

COMPACTAÇÃO RELATIVA, PARÂMETROS FÍSICOS E RENDIMENTO DA SOJA EM LATOSSOLO*

SUZUKI, L.E.A.S.(1); REINERT, D.J.(2); REICHERT, J.M.(2); LIMA, C.L.R.(3); SANTI, O.G.(4)

*Pesquisa realizada com recursos da CAPES, CNPq e FAPERGS.

1. Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS. Bolsista Capes. E-mail: suzuki@mail.ufsm.br.
2. Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM. E-mail: dalvan@ccr.ufsm.br; reichert@smail.ufsm.br.
3. Engenheira Agrícola, Pós Doutoranda em Ciência do Solo, UFSM. Bolsista CNPq. E-mail: clrlima@mail.ufsm.br.
4. Discente do curso de Agronomia, UFSM.

RESUMO: A relação entre a densidade atual e a densidade do mesmo solo em um estado referência, denominada grau de compactação ou compactação relativa, tem sido utilizada na caracterização da compactação e resposta das culturas. Objetivou-se avaliar os parâmetros físicos do solo e o rendimento da cultura da soja em resposta ao grau de compactação de um Latossolo Vermelho distroférico típico. Nesse solo determinou-se a macroporosidade, a resistência à penetração, o grau de compactação e a altura e o rendimento de culturas. Com o aumento do grau de compactação, houve redução linear da macroporosidade e aumento da resistência do solo à penetração. O grau de compactação ótimo para a cultura da soja foi de 86%. Considerando valores restritivos de macroporosidade (0,10 m³ m⁻³) e resistência do solo à penetração (2 MPa), o grau de compactação correspondeu a 76% para macroporosidade e 84% para resistência à penetração.

PALAVRAS-CHAVE: teste de compressão uniaxial, densidade do solo, densidade referência do solo.

INTRODUÇÃO: Comparações entre solos são facilitadas quando a densidade ou porosidade é relacionada à densidade ou porosidade do solo em algum estado de referência. Em estudos geotécnicos, diferentes métodos têm sido utilizados para caracterizar o estado de compactação do solo. Um deles é o cálculo do “grau de compactação” ou “compactação relativa”, que implica no índice de vazios de um solo em relação ao índice de vazios do mesmo solo em um estado de referência (HAKANSSON, 1990).

O estado de referência ou densidade máxima é o estado mais adensado que pode ser obtido por uma pressão estática de 200 kPa obtida no teste de compressão uniaxial do solo. Esse valor foi escolhido pois, se a pressão utilizada fosse menor, parte das amostras já teriam sido pré-compactadas no campo por pressões maiores. Por outro lado, uma pressão de referência muito elevada causaria variações maiores entre os solos (HAKANSSON, 1990). CARTER (1990) e TWERDOFF et al. (1999) utilizaram o teste de Proctor para obter o estado de compactação máxima ou estado de compactação referência. Ambos os testes foram estudados sem considerar a estrutura do solo, pois utilizam solos com estrutura deformada. Em solos com estrutura preservada, SUZUKI (2005) estudou diferentes sistemas de manejo, principalmente o plantio direto, em seis solos do estado do Rio Grande do Sul com diferentes granulometrias. O autor propôs a carga de 1600 kPa no teste de compressão uniaxial utilizando amostras com estrutura preservada para se obter a densidade referência.

Este estudo objetivou avaliar a macroporosidade e resistência do solo à penetração, bem como a altura e rendimento da cultura da soja, em resposta ao grau de compactação de um Latossolo Vermelho distroférico típico.

MATERIAL E MÉTODOS: Na área experimental da Cooperativa Regional Triticola Serrana Ltda (COTRIJÚ), no município de Ijuí (RS), foi instalado um experimento com delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 1999) com 86 g kg⁻¹ de areia, 261 g kg⁻¹ de silte e 654 g kg⁻¹ de argila, em média, na camada de 0-0,30 m.

Testaram-se os tratamentos: PD: plantio direto desde 1998; ESC: plantio direto + escarificação em dezembro de 2003; PDC: plantio direto + compactação adicional por quatro passadas de uma máquina de aproximadamente 10 Mg em dezembro de 2003. A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foi semeada em dezembro de 2003, e os parâmetros do solo e da cultura foram avaliados no primeiro semestre de 2004.

