

PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM NITOSSOLO SOB DIFERENTES USOS DE EXPLORAÇÃO AGROPECUÁRIA

MARTINI, I. C.¹; ROSA, D. P. da²; TRINDADE, F. dos S.¹; SILVA, K. P. X. da¹; LUNEDO, P.¹; MARCILLI, G.¹; TAMIOZZO, M. C.¹; CAMILLO, M. F.³

⁽¹⁾ Acadêmico (a) do Curso Bacharel em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, Sertão, RS, e-mails: ivanecmartini@hotmail.com

⁽²⁾ Eng. Agrícola, Dr. Eng. Agrícola, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus, Sertão, RS, david.darosa@sertão.ifrs.edu.br.

⁽³⁾ Eng. Agro., MSc. Fitotecnia, Professora do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai, Getúlio Vargas, RS, tecamillo@yahoo.com.br

RESUMO

A produção de alimentos de origem vegetal ou animal sem controle do manejo pode proporcionar compactação do solo. Nesse contexto o objetivo desse estudo foi avaliar as propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho em diferentes usos. Os tratamentos em estudo foram: solo manejado por culturas anuais, por pastagem para bovinos, integração fruticultura pastagem de ovinos e como testemunha, solo sob mata nativa. Para qualificação e quantificação do efeito dos usos de solo foi quantificado a densidade, micro, macroporosidade e porosidade total e a resistência mecânica do solo à penetração. A mata nativa apresentou as maiores porosidades, resultado da maior macroporosidade do solo. O pisoteio bovino resultou na redução drástica da macroporosidade, sendo 8,9%, 7,8% e 7,7% nas profundidades de 3,5, 15 e 25cm respectivamente, já os demais usos apresentaram valores acima de 10%. A densidade e a resistência mecânica do solo à penetração nos diferentes usos estão abaixo dos valores considerados restritivos ao desenvolvimento de plantas.

PALAVRAS CHAVES: Pisoteio Ovino, pisoteio bovino, lavoura, compactação mata nativa.

ABSTRACT

The food production of origin animal or vegetable without control can be provide soil compaction. In that context the objective of this study was to evaluate the physical properties of a Red Nitosol in different uses. The treatments in study were: soil management by annual cultures, for pasture for cattle, integration Horticulture and sheep pasture and as witness, soil under native forest. For qualification and quantification of the effect of the soil uses was quantified the bulk density, macroporosity, microporositym total porosity and mechanical resistance of the soil to the penetration. The native forest presented the largest porosity, and this result of the largest macroporosity. The cattlle pasture resulted in the drastic reduction of the macroporosity, being 8.9%, 7.8% and 7.7% in them depth of 3.5, 15 and 25cm respectively, and the other uses showed values above 10%. The bulk density and the mechanical resistance of the soil to the penetration in the different uses showed below the values considered restrictive to the development of plants.

KEY WORD: Sheep trampling, cattlletrampling, farming, compaction, native forest.

1 - INTRODUÇÃO

O solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal da terra, fauna agricultura, pecuária, armazenamento de água e obras da engenharia humana. Longe de ser uma tecnologia simples, o solo como uma entidade produtiva compreende em um conjunto de práticas que, quando usado racionalmente, pode permitir uma alta produtividade das culturas a baixos custos, mas pode também, quando usado de maneira incorreta, levar rapidamente um solo à degradação das propriedades física, química e biológica resultando na redução do seu potencial produtivo, ena busca de acrescentar informações e dados que possam ajudar no desenvolver de tomadas de decisões e pelos diferentes usos de exploração do solo para a realização de atividades voltadas para o agronegócio.

O potencial agrícola do Brasil está cada vez mais conhecido mundialmente, tendo destaque ao uso do manejo do plantio direto. Contudo, este tipo de sistema pode gerar compactação ao solo, quando em uso inadequado, ocasionando aumento da densidade e consequente aumento da macroporosidade, também chamada de porosidade de aeração (poros maiores que 50 μm). Segundo Silveira & Stone (2003), esses problemas geram a redução do oxigênio no solo, que está armazenado nos macroporos, sendo que esse parâmetro é importante na manutenção das atividades dos microrganismos aeróbios. Já o aumento da densidade geralmente reduz a área explorada pelas raízes.

