

Efeito da compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água

Amauri Nelson Beutler*, José Frederico Centurion, Onã da Silva Freddi e Itamar Andrioli

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (Fcv), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n^o, 14884-900 Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: amaurib@yahoo.com.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas (seis níveis de compactação x profundidades), com duas repetições. Os tratamentos de compactação foram: $T_0 = 0$; $T_{1^*} = 1$; $T_1 = 1$; $T_2 = 2$; $T_4 = 4$ e $T_6 = 6$ passadas de um trator de 11.000 kg. No T_{1^*} , realizou-se a compactação quando o solo estava mais seco. Foram coletadas amostras para determinação da retenção de água, da densidade do solo, do conteúdo de água no campo e da estabilidade de agregados. O solo compactado apresentou menor estabilidade dos agregados e menor conteúdo de água retida em tensões menores do que 0,01 MPa. O conteúdo gravimétrico de água do solo, no campo, não diferiu entre os níveis de compactação.

Palavras-chave: tráfego de máquina, estrutura do solo, umidade.

ABSTRACT. Effect of soil compaction in aggregate stability and gravimetric water content. The objective was to evaluate the effect of soil compaction in aggregate stability and in gravimetric water content. The experimental delineation was entirely randomized with subdivided plots (six levels of compaction x depths) with two replications. The compaction treatments were: $T_0 = 0$, $T_{1^*} = 1$, $T_1 = 1$, $T_2 = 2$, $T_4 = 4$ and $T_6 = 6$ passed of an 11000 kg tractor. In T_{1^*} compaction was carry out when the soil was dry. Samples were collected for determination of water retention, bulk density, gravimetric water content and for aggregate stability. The compacted soil presented smaller aggregate stability and smaller water content retained in tension < 0.01 MPa. Gravimetric soil water content in the field did not differ between compaction levels.

Key words: machine traffic, soil structure, moisture.

Introdução

A compactação do solo pelo tráfego de máquinas, originada da compressão do solo insaturado, é a principal causa da degradação física dos solos agrícolas, que aumenta com a intensidade de tráfego em condições inadequadas de umidade do solo (Fflowers e Lal, 1998). Essa altera a estrutura que é o atributo físico do solo mais importante (Corrêa, 2002), e conseqüentemente a geometria e distribuição de poros por tamanho (Richard *et al.*, 1999; Bouwman e Arts, 2000), modificando o comportamento físico-hídrico e a condutividade de água no solo, em maior ou menor grau conforme o nível de compactação (Richard *et al.*, 2001).

A estrutura de solos agrícolas não compactados é caracterizada por um diâmetro médio de agregados que varia de 1 a 20-30 mm (Horn *et al.*, 1995), sendo geralmente encontrados valores de diâmetro médio geométrico inferiores a 4,0 mm em solos tropicais (da Ros *et al.*, 1997; Beutler *et al.*, 2001; Corrêa, 2002). Porém, o grau de estabilidade depende principalmente de fatores

como o teor de matéria orgânica, óxidos de ferro e alumínio, (Goldberg *et al.*, 1988; Haynes e Beare, 1997) e das raízes das plantas (Oades, 1978; Brady e Weil, 1999). Em solos cultivados com leguminosas, como a soja, o maior grau de estabilidade de agregados é semelhante a gramíneas, que possuem maior quantidade de raízes finas, ocorre principalmente devido à maior biomassa e ao comprimento das hifas de fungos que atuam como uma rede envolvendo os agregados menores em macroagregados (Haynes e Beare, 1997). Esse conjunto dos agregados de diversos diâmetros define a estrutura do solo e a sua porosidade.

A porosidade do solo pode ser de origem estrutural ou textural, e os poros resultam do arranjo das partículas elementares do solo. A porosidade estrutural é mais alterada pelo manejo e pela compactação (Tamari, 1994; Richard *et al.*, 2001), caracterizados principalmente pelo decréscimo da porosidade total e da macroporosidade e do aumento da microporosidade (Richard *et al.*, 2001; Tarawally *et al.*, 2004). O decréscimo dos poros de

maior diâmetro pela compactação, ocorre às expensas da fragmentação dos agregados, por causa da ação dos equipamentos de preparo do solo ou pelo peso das máquinas que trafegam o solo ser superior à máxima resistência interna dos agregados, destruindo os espaços interagregados que são de maior diâmetro (Horn *et al.*, 1995). Em consequência disso, forma-se um denso rearranjo dos agregados menores do solo e a formação de poros de menor diâmetro (Horn *et al.*, 1995), que alteram a retenção e a redistribuição de água no perfil do solo (Sharma e Uehara, 1968; Tarawally *et al.*, 2004).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água de um Latossolo Vermelho.

