



Avaliação da compactação do solo em áreas de produção de milho em Sete Lagoas-MG.

Nara Tainá Alves⁽¹⁾; Igor Silva de Andrade⁽²⁾; Pedro Henrique Pena Campos⁽²⁾; Athos Rodrigues Soares Viana⁽²⁾; Samuel Petraccone Caixeta⁽³⁾; Bruno Montoani Silva⁽³⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Bacharelado de Biosistemas; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, MG; tah-alves@hotmail.com; ⁽²⁾ Estudante de Engenharia Agrônoma; Universidade Federal de São João del-Rei; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal de São João del-Rei.

RESUMO: A resistência mecânica do solo à penetração (RP) está relacionada, entre outros fatores, à compactação e/ou ao adensamento do solo, o que reduz o crescimento radicular e a produção das plantas. O objetivo deste estudo foi identificar a variação da resistência à penetração de um solo compactado e não compactado, cultivado com milho e não cultivado. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura muito argilosa, em esquema fatorial 2 x 2 com oito repetições. A resistência mecânica à penetração do solo foi avaliada na profundidade de 0-0,5 m, utilizando-se penetrômetro de impacto. A análise textural foi realizada para a profundidade de 0-0,4 m, em intervalos de 0,2 m. Concluiu-se que o solo compactado possui maior resistência à penetração de raízes e menor crescimento e desenvolvimento das plantas de milho. O preparo do solo na camada 0-0,1 m reduz a resistência à penetração de raízes, independente dos fatores uso ou condição física do solo e na camada de 0,2-0,3 m houve maior RP devido à existência de “pé de arado”.

Termos de Indexação: resistência mecânica à penetração; qualidade física do solo; penetrometria.

INTRODUÇÃO

A compactação do solo tem sido apontada como uma das principais causas da degradação física dos solos agrícolas (MAZURANA et al., 2013), uma vez que a existência de camadas compactadas no solo interfere diretamente no crescimento radicular das plantas (BERGAMIN et al., 2010), e na capacidade de retenção de água (MOREIRA et al., 2012), promovendo redução da produtividade das culturas.

O sistema de preparo do solo é um fator importante que interfere na compactação e nas características físico-hídricas do solo. A utilização de máquinas no preparo do solo, em condição inapropriada de umidade, promove deformações plásticas do solo, reduzindo sua qualidade física (MAZURANA et al., 2011).

A compactação é observada pelo aumento da resistência do solo à penetração (SEVERIANO et

al., 2010), e pode ser medida por meio de equipamentos dinâmicos ou estáticos, denominados penetrômetro de impacto e penetrógrafo, respectivamente.

De acordo com Tormena & Roloff (1996), para caracterizar a compactação provocada pelo uso e manejo do solo, o penetrômetro de impacto tem sido muito utilizado no setor agrícola, em razão do baixo custo, da ausência de calibração frequente e do fato de os resultados não dependerem do operador.

O preparo do solo por meio de aração e gradagens tem como objetivo fazer com que as condições físicas se tornem favoráveis para o cultivo, reduzindo a compactação e a resistência à penetração das raízes.

Segundo Alvarenga & Cruz (2003), em áreas compactadas a distribuição das raízes pode ser prejudicada, o que compromete a habilidade de absorção de nutrientes e água, além de causar danos à estrutura do solo e reduzir a produtividade (Mantovani, 1987).

Considerando a compactação como um fator importante no desenvolvimento de plantas e na produção de alimentos, o objetivo deste estudo foi identificar a variação da resistência à penetração de um solo compactado, onde havia um antigo carreador, e não compactado, cultivado com milho (*Zea mays L.*) e não cultivado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal de São João del Rei – campus Sete Lagoas, localizada no município de Sete Lagoas – MG, em esquema fatorial 2 x 2, com delineamento em blocos casualizados e oito repetições. O estudo foi conduzido em Latossolo Vermelho distroférrico típico, relevo ondulado, com 63% de argila na camada 0-0,2 m e 61% na camada de 0,2-0,4 m, sendo classificado como solo de textura muito argilosa.

Os fatores testados foram o uso do solo e a condição física do solo. O uso corresponde aos tratamentos foi o solo cultivado com milho e o solo preparado sem cultivo, enquanto o fator condição



física refere-se ao solo compactado e não compactado.

Os solos compactados correspondem a um antigo carreador que foi incorporado à área experimental, em que foi observado, visualmente, sintomas de compactação como a redução do crescimento de plantas de milho.

As áreas cultivadas com milho foram preparadas no sistema convencional, utilizando arado de discos a uma profundidade de aproximadamente 0,25 m e destorroados duas vezes com grade niveladora, proporcionando descompactação superficial.