A habilidade das raízes penetrarem no perfil diminui quando a densidade e a resistência do solo aumentam. De maneira geral, considera-se 2,0 a 2,5 MPa a faixa crítica de resistência do solo para o crescimento radicular (Taylor et al., 1966). Em solo compactado, o sistema radicular concentra-se próximo à superfície tornando a planta mais susceptível a déficits hídricos e com limitada capacidade de absorver nutrientes em camadas sub-superficiais (Rosolem et al., 1994).

Dentre os usos do solo para alimentação, temos vários, em especial no Rio Grande do Sul, na região do Alto Uruguai e Depressão Central temos produção de grãos, tais como a soja e milho carros chefe, e a produção de carne e leite, como bovinocultura de leite e corte e produção de ovinos. O uso de solo pode gerar compactação, quando no manejo inadequado.

Dentre os usos do solo, há um crescente uso da integração ovinocultura/fruticultura, frutipastoril, apresentando-se como um instrumento de alto potencial para o sistema de produção integrada ou para a produção de frutas, cujo mercado se encontra em acelerada expansão. Por outro lado, a consorciação praticada sem o adequado manejo pode acarretar desvantagens para a fruticultura, podendo ser mencionados como mais importantes os danos às fruteiras jovens, uma maior competição por nutrientes e umidade entre as plantas e a vegetação usada como pastoreio, resultando em compactação do solo (Guimarães Filho & Soares, 2000).

Greenwood al. (1997) observaram que a compactação do solo provocada pelo pastejo de ovelhas limitou-se aos primeiros 5 cm do solo, mas mesmo assim, o pastejo excessivo resultou na diminuição da porosidade, no aumento da densidade e da resistência à penetração do solo, e, conseqüentemente, em reduções da condutividade hidráulica saturada dos solos estudados, quando comparados aos solos não pastejados.

A potencialização da compactação do solo pelo pisoteio animal ocorre quando há pisoteio com teores de água elevada, acima do ponto de friabilidade do solo. De acordo com Cohron (1971), bovinos exercem em médias uma pressão de 0,17 MPa/casco podendo atingir uma penetração do solo da ordem de 12 cm.

O grau de compactação provocado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura do solo (Correa & Reichardt, 1995), no entanto, o efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo é limitado às suas camadas mais superficiais (Trein, 1991 e Bassani, 1996), podendo ser temporário e reversível (Moraes & Lustosa, 1997; Cassol, 2003).

Em solos agrícolas, a pressão exercida na superfície do solo pelo tráfego de máquinas nas operações de preparo aumenta normalmente a densidade do solo e diminui a porosidade total, em especial a macroporosidade. O tráfego é um dos principais agentes causadores de

compactação em solos agrícola, e, dependendo da carga pode gerar danos irreversíveis ao manejo de plantio direto, resultando assim, na mobilização do solo como técnica de solução.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Local do experimento, solo e clima

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologias do Rio Grande do Sul - *Câmpus* Sertão (latitude de 27°58'47'' S, longitude 52°15'35'' W e altitude de 735 m.). A região possui clima do tipo Cfa1, segundo classificação de Koppen, com precipitação pluvial e temperatura média anual variando de 1.558 a 1.762 mm e 17,1 a 17,9 C° respectivamente, e o solo do local descrito como um Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006).

2.2 – Tratamentos em estudo

Para avaliar o efeito do uso do solo nas propriedades físicas, foram empregados os seguintes tratamentos: solo com pastoreio de bovinos (PB); solo com sistema frutipastoril, com pastoreio de ovinos (FP); solo sob mata nativa, como testemunha (MN); e solo de produção de grãos (SA).

O solo sob PB encontrava-se com azevém (*Lolium multiflorum*) sendo que a raça dos bovinos empregados no pastoreio era Holandês, já área destinada à produção de grãos empregava o plantio direto com resteva de milho (*Zea mays L.*); área de fruticultura com pomar de laranja (*Citrus sinensis*) e Caqui (*Diospyros kaki L.*) consorciado com trevo branco (*Trifolium repens*).