Material e métodos

O experimento foi realizado em Jaboticabal, Estado de São Paulo (21° 15' 29" S e 48° 16' 53" W; 600 m de altitude). O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo utilizado foi o Latossolo Vermelho distrófico, típico, textura média, A moderado, caulinitico hipoférrico (LVd), cuja composição granulométrica foi determinada em amostras deformadas, por meio da dispersão com NaOH (0,1 mol L⁻¹), agitação lenta durante 16 horas e determinação da argila pelo método da pipeta (Gee e Bauder, 1986). Na camada de 0,0 - 0,20 m, o LVd apresentou valores médios de 330 g kg⁻¹ de argila, 35 g kg⁻¹ de silte; 635 g kg⁻¹ de areia; e densidade de partículas de 2,82 Mg m³, segundo Blake e Hartge (1986a).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com parcelas subdivididas (compactação x profundidade), com duas repetições.

Antes da instalação do experimento, o solo era cultivado no sistema convencional de preparo por vários anos, sendo no ano anterior cultivado com milho. Realizou-se uma escarificação do solo até 0,30 m de profundidade, uma gradagem niveladora e uma gradagem aradora (0,12 m de profundidade). Em novembro de 2003, quando o conteúdo de água estava próximo à capacidade de campo (0,01 MPa - 2 dias após a chuva), foram realizados os tratamentos de compactação em parcelas de 6,75 m²: T₀ = 0; T_{1*} = 1; T₁ = 1; T₂ = 2; T₄ = 4 e T₆ = 6 passadas, no mesmo local, de um trator de 11.000 kg, com dois eixos e quatro pneus de mesma largura (0,40 m) e pressão interna, uma ao lado da outra, perfazendo toda a superfície do solo. No tratamento T_{1*}, a compactação ocorreu quando o solo estava mais seco (5 dias após a chuva), para obter um menor nível de compactação.

Foram coletadas amostras com cilindros de 0,03 m de altura e 0,048 m de diâmetro (53,16 cm³), nas camadas de 0,03 - 0,06, 0,08 - 0,11, 0,15 - 0,18 m

para determinação da retenção de água no solo saturado e nas tensões de 0,006; 0,01; 0,033; 0,06 e 0,3 MPa em câmaras de pressão de Richards, com placas porosas (Klute, 1986). Ao atingir o equilíbrio, as amostras foram secas em estufa a ± 105°C, durante 24 horas, para determinação do conteúdo de água em cada tensão (Gardner, 1986) e da densidade do solo (Blake e Hartge, 1986b).

Para determinação do conteúdo de água atual no campo e da estabilidade de agregados, foram abertas trincheiras em abril de 2004, na entre linha, após a colheita da soja, e coletadas amostras nas camadas de 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20 e 0,20-0,25 m, que foram secas em estufa a ± 105°C, para determinação do conteúdo de água (Gardner, 1986). Para determinação da estabilidade de agregados, as amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de 7,93 mm, colocadas sobre a peneira de abertura de malha de 4,76 mm, que é a peneira superior a 2,00; 1,00; 0,50; 0,25; 0,125 mm. Em seguida, as amostras foram umedecidas com álcool e submetidas à agitação lenta em água por 15 minutos para determinação das frações retidas nas peneiras, segundo a metodologia de Kemper e Rosenau (1986).

