acreditou-se que a melhor forma de se preparar o solo para a semeadura seria a utilização de uma aração profunda, seguida de duas ou mais gradagens conforme o tipo de solo (INOUE, 2003). O peso dos veículos, agindo sobre o solo, dá origem a uma reorganização das partículas do solo, passando a ocupar um menor volume, característica do fenômeno da compactação (JORGE, 1986). Para Coan (1994), em muitas regiões, é necessário substituir os sistemas convencionais de preparo do solo, que utilizam excessiva manipulação mecânica, por outros sistemas que promovam um mínimo de mobilização. Visando evitar os danos causados por este sistema, um dos métodos adotados é o preparo do solo com o uso exclusivo do implemento escarificador. A análise dos atributos físicos de densidade e da porosidade do solo pode ser realizada para o estudo de valores de umidade do solo, desenvolvimento de raízes, além de outros fatores que interferem sobre a produtividade das culturas (BRITO, 2010). O presente estudo tornar-se-á de valioso auxílio na tomada de decisão relativa à escolha dos implementos e cargas verticais no depósito de fertilizantes da semeadora-adubadora, em solo de textura franco-arenosa no Estado do Ceará. Portanto, o trabalho teve o objetivo de avaliar as alterações dos atributos físicos do solo (densidade e porosidade) em três profundidades do perfil, em função do preparo do solo associado a diferentes cargas verticais no depósito de fertilizantes de uma semeadora-adubadora.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido na área de operações com máquinas agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, junto ao Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas – LIMA, localizado nas coordenadas geográficas 03°44' de latitude S e 38°34' de longitude W, com altitude média de 26 m, no período compreendido pelo mês de Abril de 2014. A precipitação pluvial anual média é de 1500 mm, temperatura de 26,5 °C, sendo o clima tropical, quente. De modo sazonal, a precipitação média concentra-se no período de março a maio, quando ocorre mais de 50% do total anual, e a estação seca compreende os meses de agosto a novembro. O solo em estudo foi classificado conforme metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999), como Argissolo Vermelho Amarelo, textura franco arenoso, com aproximadamente 11,8% de argila, 80,6% de areia, 7,6% de silte, 13,1% de argila, 79,7% de areia, 7,2% de silte, 14,6% de argila, 78,1% de areia, 7,3% de silte, respectivamente, nas camadas de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m, sendo utilizado em aulas com operações mecanizadas nos últimos 3 anos. A parcela experimental foi de 100 m<sup>2</sup>, constituídas de 3 linhas de milho, espaçadas de 0,80 m e com 20 m de comprimento, com carregadores de 10 m para manobras das máquinas e implementos. A área útil avaliada para determinação dos atributos físicos do solo foi no centro de cada parcela. O trator 4x2 TDA, com potência máxima de 88,32 kW (120 cv) no motor, na rotação de 1.900 rpm foi utilizado para o preparo do solo e o processo de semeadura. Apresentava massa de 6.600 kg (40% dianteira e 60% traseira), pneus dianteiros de 14.9 - 24 R1, com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa), e pneus traseiros de 18.4 - 34 R1, com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa). A semeadora-adubadora de precisão utilizada foi da marca Jumil, modelo JM2090 PD, com três linhas espaçadas de 0,80 m. Os equipamentos para preparo do solo foram o escarificador, modelo Jumbo Mati JMHD-7, configurado com sete hastes e ponteira estreita com rolo destorroador, arado de disco tricorpo, montado, fixo, com discos lisos de 24" e grade leve de arrasto, off-set, de 28 discos de 20" utilizada após o processo de aração para destorroamento e nivelamento do solo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x3, com quatro repetições, sendo utilizados dois preparos do solo e três cargas verticais no depósito de fertilizantes de uma semeadora-adubadora. Os preparos de solo utilizados foram o convencional (aração + gradagem), e o escarificador, associadas a diferentes cargas verticais (50 % - 75 kg, 80 % - 120 kg e 100 % - 150 kg) sobre o depósito de fertilizantes da semeadora-adubadora, com o uso de fertilizante de formulação 06-24-12 (NPK) com 7,2 % Ca e 3,0 % S, em mistura de grânulos. Os atributos físicos do solo foram determinados por meio de monólitos indeformados, coletados em anéis, de dimensões 5,0 x 4,3 cm, retirados com amostradores de Uhland adaptados, nas camadas de 0,0 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30

m, segundo metodologia da Embrapa (1997). Para as determinações da densidade, macroporosidade, microporosidade utilizou-se o método da mesa de tensão, segundo Embrapa (1997). A porosidade total foi calculada pela soma dos valores de macroporosidade e microporosidade do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, utilizando-se o *software* SISVAR, versão 5.3.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A tabela 1 demonstra os resultados médios obtidos de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo nas variáveis estudadas.