2.3 - Delineamento empregado

O experimento utilizou o delineamento em blocos casualizados, composto por quatro tratamentos e cinco repetições. As amostras foram coletadas entre no mês de junho de 2013.

2.4 – Parâmetros coletados

As propriedades físicas quantificadas foram macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e resistência mecânica do solo à penetração. Para aferir sobre o espaço aéreo no solo avaliou-se a macroporosidade (Reichert et al., 2008), a porosidade total e densidade do solo foi utilizada para verificar há presença de camadas

compactadas através da comparação com as densidades restritivas por (Reichert et al. 2008). As amostras foram extraídas em cilindros de aço carbono galvanizadas, e, no laboratório de física do solo da instituição de ensino foram processadas em mesa de tensão a base de areia, seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (1997). As amostras foram extraídas antes da semeadura do milho para avaliar as condições pré-semeadura. As camadas em estudo foram: 3, 15 e 25 cm. Tais profundidades foram escolhidas em função de uma avaliação prévia da resistência mecânica do solo à penetração em todas as áreas, buscando coletar informações nas zonas de maior variação dessas. Ressalta-se que a coleta da resistência foi realizada com solo em capacidade de campo.

A resistência mecânica do solo à penetração (R_p) foi realizada para verificar o efeito do subsolador na descompactação do solo. A mensuração foi realizada através do penetrômetro digital com armazenamento automático marca Falker, pertencente ao setor de mecanização agrícola do IFRS – *Câmpus Sertão*.

Foram realizadas cinco repetições em cada tratamento de RPs, na camada de 0-40 cm.

2.5 – Processamentos dos dados e avaliação estatística

Após a obtenção dos dados, os mesmo foram organizados em planilha eletrônica para após passarem pela avaliação estatística realizadas pelo programa estatístico ASSISTAT®, VERSÃO 7.7 BETA (Silva & Azevedo, 2009). A avaliação estatística procedeu-se da análise de variância (ANOVA) e comparação de médias através do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro ($P < 0,05$) para indicar quais níveis diferem entre si, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3 - RESULTADOS DE DISCUSSÕES

Os dados de macro e microporosidade, porosidade total, densidade do Nitossolo sob diferentes usos encontram-se na tabela 1.

Tabela 1.- Porosidade total, Macroporosidade, Microporosidade e densidade do Nitossolo Vermelho nas profundidades e nos tratamentos em estudo.

Tratamentos	Profundidades (cm)		
	3,5	15	25
Porosidade Total (%)			
Pastagem	40,68 a*	44,68 a	44,15 a
Mata Nativa	40,17 a	47,87 a	44,84 a
Lavoura	42,92 a	40,78 ab	41,70 ab
Frutipastoril	37,70 a	34,90 b	36,00 b
c (%)	10,69	9,05	8,15
Macroporosidade (%)			
Pastagem	8,87 b	7,8 a	7,69 b
Mata Nativa	13,01 a	14,03 a	15,6 a
Lavoura	11,47 ab	10,7 a	9,64 ab
Frutipastoril	10,3 ab	9,7 a	10,17 ab
CV (%)	17,16	37,83	31,15
Microporosidade (%)			
Pastagem	34,04 b	36,87 b	39,19 b
Mata Nativa	30,24 ab	33,84 b	30,3 a
Lavoura	32,82 ab	31,07 ab	35,4 b
Frutipastoril	27,4 a	26,62 a	26,75 a
CV(%)	9,82	10,76	6,59
Densidade do solo (Mg.m ⁻³)			
Pastagem	1,07 ab	1,03 b	1,01 ab
Mata Nativa	0,86 a	0,85 a	0,85 a
Lavoura	1,16 b	1,13 bc	1,11 cb
Frutipastoril	1,17 b	1,20 c	1,22 c
CV (%)	12,62	7,76	9,4

* Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste T ($p < 0,05$).