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

Resultados e discussão

A estabilidade dos agregados do solo, avaliada pelo diâmetro médio geométrico (DMG) e pela quantidade de agregados > 2,0 mm, foi maior no solo solto (T₀), comparado ao solo trafegado pelo trator, e foi semelhante entre profundidades (Tabela 1). Isso, possivelmente, está relacionado à maior porosidade e aeração do solo (Tabela 2) e melhor crescimento e distribuição das raízes finas de soja no solo solto (T₀) (Beutler e Centurion, 2004). Segundo Oades (1978), Haynes e Beare (1997) e Brady e Weil (1999), esses fatores favorecem maior atividade de microorganismos e de hifas de fungos, que são os principais responsáveis pela formação e estabilidade de macroagregados (agregados > 0,3 mm). Isso, a partir da própria ação física, envolvendo e amarrando os microagregados e as partículas de solo, e da exsudação de polissacarídeos e de outros compostos orgânicos que formam uma rede pegajosa que se liga e agrupa partículas individuais de solo com pequenos microagregados e vai compondo macroagregados. Por sua vez, Brady e Weil (1999) mencionam que esses exsudados das raízes e de microorganismos são resistentes à dissolução em água, o que favorece a manutenção da estabilidade dos agregados por períodos superiores a um ano, sendo mais

evidentes na camada superficial do solo. Essa justificativa é aceitável, uma vez que Lehrsch e Jolley (1992) constataram que maior atividade de microorganismos no solo resultou em aumento da estabilidade de agregados, em temperaturas mais elevadas em relação ao inverno frio.

Assim, no período de cinco meses de cultivo da soja, os fatores de formação e estabilização dos agregados atuaram com maior intensidade no solo solto (T_0), expressado pelo maior diâmetro dos agregados, comparado ao solo trafegado com o trator. Resultados semelhantes também foram verificados por Guber *et al.* (2004), que obtiveram menor quantidade de agregados < 4,76 mm em solo trafegado com trator de 8.000 kg, no entanto, esses efeitos foram verificados apenas até 0,15 m de profundidade. No solo solto (T_0), constatou-se maior estabilidade de agregados até 0,25 m, possivelmente devido à escarificação ter sido realizada até 0,30 m de profundidade, favorecendo o desenvolvimento radicular da soja e a atividade biológica no solo em profundidade e, conseqüentemente, a formação e a estabilidade dos agregados.

Por sua vez, no solo compactado, também foi verificada “*in situ*” a formação de macroagregados, porém, o menor desenvolvimento de raízes finas e a distribuição do sistema radicular da soja, constatados por Beutler e Centurion (2004), associados à menor aeração do solo, que implica menor atividade de microorganismos do solo e oxidação da matéria orgânica (Brady e Weil, 1999), possivelmente levaram ao menor grau de resistência da estrutura desses agregados. Isso, segundo Horn *et al.* (1995), causa a deterioração

da estrutura do solo, formando agregados grandes, mais densos e fracos, com poucos poros interagregados e de menor diâmetro.

A magnitude do diâmetro médio geométrico dos agregados (< 1,05 mm) foi inferior à constatada em outros estudos em solos tropicais similares (Campos *et al.*, 1995; da Ros *et al.*, 1997; Beutler *et al.*, 2001; Corrêa, 2002). Isso possivelmente deve-se ao fato de o solo apresentar baixo conteúdo de matéria orgânica (14 g dm⁻³) e ao revolvimento anual do solo, que antecede à semeadura da soja. Esse menor teor de matéria orgânica do solo, que juntamente com os óxidos de ferro e de alumínio (pouco evidentes nesse solo) são os três fatores que mais atuam na formação e na cimentação dos agregados (Goldberg *et al.*, 1988), reflete em menor atividade biológica (Haynes e Beare, 1997) e, conseqüentemente, menor resistência interna, estabilidade e diâmetro dos agregados.

Os agregados do solo formam, em conjunto, a estrutura do solo, que define a porosidade e a retenção de água. Assim, determinou-se a retenção de água no solo e constatou-se que o conteúdo gravimétrico de água retida no solo saturado foi maior no solo solto (T_0), comparado ao solo trafegado pelo trator de 11.000 kg (Tabela 2). Já na tensão de 0,006 MPa, o T_0 não diferiu do T_{1*} e, a partir de 0,033 até 0,30 MPa, a compactação não teve efeito no conteúdo de água retida pelo solo. Tarawally *et al.* (2004) também verificaram que a compactação reduziu a capacidade de retenção de água, em peso, na condição de solo saturado; e na capacidade de campo (0,01 MPa), não diferiu do solo solto.

Tabela 1. Valores médios das profundidades por tratamento e dos tratamentos por profundidade, do diâmetro médio geométrico (DMG) e da porcentagem de agregados maior que 2,0 mm, em níveis de compactação e camadas do Latossolo Vermelho.