Após a fase de maturidade fisiológica do milho, as áreas sem cultivo (compactada e não compactada), localizadas paralelamente às áreas cultivadas, também foram preparadas no sistema convencional. Uma semana após o preparo das áreas sem cultivo foram coletadas amostras do solo em todas as áreas experimentais para análise textural, bem como realizados os ensaios de resistência mecânica do solo à penetração (RP).

Nas parcelas experimentais foram coletadas amostras de solo a cada 0,1 m, até 0,5 m de profundidade, com quatro repetições, para determinação da umidade e caracterização textural do solo, utilizando-se o método da pipeta (DAY, 1965), empregando-se solução de NaOH como dispersante químico e agitação lenta de 30 rpm, por 16 horas.

A resistência do solo à penetração (RP) foi determinada em campo no intervalo de 0 a 0,5 m de profundidade, com oito repetições para cada tratamento, por meio do penetrômetro de impacto (modelo IAA/Planalsucar- Stolf) (Stolf et al., 1983), com ângulo de cone de 30°. Os cálculos foram realizados utilizando o programa computacional de Stolf (2014), e os valores obtidos em kgf cm^{-2} foram multiplicados pela constante 0,098 para transformar na unidade MPa (Stolf et al., 1991).

A umidade do solo no momento do ensaio de compactação foi 20% em todas as camadas amostradas, até a profundidade de 0,5 m.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Tukey ou Sckott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que nas camadas de 0-0,1 e 0,2-0,3 m houve interação significativa entre os fatores uso do solo e condição física do solo (**Tabela 1**), evidenciando que no solo compactado houve maior RP.

Esses resultados são confirmados por observações de campo, em que as plantas mostraram, visualmente, menor crescimento em altura e diâmetro. Nesse sentido, estratégias de manejo do solo, como por exemplo, a rotação de culturas ou o uso de escarificadores e subsoladores

são recomendadas para as áreas compactadas. Calonego et al. (2011) observaram efeito benéfico na estruturação do solo e redução da compactação, comprovada pelos menores valores de RP, ao utilizar braquiária em consórcio com milho.

Tabela 1 – Valores médios da resistência do solo à penetração para as profundidades onde houve interação entre os fatores uso do solo e condição física do solo.

	Compactado	Não compactado
0-0,1 m		
Preparado	1,72 aB	1,15 bB
Cultivado	3,94 aA	1,95 bA
0,2-0,3 m		
Preparado	7,31 aA	3,10 bB
Cultivado	6,71 aB	3,98 bA

*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente pelo Teste de Tukey à 5%.

Outra alternativa, mais comum, é o uso de escarificadores mecânicos na redução da RP, como obtido por Mazurana et al. (2011). Esses resultados corroboram com os obtidos por Botta et al. (2006) e Veiga et al. (2007), que também mostraram diminuição nos valores de RP pela escarificação.

Para a camada 0-0,1 m, a área com solo preparado mostrou menores valores de RP, independente do uso do solo ou da condição física do solo.

Esses resultados mostram o efeito das operações de preparo do solo na redução da RP e consequente adequação das condições físicas ao cultivo (Mazurana et al., 2011).

Para a camada de 0,2-0,3 m pode-se perceber na área compactada uma menor RP para o solo cultivado, provavelmente por efeito de descompactação promovido pelo sistema radicular do milho, o que não foi observado na área não compactada.

Houve um aumento da RP na profundidade de 0,2-0,3 m em relação à camada de 0-0,1 m, provavelmente devido ao histórico de preparo da área, onde foram realizados sucessivos cultivos com preparo convencional do solo a uma mesma profundidade, formando uma camada compactada conhecida como “pé de arado”. Isto também foi observado por Beutler et al. (2001), em que o uso de arado de discos implicou em maior resistência à penetração (3,04 MPa) na profundidade de 0,25 m.

Nas profundidades de 0,1-0,2, 0,3-0,4 e 0,4-0,5 m não houve interação entre o uso do solo e a condição física do solo, assim nessas camadas foram analisados os fatores separadamente (**Tabela 2**).



Não houve diferença estatística entre as médias de RP em relação ao fator uso do solo nas camadas 0,1-0,2 m e 0,3-0,4 m, porém na camada 0,4-0,5 m o solo cultivado mostrou maior resistência à penetração, o que talvez não ocorresse caso aumentasse o número de repetições.

Tabela 2 - Valores médios da resistência do solo à penetração para as profundidades onde não houve interação entre os fatores uso do solo e condição física do solo.