Em relação aos valores de macroporosidade destaca-se o tratamento mata nativa nas três profundidades, pois se mantiveram acima de 13%, que é um indicador de boa qualidade estrutural segundo Reichert et al. (2008). Contrário a isso, temos valores abaixo de 8,9% no

solo manejado pela pastagem bovina, que irá causar restrição ao desenvolvimento de plantas, sendo que abaixo de 10% há prejuízos ao desenvolvimento radicular das culturas. Tal constatação demonstra ação da ação antrópica gerada pelo manejo com gado. Avaliando os demais usos, a maioria ficou acima dos 10%, exceto alguns casos, sendo que na segunda camada não houve diferença entre os tratamentos, no entanto na primeira o solo sob mata nativa diferiu da pastagem, e, não diferiu do solo manejado pela lavoura e sistema frutipastoril.

Experimentos de Silva et. al. (2004) demonstraram que quanto maior a porosidade de aeração maior foi o desenvolvimento da planta, demonstrando que cuidados devem ser tomados nessa propriedade.

Nas camadas superficiais os valores foram superiores quando se trata de porosidade total, este comportamento concorda com os dados obtidos por Bertol et al. (1998), quando da pressão aplicada pelo pisoteio dos animais ocasionando alterações na porosidade total do solo, especialmente nos primeiros 3 a 6 cm de profundidade.

Independente do tratamento utilizado, na profundidade 3,5cm, os valores de porosidade total não diferenciaram significativamente. Diferenças começam a ocorrer na profundidade 15cm, em que a mata nativa demonstrou o maior valor seguido da pastagem, lavoura e frutipastoril. Tal efeito é atribuído aos valores alto de macroporosidade no tratamento de mata. Na profundidade 25 cm, o tratamento frutipastoril diferiu do solo manejado pela pastagem e pela mata nativa.

Ao longo da camada em estudo, percebe-se que o solo manejado pela pastagem demonstrou as maiores microporosidade, isso pode indicar presença de camada compactada, haja visto, que segundo Trowse (1971) durante o processo de compactação há destruição dos poros maiores em poros menores, resultando no aumento da microporosidade. Paralelo a isso, Oliveira et al. (2003) ressalta a interferência do homem através da ação da máquina agrícola, que alteram tais propriedades físicas do solo, comprovando que cuidados no tráfego devem ser tomados visando a sustentabilidade do sistema de produção.

Segundo o pesquisador Kiehl (1979), para solos argilosos, a densidade é considerada ideal, quando assume níveis que variam entre 1,0 e 1,2 Mg.m⁻³, e avaliando as densidades obtidas nesse experimento, na maioria dos casos, as densidades se mantiveram abaixo desse, exceto o tratamento frutipastoril na profundidade de 25cm, que apresentou 1,22. Nas amostras individuais de cada tratamento mostraram valores dentro desta faixa na maioria dos casos.

De modo geral, constatou-se que a densidade do solo aumentou com a profundidade. Estes resultados estão de acordo com a afirmação de Brandy (Apud Randon, 1981), que

relatou que muitas vezes, com o aumento da profundidade, ocorre uma tendência natural de elevação da densidade do solo, devido à menor quantidade de matéria orgânica, menor agregação, bem como maior compactação provocada pelo peso das camadas subjacentes.

Contudo, os valores observados neste experimento estão bem abaixo do proposto por Bowen e Kratky (1985); que sugerem valores críticos da densidade do solo, que variam entre 1,55 kg.dm⁻³ para solos com textura argilosa e 1,85 kg.dm⁻³ para solos com textura arenosa. Sendo que valores acima dos citados poderiam comprometer o desenvolvimento radicular e como consequência a redução da produção vegetal.

A resistência mecânica do solo à penetração (RP) média nas profundidades de 6, 15 e 25 cm nos diferentes usos de um Nitossolo Vermelho encontram-se na tabela 2. O solo sob pastagem apresentou a maior RP ao longo do perfil, sendo que a profundidade de 15cm foi a ocorrência dessa. A camada superficial apresentou os menores RP, isto deve estar ligado à mobilização localizada realizada na semeadura.