	Passadas de trator					
	$T_0^{(2)}$	T_{1*}	T_1	T_2	T_4	T_6
DMG (mm)	1,05 a ⁽¹⁾	0,74 b	0,76 b	0,68 b	0,74 b	0,68 b
Agregados > 2,0 mm (%)	33,6 a	20,8 b	20,0 b	16,0 b	19,1 b	15,1 b
	Camada (m)					
	0,0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,25	
DMG (mm)	0,88 a	0,86 a	0,68 a	0,73 a	0,73 a	
Agregados > 2,0 mm (%)	26,3 a	24,9 ab	15,2 c	18,6 bc	18,86 bc	

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ $T_0 = 0$; $T_{1*} = 1$; $T_1 = 1$; $T_2 = 2$; $T_4 = 4$ e $T_6 = 6$ passadas de um trator de 11 t, no mesmo local, no conteúdo de água próximo à capacidade de campo. No tratamento T_{1*} , o tráfego foi realizado quando o solo estava mais seco. Não houve interação significativa entre o número de passadas de trator e as camadas de solo, para a estabilidade de agregados ($P \leq 0,05$) (DMG, $F = 1,41^{NS}$; Agregados > 2 mm, $F = 1,51^{NS}$).

A maior retenção de água no solo mais solto, em menores tensões, deve-se à maior quantidade de poros de maior diâmetro nessa condição, conforme foi verificado nos estudos de Richard *et al.* (2001), Beutler *et al.* (2003) e Tarawally *et al.* (2004). Nesse contexto, Tarawally *et al.* (2004) afirmam que os poros com diâmetro > 0,05 mm (macroporos), correspondente ao conteúdo de água retida entre a tensão de 0,0 e 0,006 MPa, são

responsáveis pelo decréscimo do conteúdo de água retida em baixas tensões, são os mais prejudicados pela compactação e são definidos pelos agregados do solo.

Em baixas tensões, o menor conteúdo de água retida no solo compactado deve-se ao fato de a água estar retida sob força capilar, em que o diâmetro (poros maiores) e a configuração de poros são essenciais. Já em maiores tensões, a

compactação não teve efeito na retenção de água, porque, conforme Reichardt (1987), essa é retida por forças de adsorção, representadas pela adesão e coesão, em que a área superficial das partículas determina o conteúdo de água retida.

Por outro lado, deve-se salientar que o conteúdo de água por unidade de volume aumenta com a compactação, principalmente em tensões de água acima da capacidade de campo (0,01 MPa) em que o conteúdo de água gravimétrico é semelhante entre o solo compactado e o não compactado. Por isso, no T₆ com D_s de 1,70 Mg m⁻³, obtém-se aproximadamente 22% a mais de água por volume em relação ao T₀ com D_s de 1,39 Mg m⁻³. Isso porque a massa de solo por volume é maior, por causa do decréscimo da porosidade estrutural (interagregados, HORN *et al.*, 1995), confirmando os estudos de Lipiec e Stepniewski (1995) e de Richard *et al.* (2001). Nesse contexto, Richard *et al.* (2001) constataram que, no solo compactado, o conteúdo volumétrico de água aumentou entre as tensões de 0,02 a 0,08 MPa. Por essa razão, sistemas de cultivo em que ocorre uma pequena compactação do solo apresentam maior conteúdo volumétrico de água retida comparado ao sistema de preparo convencional com maior porosidade.

Tão importante como o conhecimento da retenção de água pelo solo em função da compactação é a determinação da quantidade de água do solo no campo. Assim, determinou-se o conteúdo de água, pela primeira vez, nos dias sete

e oito de abril de 2004 (Tabela 3). Nesses dias, o conteúdo gravimétrico de água não diferiu entre níveis de compactação, foi maior na camada superficial e decresceu em profundidade e em maior grau no solo solto (T₀), em relação ao solo compactado, que apresentou menores diferenças entre as camadas. Isso se deve, segundo Tamari (1994) e Richard *et al.* (2001), ao fato de o solo compactado apresentar maior condutividade hidráulica insaturada por causa da redução dos espaços entre os agregados, a qual aumenta a área superficial de contato entre os agregados e, conseqüentemente, a continuidade dos poros contendo água. Assim, as pequenas precipitações pluviais nos dias cinco e seis de abril (Figura 1) não foram suficientes para permitir a infiltração de água até as camadas mais profundas no solo solto, visto que as ausências de chuvas por vários dias antecedendo a essas precipitações e levaram o solo a atingir baixos conteúdos de água.