O grau de compactação do solo foi calculado pela equação: $GC = 100 \cdot DS / DS_{ref}$, onde: GC é o grau de

compactação (%), DS é a densidade atual do solo (Mg m⁻³) e DSref é a densidade referência do solo (Mg m⁻³). Para determinar a DSref, amostras com estrutura de solo preservada foram coletadas na camada de 0,08-0,13 m, equilibradas a 33 kPa utilizando-se câmaras de pressão de Richards (KLUTE, 1986) (umidade média de 0,26 kg kg⁻¹) e submetidas ao teste de compressão uniaxial, sendo a DSref obtida pela pressão de 1600 kPa (SUZUKI, 2005). Foram coletadas amostras com estrutura preservada em cilindros de 0,030 m de altura e 0,055 m de diâmetro nas camadas de 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,25 e 0,25-0,30 m para determinação da macroporosidade (Macro) pelo método da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997) e da densidade atual do solo (DS), calculada pela relação da massa de solo seco em estufa a 105°C e o volume do cilindro utilizado na coleta (BLAKE & HARTGE, 1986). Avaliou-se também a resistência do solo à penetração a campo (RP) e a altura e rendimento da cultura da soja.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Com o aumento do grau de compactação houve uma diminuição da macroporosidade e aumento da resistência do solo à penetração (Figura 1). Considerando uma macroporosidade mínima de 0,10 m³ m⁻³ para o crescimento e desenvolvimento satisfatório das plantas (VOMOCIL & FLOCKER, 1966), esse valor correspondeu a um grau de compactação de aproximadamente 76% (Figura 1a). SUZUKI (2005) observou que uma macroporosidade de 0,10 m³ m⁻³ correspondeu a um grau de compactação de aproximadamente 75%, para solos com variação no teor de argila de 30 a 70%.

Considerando um valor de resistência à penetração de 2 MPa, considerada restritiva ao crescimento radicular para a maioria das culturas (TAYLOR et al., 1966), o grau de compactação foi de 84% (Figura 1b). A umidade no momento da avaliação da resistência à penetração, para a camada de 0-0,30 m, apresentou-se na faixa de 0,20-0,34 kg kg⁻¹, sendo 0,29 kg kg⁻¹ a umidade média.

O coeficiente de determinação para a relação entre o grau de compactação e macroporosidade ($r^2 = 0,84$) foi maior do que para a relação com resistência do solo à penetração ($r^2 = 0,18$), mostrando que variações na resistência à penetração foram pouco explicadas pelo grau de compactação, talvez, principalmente pelo fato da resistência à penetração ser variável com umidade.

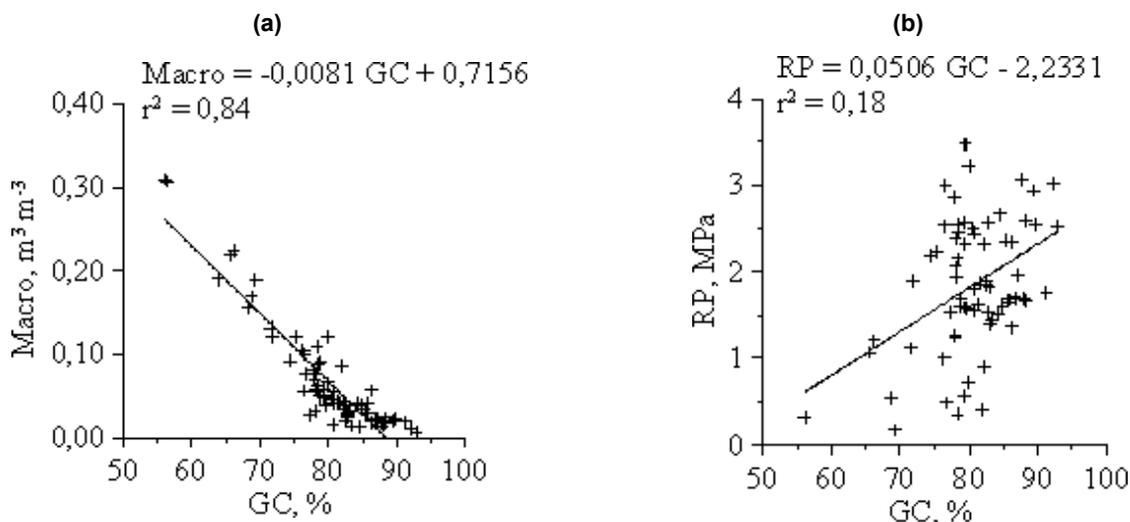


Figura 1. Macroporosidade (Macro) (a) e resistência do solo à penetração (RP) (b) em função do grau de compactação (GC), para o Latossolo Vermelho distroférico típico.

Para a plotagem da Figura 2, foram utilizados os valores médios de grau de compactação na camada de 0,05-0,15 m, pois nessa camada tem-se, geralmente, observado maiores níveis de compactação pelo acúmulo de pressões e não revolvimento do solo em sistemas de plantio direto. Caso fossem utilizados os valores médios de grau de compactação da camada de 0-0,30 m, possivelmente esses valores seriam subestimados.

A maior altura de planta e maior rendimento da soja foram observados no plantio direto, com um grau de compactação de 86% (Figura 2). Para Latossolos, SUZUKI (2005) verificou os maiores rendimentos para a cultura da soja com um grau de compactação de aproximadamente 82% e mostrou que não é apenas um elevado grau de compactação que reduz o rendimento das culturas. Segundo esse autor, o grau de compactação elevado poderá reduzir a porosidade e a aeração do solo, aumentando a densidade e resistência do solo à penetração, dificultando o desenvolvimento radicular; um grau de compactação muito baixo pode ser indicativo de um solo muito solto,

comprometendo a retenção de água e o contato solo-semente na sementeira.