TABELA 1. Valores médios de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, avaliados nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, em função do preparo do solo, cargas verticais no depósito de fertilizantes da semeadora-adubadora e época de avaliação. Fortaleza, 2014.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30
		Macroporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		
Preparo (P)	Arado + Grade	0,103 a	0,086	0,075
	Escarificador	0,081 b	0,074	0,068
Carga Semeadora (C)	C1	0,091	0,083	0,080
	C2	0,090	0,075	0,066
	C3	0,096	0,083	0,069
Época (E)	Antes Preparo	0,131 a	0,113 a	0,096 a
	Após Preparo	0,053 b	0,047 b	0,047 b
CV (%)		34,51	37,19	44,60
		Microporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		
Preparo (P)	Arado + Grade	0,214	0,227 a	0,224
	Escarificador	0,206	0,204 b	0,219
Carga Semeadora (C)	C1	0,211	0,218	0,222
	C2	0,217	0,215	0,224
	C3	0,202	0,214	0,219
Época (E)	Antes Preparo	0,170 b	0,183 b	0,194 b
	Após Preparo	0,251 a	0,248 a	0,250 a
CV (%)		9,24	16,74	12,66
		Porosidade Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		
Preparo (P)	Arado + Grade	0,317 a	0,313 a	0,299
	Escarificador	0,288 b	0,278 b	0,288
Carga Semeadora (C)	C1	0,302	0,300	0,302
	C2	0,307	0,290	0,290
	C3	0,298	0,297	0,288
Época (E)	Antes Preparo	0,301	0,296	0,290
	Após Preparo	0,303	0,295	0,297
CV (%)		11,88	9,65	9,53
		Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> )		
Preparo (P)	Arado + Grade	1,686	1,704	1,711
	Escarificador	1,718	1,737	1,738
Carga Semeadora (C)	C1	1,703	1,706	1,694 b
	C2	1,683	1,712	1,727 ab
	C3	1,721	1,744	1,752 a
Época (E)	Antes Preparo	1,699	1,723	1,727
	Após Preparo	1,706	1,718	1,722
CV (%)		5,21	3,51	3,40

C1: carga de 100 %; C2: carga de 80 %; C3: carga de 50 %; C.V.: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5 % de probabilidade.

De acordo com Hakansson & Lipiec (2000), diversos estudos indicam o valor de 10 % ( $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) da macroporosidade como um limite crítico de aeração do solo. Segundo Lima e Lima (1996), os macroporos são responsáveis pela aeração, movimentação de água e penetração de raízes, e os microporos pela retenção de água no solo. No perfil de 0,0 a 0,30 m, após os preparos, houve redução dos valores médios de macroporosidade. Foi observado, no perfil de 0,0 a 0,10 m, que uso do sistema convencional apresentou menor redução média da macroporosidade do solo, porém ainda mantendo-o em um valor aceitável para o cultivo. Deste modo, considera-se que, após os preparos, este solo pode apresentar restrição física ao desenvolvimento radicular das culturas agrícolas quanto à macroporosidade, com exceção do perfil de 0,0 a 0,10 m quando usado o sistema convencional de cultivo. No perfil de 0,0 a 0,30 m, após os preparos, observou-se que os valores médios de microporosidade indicam uma alteração positiva. Deste modo, o uso dos preparos favoreceu um aumento dos valores médios de microporosidade no perfil avaliado, porém reduziu os valores médios de macroporosidade. No perfil de 0,0 a 0,20 m, os valores médios de porosidade total apresentaram alteração positiva com o uso do sistema convencional, enquanto que o preparo com o escarificador reduziu os valores médios de porosidade total na mesma profundidade avaliada. Com relação à densidade do solo, a única variação observada foi sobre a carga da semeadora, onde a carga C1 apresentou menor valor médio de densidade do que a carga C3, no perfil de 0,20 a 0,30 m. A avaliação da densidade do solo e percentagem de macroporos são considerados métodos precisos de avaliação da compactação do solo (LANÇAS, 2002). Conforme Stolf (1987), a macroporosidade pode ser considerada um melhor indicador do grau de compactação do solo do que a densidade.

**CONCLUSÕES:** Os sistemas de preparo do solo proporciona redução dos valores médios de macroporos aumento significativo da microporosidade no perfil de 0,0 a 0,30 m. O sistema convencional aumenta os valores médios de porosidade total no perfil 0,0 a 0,20 m, enquanto que o escarificador promove os valores médios de porosidade total na mesma faixa.

## REFERÊNCIAS

- BRITO, A.S. **Variabilidade espacial da condutividade hidráulica e da permeabilidade ao ar em função dos conteúdos de água e ar no solo.** 2010. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- CASTALDO, E.D.; FOCELIINI, F.A.; WEISS, A.; BACK, N. **Picador de cobertura vegetais, uma alternativa viável para o manejo mecânico em pequenas propriedades rurais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, MG. Anais... Poços de Caldas, MG: SBEA, 1998. v.3, p.127-129.
- COAN, O. **Preparo vertical do solo.** In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24, 1994, Viçosa. Palestras... Viçosa: SBEA, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Brasília, 1997. 212p. (EMBRAPA CNPS. Documentos, 1).
- HAKANSSON, I. & LIPIEC, J. **A review of the usefulness of relative bulk density values in studies of soil structure and compaction.** Soil Tillage Res., 53:71-85, 2000.
- INOUE, G.H. **Sistemas de preparo do solo e o plantio direto no Brasil.** Agropecuária Técnica, Areia, PB, v. 24, n. 1, p. 11, 2003.
- JORGE, J.A. **Compactação do solo: causas, consequências e maneiras de evitar sua ocorrência.** Campinas. Instituto Agrônomo, 1986, 22p. (Circular, 117).
- LANÇAS, K.P. **Subsolagem ou escarificação.** Cultivar Maquinas, set/out., p.34-37. 2002.
- LIMA, V.C.; LIMA, J.M.J.C. **Introdução à pedologia.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 1996.
- STOLF, R. **A compactação do solo e perspectivas da subsolagem em citrus.** Laranja, Cordeirópolis, v. 2, n. 8, p. 283-308, 1987.