Já na segunda avaliação, realizada entre os dias 17 a 21 de abril, após precipitação pluvial de 50,4 mm durante cinco dias (Figura 1), verificaram-se pequenas diferenças entre os níveis de compactação nos dias 17 e 18, e, do dia 19 a 21, o conteúdo de água foi similar entre o solo compactado e o não compactado (Tabela 4). Entre profundidades, o conteúdo de água foi superior nas camadas mais profundas, corroborando os estudos de Silva *et al.* (2000) e de Beutler e Centurion (2004).

Tabela 2. Valores médios das três profundidades de retenção de água e densidade do Latossolo Vermelho em diferentes tensões de água e número de passadas de trator.

Tensão (MPa)	Passadas de trator						CV (%)
	T ₀ ⁽²⁾	T _{1*}	T ₁	T ₂	T ₄	T ₆	
	Densidade do solo (Mg m ⁻³)						
	1,39	1,56	1,67	1,69	1,68	1,70	
	Conteúdo de água (kg kg ⁻¹)						
0,0	0,319 a ⁽¹⁾	0,249 b	0,197 c	0,191 c	0,192 c	0,186 c	2,12
0,006	0,195 a	0,190 a	0,177 b	0,171 b	0,172 b	0,168 b	1,59
0,010	0,168 a	0,163 ab	0,162 ab	0,158 ab	0,157 b	0,156 b	1,60
0,033	0,129 a	0,136 a	0,133 a	0,129 a	0,131 a	0,131 a	1,68
0,060	0,120 a	0,124 a	0,125 a	0,122 a	0,125 a	0,123 a	2,67
0,300	0,107 a	0,118 a	0,118 a	0,112 a	0,117 a	0,113 a	4,33

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ T₀ = 0; T_{1*} = 1; T₁ = 1; T₂ = 2; T₄ = 4 e T₆ = 6 passadas de um trator de 11 t, no mesmo local, no conteúdo de água próximo à capacidade de campo. No tratamento T_{1*}, o tráfego foi realizado quando o solo estava mais seco.

Tabela 3. Conteúdo gravimétrico de água no solo, nos dias sete e oito de abril de 2004, em níveis de compactação e camadas do Latossolo Vermelho.

Camada (m)	T ₀ ⁽²⁾	T _{1*}	T ₁	T ₂	T ₄	T ₆
07 de abril de 2004						
0,00-0,05	0,138Aa ⁽¹⁾	0,133Aa	0,123Ab	0,123Aab	0,127Ab	0,125Aab
0,05-0,10	0,135Aa	0,137Aa	0,137Aa	0,132Aa	0,138Aa	0,128Aa
0,10-0,15	0,117Ab	0,129Aa	0,133Aa	0,129Aab	0,132Aab	0,126Aab
0,15-0,20	0,104Ac	0,109Ab	0,123Ab	0,120Ab	0,129Ab	0,124Aab
0,20-0,25	0,103Ac	0,105Ab	0,119Ab	0,120Ab	0,126Ab	0,118Ab
CV _{COMPACTAÇÃO} (%)	14,17					
CV _{CAMADAS} (%)	2,58					

08 de abril de 2004

0,00-0,05	0,120Aab	0,114Aa	0,106Ab	0,112Aa	0,110Ab	0,100Ab
0,05-0,10	0,125Aa	0,124Aa	0,129Aa	0,122Aa	0,125Aab	0,124Aa
0,10-0,15	0,107Abc	0,118Aa	0,126Aa	0,120Aa	0,127Aa	0,128Aa
0,15-0,20	0,103Ac	0,113Aa	0,125Aa	0,121Aa	0,127Aa	0,131Aa
0,20-0,25	0,108Abc	0,111Aa	0,120Aab	0,123Aa	0,129Aa	0,131Aa
CV _{COMPACTAÇÃO} (%)	12,91					
CV _{CAMADAS} (%)	4,30					

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ T₀ = 0; T_{1*} = 1; T₁ = 1; T₂ = 2; T₄ = 4 e T₆ = 6 passadas de um trator de 11 t, no mesmo local, no conteúdo de água próximo à capacidade de campo. No tratamento T_{1*}, o tráfego foi realizado quando o solo estava mais seco.