De modo geral, ARVIDSSON & HAKANSSON (1991) afirmam que o crescimento da cultura é afetado adversamente pela compactação do solo. Contudo, a máxima produção não será obtida após o revolvimento, pois o solo estará muito solto. BEUTLER et al. (2004) verificaram que o grau de compactação ótimo para a soja, medindo a densidade referência pelo teste de Proctor, foi de 80% em um Latossolo Vermelho de textura média.

Os valores de grau de compactação para obtenção dos maiores rendimentos são dependentes das culturas e das condições climáticas, as quais poderão amenizar ou intensificar os efeitos da compactação (SUZUKI, 2005), além de variações no valor de grau de compactação que podem ocorrer dependendo da metodologia empregada para a obtenção de densidade referência. ARVIDSSON & HAKANSSON (1991) relatam que o grau de compactação ótimo tende a ser elevado em anos de clima seco e menor em outros com boa precipitação. Além disso, afirmam que o valor ótimo difere entre as espécies: cevada, trigo e beterraba açucareira exigem um elevado grau de compactação, aveia e ervilha exigem níveis intermediários e batata requer um menor grau.

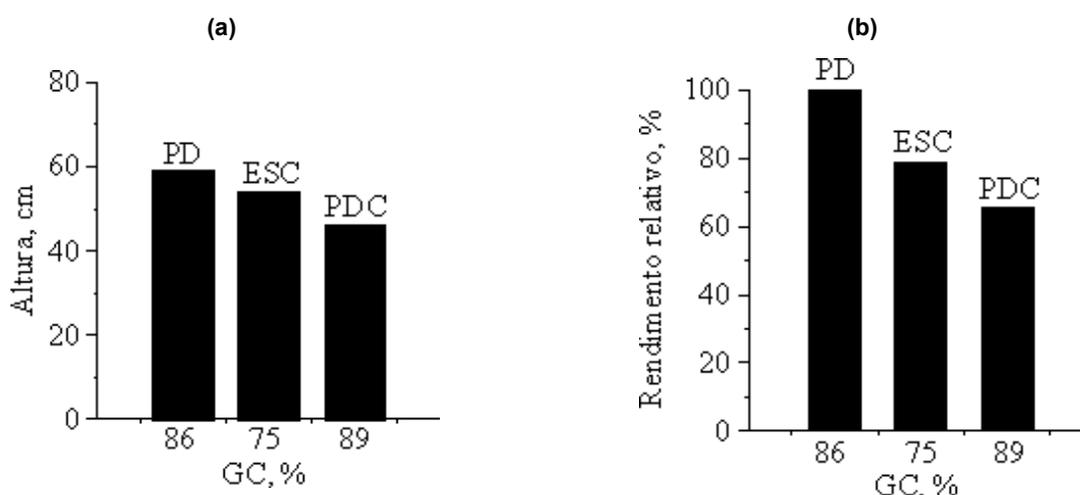


Figura 2. Altura de planta (a) e rendimento relativo (b) para a cultura da soja em função do grau de compactação, para o Latossolo Vermelho distroférico típico.

CONCLUSÕES: Com o aumento do grau de compactação, houve redução linear da macroporosidade e aumento da resistência do solo à penetração. O grau de compactação ótimo para a cultura da soja foi de 86%. Considerando valores restritivos de macroporosidade (0,10 m³ m⁻³) e resistência do solo à penetração (2 MPa), o grau de compactação correspondeu a 76% para macroporosidade e 84% para resistência à penetração, embora o coeficiente de determinação para resistência à penetração tenha sido baixo ($r^2 = 0,18$).

AGRADECIMENTOS: A todo Departamento Técnico da Cooperativa Regional Triticola Serrana Ltda (COTRIJUÍ), pelo auxílio na condução do experimento e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARVIDSSON, J. & HAKANSSON, I. A model for estimating crop yield losses caused by soil compaction. *Soil & Tillage Research*, 20:319-332, 1991.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G. & FERRAZ, M.V. Densidade relativa de Latossolos e produtividade de soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. Anais. Santa Maria: SBCS, 2004. (CD-ROM)

BLAKE, G.R. & HATGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.363-375.

CARTER, M.R. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. *Canadian Journal of Soil Science*, 70:425-433, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA - Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

HAKANSSON, I. A method for characterizing the state of compactness of the plough layer. *Soil & Tillage Research*, 16:105-120, 1990.

KLUTE, A. Water retention: Laboratory methods. In: Klute, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p.635-660.

SUZUKI, L.E.A.S. Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas. 2005. 149p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER JUNIOR, J.J. Soil strength-root penetration relations for medium-to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, 102:18-22, 1966.

TWEDORFF, D.A.; CHANASYK, D.S.; MAPFUMO, E.; NAETH, M.A.; BARON, V.S. Impacts of forage grazing and cultivation on near-surface relative compaction. *Canadian Journal of Soil Science*, 79:465-471, 1999.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 4:242-246, 1966