Uso do solo	Profundidade (m)		
	0,1-0,2	0,3-0,4	0,4-0,5
Preparado	4,42 a	4,63 a	4,22 b
Cultivado	4,53 a	4,91 a	4,59 a
Condição física do solo			
Compactado	6,22 a	5,85 a	5,28 a
Não Compactado	2,73 b	3,69 b	3,51 b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, analisadas por área ou por uso do solo, para cada profundidade, não diferem estatisticamente pelo teste de sckott-knott à 5%.

Independentemente de o solo estar cultivado ou preparado, a área visualmente compactada mostrou maior resistência à penetração de raízes.

A resistência do solo à penetração aumenta com a compactação do solo, sendo restritiva ao crescimento radicular acima de certos valores que variam de 1,5 a 3,0 MPa, conforme Grant & Lanfond (1993); e de 2,0 a 4,0 MPa, segundo Arshad et al. (1996).

Os valores de RP observados estão entre 1,15 e 7,31 Mpa, sendo a maioria superior ao intervalo crítico para o desenvolvimento das raízes sugerido na literatura.

Tavares Filho et al. (2001) verificaram que os valores de resistência mecânica do solo à penetração apresentados na literatura como restritivos ao crescimento radicular não foram impeditivos para o enraizamento, pois as raízes estavam presentes por todo o perfil do solo.

CONCLUSÕES

O solo compactado possui maior resistência à penetração de raízes.

O preparo do solo na camada 0-0,1 m reduz a resistência à penetração de raízes, independente dos fatores uso ou condição física do solo.

O frequente preparo do solo à profundidade de 0,25 m promove aumento da RP na camada 0,2-0,3 m.

Áreas compactadas mostram menor crescimento e desenvolvimento das plantas de milho.

O trânsito de máquinas agrícolas aumenta a compactação do solo e a RP em todas as profundidades avaliadas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro e à Universidade Federal de São João del-Rei.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C. & CRUZ, J. C. Manejo de solos e agricultura irrigada. In: RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. & COUTO, L., eds. A cultura do milho irrigado. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 70-106p.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, Soil Science Society of America, 1996. 123-141p. (SSSA Special publication 49).

BERGAMIN, A. C. VITORINO, A. C. T.; FRANCHINI, J. C. et al. Compactação em um Latossolo Vermelho distrófico e suas relações com o crescimento radicular do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:681-691, 2010.

BEUTLER, A. N.; SILVA M. L. N.; CURI N. et al. Resistência à penetração e permeabilidade de latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2001, vol.25, n.1, pp. 167-177.

BOTTA, G. F.; JORAJURIA, D.; BALBUENA, R. et al. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus* L.) yields. Soil Tillage Res., 1:164-172, 2006.

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. Revista Brasileira de Ciência do Solo 35:2183-2190, 2011.

DAY, P. R. 1965. Particle Fractionation and Particle-Size Analysis. In C. A. Black (ed) Methods of Soil Analysis. Part I. Soil Sci. Soc. Amer.

GRANT, C. A. & LAFOND, G. P. The effects of tillage systems and rop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci., 73:223-232, 1993.

MANTOVANI, E. C. Compactação do solo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13:52-55, 1987.

MAZURANA, M. et al. Sistemas de preparo de solo: alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:1197-1206, 2011.

MAZURANA, M.; FINK, J. R.; SILVEIRA, V. H. DA; et al. Propriedades físicas do solo e crescimento de raízes de milho em um argissolo vermelho sob tráfego controlado de máquinas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa. 37:1185-1195, 2013.



MOREIRA, W. H.; BETIOLI JR, E.; PETEAN, L. P.; et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico em sistema de integração lavourapeçuária. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:389-400, 2012.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS, M. S. JR. et al. Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-tifton 85. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14:39-45, 2010.

STOLF, R.; FERNANDES, J. & FURLANI Neto, V. L. Penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf: recomendação para seu uso. STAB, 1:18-23, 1983. [(Reeditado: Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983. 9p. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim, 1)]

STOLF, R. teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 15:229-235, 1991.

STOLF, R.; MURAKAMI, J. H.; BRUGNARO, C. et al. Penetrômetro de impacto stolf - programa computacional de dados em EXCEL-VBA. Revista Brasileira de Ciência Solo, 38, 2014.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M.; GUIMARÃES, M.F.; FONSECA, I. C. B. Resistência à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (Zea mays) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25:725-730, 2001.

TORMENA, C. A. & ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 20:333-39, 1996.

VEIGA, M.; HORN, R.; REINERT, D. J. & REICHERT, J. M. Soil compressibility and penetrability of an Oxisol from southern Brazil, as affected by long-term tillage systems. Soil Tillage Res., 92:104-113, 2007.