Tabela 4. Valores médios das profundidades por tratamento e dos tratamentos por profundidade, do conteúdo gravimétrico de água no solo (kg kg⁻¹), nos dias 17, 18, 19, 20 e 21 de abril de 2004, em níveis de compactação e camadas do Latossolo Vermelho.

Dia	Passadas de trator						CV (%)
	T ₀ ⁽²⁾	T _{1*}	T ₁	T ₂	T ₄	T ₆	
17/04/2004	0,139 ab ⁽¹⁾	0,138 ab	0,145 a	0,140 ab	0,132 b	0,142 ab	4,75
18/04/2004	0,137 b	0,138 b	0,147 a	0,139 ab	0,132 b	0,140 ab	3,91
19/04/2004	0,131 a	0,132 a	0,141 a	0,137 a	0,126 a	0,139 a	6,35
20/04/2004	0,127 a	0,129 a	0,136 a	0,135 a	0,125 a	0,133 a	7,33
21/04/2004	0,127 a	0,126 a	0,132 a	0,131 a	0,122 a	0,128 a	6,25
	Camada (m)						
	0,0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,25		
17/04/2004	0,130 c	0,136 bc	0,140 b	0,142 b	0,149 a	4,52	
18/04/2004	0,124 d	0,136 c	0,139 bc	0,144 b	0,152 a	3,68	
19/04/2004	0,115 c	0,130 b	0,135 b	0,143 a	0,149 a	4,22	
20/04/2004	0,106 d	0,128 c	0,132 c	0,141 b	0,148 a	3,63	
21/04/2004	0,096 d	0,124 c	0,131 b	0,141 a	0,146 a	3,93	

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ T₀ = 0; T_{1*} = 1; T₁ = 1; T₂ = 2; T₄ = 4 e T₆ = 6 passadas de um trator de 11 t, no mesmo local, no conteúdo de água próximo à capacidade de campo. No tratamento T_{1*}, o tráfego foi realizado quando o solo estava mais seco. Não houve interação significativa entre o número de passadas de trator e as camadas de solo, para conteúdo gravimétrico de água no solo ($P \leq 0,05$) (17/04/2004, F = 1,15^{NS}; 18/04/2004, F = 0,61^{NS}; 19/04/2004, F = 1,48^{NS}; 20/04/2004, F = 1,81^{NS}; 21/04/2004, F = 1,71^{NS}).

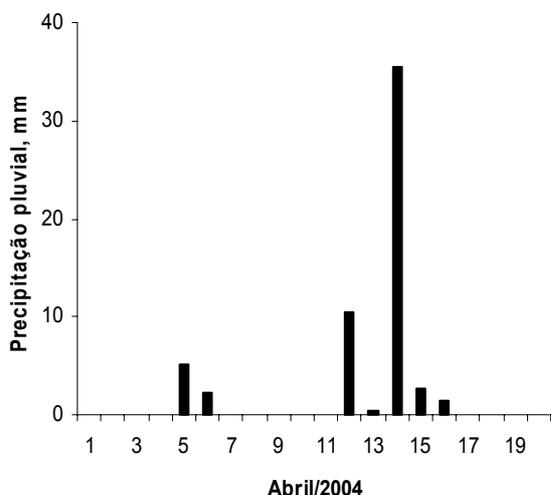


Figura 1. Precipitação pluvial em abril de 2004.

Isso deve-se ao fato de o perfil do solo estar com maior conteúdo de água, o que favoreceu a melhor distribuição em todo o perfil, comparado à primeira avaliação. Entretanto, ocorreu perda de água da superfície do solo para a atmosfera, verificada pelo menor conteúdo de água na camada de 0,0-0,05 m.