Tabela 2- Resistência mecânica do solo à penetração (RP) média nas profundidades de 6, 15 e 25 cm nos diferentes usos de um Nitossolo Vermelho.

Tratamentos	Profundidade		
	6 cm	15 cm	25 cm
Lavoura	556,4 a*	1458,2 a	1481,2 ab
Frutipastoril	535,0 a	1462,8 a	1651,6 b
Pastagem	606,6 a	1838,6 a	1439,6 ab
Mata Nativa	2041 b	1308,2 a	915,2 a
CV (%)	43,83	37,39	27,40

* Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste T ($p < 0,05$).

Os maiores valores RP ao redor dos 15 cm irão gerar impedimento ao desenvolvimento de raízes, pois segundo Masle & Passioura (1987) é o local que possui maior atividade de raízes, e, afetando essa irá afetar diretamente nas raízes na parte aérea. A menor resistência do solo à penetração foi detectada nas camadas mais superficiais, provavelmente relacionadas com a menor densidade do solo, podendo ser comprovado pelas tabelas 1, onde as camadas mais superficiais demonstram os menores valores, tanto em densidade quanto em RP.

Os valores de RP médio entre os tratamentos não diferiram, e, tomando como base o valor de 2000 kPa como restritivo, segundo Taylor et al. (1966).

As curvas de resistência mecânica do solo à penetração nos diferentes usos de solo encontram-se na figura 1.

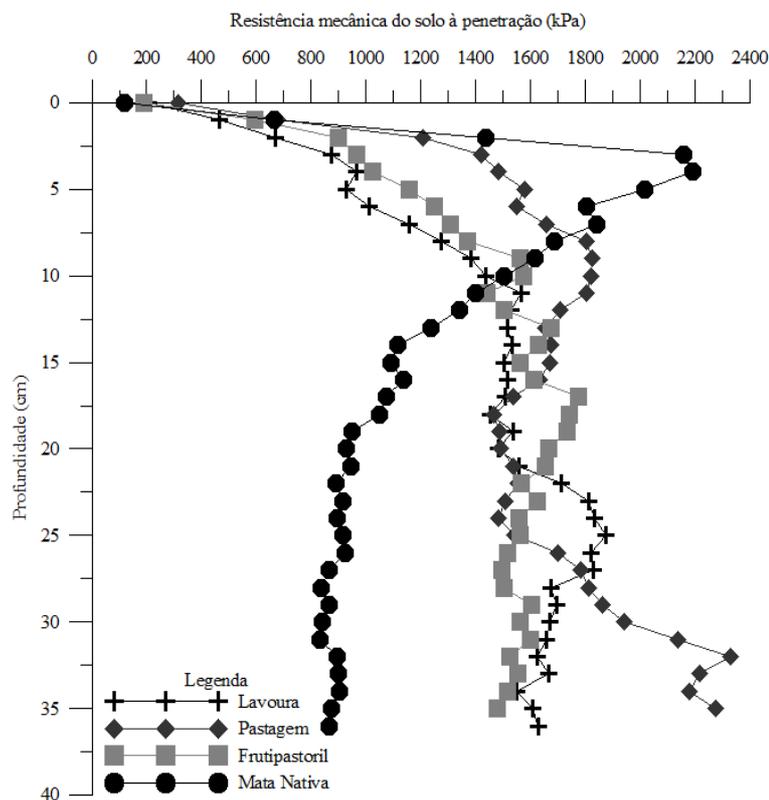


Figura 1 - Curva de resistência mecânica do solo à penetração nos tratamentos em estudo.

O solo manejado pelo sistema frutipastoril em conjunto com a lavoura apresentaram os maiores valores de RP até 7cm, após o solo sob pastagem apresentou os maiores, demonstrando a ação do pisoteio animal começa a ocorrer a partir dessa profundidade. Comparando os usos de solo, percebe-se ação dos manejos quando comparado ao solo sob mata nativa, em que na camada após 7 cm, há uma diferença mínima de 500 kPa, no entanto os valores aqui estão abaixo do 2000 kPa, considerados restritivos ao desenvolvimento de plantas.

Lipiec & Hatano (2003) confirmam que valores de resistência à penetração variando de 1 a 1,7 MPa começam a provocar redução do crescimento radicular, e que valores entre 3 e 4 MPa causam paralisação do crescimento das raízes. Isso depende do tipo de solo e de distribuição do tamanho de poros, especialmente quando, para medição, se utiliza cone de diâmetro maior que o diâmetro das raízes.

4 - CONCLUSÃO

A camada 15 cm apresenta as condições mais restritivas ao desenvolvimento de plantas, macroporosidade abaixo de 10%, alta microporosidade.

Os diferentes usos desolo: pastagem, frutipastoril e lavoura geram condições inadequadas apenas na macroporosidade, em que o pisoteio bovino gera índices abaixo de 9% ao longo do perfil, e o pisoteio ovino há restrição apenas nos 15 cm, nos itens porosidade total, microporosidade e resistência mecânica do solo à penetração não há restrições.

5 - REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSANI, H.J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada.** Santa Maria, RS, 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Biodinâmica de Solos) – Programa de Pós graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENARDI, R. B. N.; ZAGO, L. A.; MARASCHIN, G. E. **Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n.5, p. 779 -789,1998.

BOWEN, J.E.; KRATKY, B. **A compactación Del suelo.** Agricultura de las Américas, v.6, p.10-14, 1985.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003, 143p. (Tese de Doutorado)

COHRON, G. T. **Forces causing soil compaction.** In: BARNES, K. K.; CARLETON, W.M.; TAYLOR, H. M.; THROCKMORTON, R. I.; BERG, G. E. V., (Org.).Compaction of agricultural soils. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1971. p.106-122.

CORREA, J.C.; REICHARDT, K. **Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amareloda Amazônia Central.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.30, n.1, p.107-114, 1995.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

GREENWOOD, K. L.; MACLEOD, D. A.; HUTCHINSON, K. J. **Long-term stocking rate effects on soil physical properties**. Australian Journal of Experimental Agriculture, v.37, p. 413-419, 1997.

GUIMARÃES, FILHO, C.; SOARES, J. G. G. **Fruti-ovinocultura: Limitações e possibilidades de consórcio com frutífera**. Petrolina. EMBRAPA Semi-árido, 2000, 10p. (Circular Técnico, 52)

KIEHL, E. J.. **Manual de Edafologia**. Piracicaba – SP, Editora Agronômica Ceres, 1979. 262p

LIPIEC, J. & HATANO, R. **Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth**. Geoderma, v.116, p.107-136, 2003.

MASLE, J.; PASSIOURA, J. B. **The effect of soil strength on the growth of young wheat plants**. Australian Journal of Plant Physiology, v.14, p.643-656, 1987

MORAES, A. & LUSTOSA, S.B.C. **Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem**. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. Anais. Maringá, Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.129-149.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; CURI, N.; RESCK, D. V. S. **Compressibilidade de um Latossolo Vermelho argiloso de acordo com a tensão de água no solo, uso e manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n.5, p. 773-781, 2003.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.5, p.49-134. 2008

ROSOLEM, C.A.;VALE, L.S.R.; GRASSI FILHO, H. & MORAES, M.H. **Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e compactação do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.18, p.491-497,1994

SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; KAY, B. **Plant response to mechanical resistance and air filled porosity of soils under conventional and no-tillage system.** Scientia Agricola, v.61, n.4, p.451-456,2004.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. **Sistema de amostragem do solo e avaliação da disponibilidade de fósforo na fase de implantação do plantio direto.**Piracicaba, 2003. 111p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz.

TAYLOR, H. M., ROBERSON, G. M.; PARKER, J. J. **Soil strength - root penetration relations to medium to coarse – textured soil materials.**Soil Science, Baltimore, v.102, n.1, p.18- 22, Jan. 1966.

TREIN, C.R.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. **Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia + trevo/milho, após pastejo intensivo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.15, p. 105-111, 1991.

TROUSE, A. C. **Soil Condition as they affect plant establishment, root development, and yield.** In: BARNES, K. K. et al. Compaction of agricultural soils. Michigan: ASAE, 1971. cap. 6, p. 225-306.