Em relação ao conteúdo de água do solo no campo, é importante mencionar que não foram verificadas diferenças entre solo compactado e não compactado, visto que o conteúdo de água estava retido no solo sob tensões superiores a 0,01 MPa

(Tabelas 2, 3 e 4), nas quais o diâmetro de poros tem maior influência na retenção de água, conforme Reichardt (1987). Assim, a água estava retida sob forças de adesão e coesão, que dependem da área superficial das partículas de solo, que não diferiram entre os níveis de compactação. Ainda conforme citado para a retenção de água, o conteúdo volumétrico de água é superior no solo compactado, uma vez que a quantidade de solo por unidade de volume é maior.

Conclusão

O Latossolo Vermelho compactado pelo tráfego do trator tem menor estabilidade dos agregados. Em tensões menores do que 0,01 MPa, a compactação reduz o conteúdo gravimétrico de água retida pelo solo. O conteúdo gravimétrico de água do solo, medido no campo, não difere entre níveis de compactação.

Referências

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade de soja. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 39, p. 581-588, 2004.
 BEUTLER, A.N. *et al.* Influência da compactação e do cultivo de soja nos atributos físicos e na condutividade hidráulica em Latossolo Vermelho. *Irriga*, Botucatu, v. 8, p. 242-249, 2003.
 BEUTLER, A.N. *et al.* Agregação de Latossolo Vermelho distrófico típico relacionada com o manejo na região dos cerrados no estado de Minas Gerais. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 25, p. 129-136, 2001.

- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Particle density. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986a. p. 377-382.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986b. p. 363-375.
- BOUWMAN, L.A.; ARTS, W.B.M. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. *Appl. Soil Ecol.*, Amsterdam, v. 14, p. 213-222, 2000.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. *The nature and properties of soils*. 12th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. p. 152-200.
- CAMPOS, B.C. *et al.* Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 19, p. 121-126, 1995.
- CORRÊA, J.C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, p. 203-209, 2002.
- DA ROS, C.O. *et al.* Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 21, p. 241-247, 1997.
- FLOWERS, M.D.; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 48, p. 21-35, 1998.
- GARDNER, W.E. Water content. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 493-544.
- GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2. (ed.) Madison: American Society of Agronomy, 1986. part. 1. p. 383-411.
- GOLDBERG, S. *et al.* Factors affecting clay dispersion and aggregate stability of arid-zone soils. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 146, p. 317-325, 1988.
- GUBER, A.K. *et al.* Mass-size scaling in soil aggregates as affected by aggregate water content and soil compaction. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 169, p. 1-12, 2004.
- HAYNES, R.J.; BEARE, M.H. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, v. 29, p. 1647-1653, 1997.
- HORN, R. *et al.* Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 35, p. 23-36, 1995.
- KEMPER, W.D.; ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1. p. 499-509.
- KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. part. 1, p. 635-662.
- LEHRSCHE, G.A.; JOLLEY, P.M. Temporal changes in wet aggregate stability. *Trans. ASAE*, St. Joseph, v. 35, p. 493-498, 1992.
- LIPIEC, J.; STEPNIIEWSKI, W. Effect of soil compaction and tillage systems on uptake and losses of nutrients. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 35, p. 37-52, 1995.
- OADES, J.M. Mucilages at the root surface. *J. Soil Sci.*, Oxford, v. 29, p. 1-16, 1978.
- REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Manole Ltda, 1987. 188 p.
- RICHARD, G. *et al.* Field study of soil compaction due to traffic in northern France: pore space and morphological analysis of the compacted zones. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 51, p. 151-160, 1999.
- RICHARD, G. *et al.* Effect of compaction on the porosity of a silty soil: influence on unsaturated hydraulic properties. *Eur. J. Soil Sci.*, Oxford, v. 52, p. 49-58, 2001.
- SHARMA, M.L.; UEHARA, G. Influence of soil structure on water relations in low humic latosols: I. water retention. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, v. 32, p. 765-770, 1968.
- SILVA, V.R. *et al.* Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, p. 795-801, 2000.
- TAMARI, S. Relations between pore-space and hydraulic properties in compacted beds of silty-loam aggregates. *Soil Technol.*, Amsterdam, v. 7, p. 57-73, 1994.
- TARAWALLY, M.A. *et al.* Field compaction at different soil-water status: effects on pore size distribution and soil water characteristics of a Rhodic Ferralsol in Western Cuba. *Soil Tillage Res.*, Amsterdam, v. 76, p. 95-103, 2004.

Received on November 11, 2004.

Accepted on May 18, 2005.