

Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico induzida pelo tráfego de trator e sua relação com o sistema radicular do milho

ANDERSON CRISTIAN BERGAMIN⁽¹⁾, ANTONIO CARLOS TADEU VITORINO⁽²⁾, JULIO CEZAR FRANCHINI⁽³⁾, CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA⁽⁴⁾, FÁBIO RÉGIS DE SOUZA⁽⁵⁾ & LENITA APARECIDA CONUS⁽⁶⁾

RESUMO – A compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas agrícolas influencia o sistema radicular das plantas. O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes estados de compactação em um Latossolo Vermelho Distroférico muito argiloso em sistema plantio direto, induzidos pelo tráfego de um trator de 5 Mg, por meio de atributos físicos e suas relações com o sistema radicular da cultura do milho. O estudo foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições, e os tratamentos foram cinco estados de compactação: PD – Plantio direto sobre a condição atual que reflete o histórico do manejo de oito anos de plantio direto; PDc1, PDc2, PDc4 e PDc6 - Plantio direto com compactação adicional por tráfego de trator em uma, duas, quatro e seis passadas, respectivamente. A compactação do solo reduziu o comprimento radicular, superfície radicular e diâmetro médio radicular. Foram observadas reduções do comprimento médio de raízes de 55%, 78%, 82% e 86% no PDc1, PDc2, PDc4 e PDc6, respectivamente, comparado com PD. O Comprimento de raiz correlacionou-se de modo significativo e positivo com a macroporosidade, e negativo com a densidade e resistência do solo à penetração, sendo a macroporosidade um bom atributo para análises do comprimento e superfície radicular.

Palavras-Chave: (comprimento radicular e macroporosidade)

Introdução

O sistema de plantio direto vem sendo praticado por grande parte dos agricultores no Brasil, sendo a cultura do milho implantada principalmente neste sistema. Com a ausência de preparo do solo, associada à maior intensidade de uso da terra, expõe o solo a intenso tráfego de máquinas e contribui para alterar a

qualidade estrutural do solo, o que acarreta aumento da compactação sob o sistema de plantio direto [1].

Um aumento na compactação reduz o crescimento de raízes devido o aumento na resistência do solo à penetração, podendo ocasionar sérios problemas nos cultivos agrícolas por restringir o acesso das raízes a água e nutrientes, diminuindo a produção das culturas [2]. Alguns pesquisadores utilizam a resistência do solo à penetração e a densidade do solo para avaliar efeitos dos sistemas de manejo do solo no sistema radicular [3]. Entretanto, não tem sido possível estabelecer relações funcionais desses atributos com o crescimento do sistema radicular e a produção das culturas, pois estas são influenciadas pelas complexas interações entre ar-água-sólido, dificultando a obtenção de valores críticos [4].

Devido à grande dificuldade em avaliar a campo a compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas agrícolas, poucos estudos têm sido realizados. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar diferentes estados de compactação em um Latossolo Vermelho Distroférico muito argiloso em sistema plantio direto, induzidos pelo tráfego de um trator, por meio de atributos físicos e suas relações com o sistema radicular da cultura do milho.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na área da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, no ano agrícola de 2007/2008. O local situa-se em latitude 22°14'08"S, longitude de 54°59'13"W e altitude de 434 m.

O solo foi um Latossolo Vermelho Distroférico, cuja composição granulométrica foi 644 g kg⁻¹ de argila, 203 g kg⁻¹ de silte e 153 g kg⁻¹ de areia nos primeiros 0,20 m. As características químicas foram: pH (H₂O) = 5,7; Ca²⁺ = 69,2 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 31,0 mmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 mmol_c dm⁻³; H+Al³⁺ = 58,0 mmol_c dm⁻³; P = 7,0 mg dm⁻³; K = 5,1 mmol_c dm⁻³ e MO = 37 g kg⁻¹ [5].

⁽¹⁾ Doutorando do PPG em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Dourados, MS, Caixa Postal 533 - CEP 79804-970. E-mail: andersonbergamin@hotmail.com

⁽²⁾ Professor Adjunto IV da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Dourados, MS, Caixa Postal 533 - CEP 79804-970.

⁽³⁾ Pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Rodovia Carlos João Strass/Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta, Caixa Postal 231 - CEP 86001-970.

⁽⁴⁾ Professor Adjunto IV da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq - nível 2. Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Dourados, MS, Caixa Postal 533 - CEP 79804-970.

⁽⁵⁾ Doutorando do PPG em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Dourados, MS, Caixa Postal 533 - CEP 79804-970.

⁽⁶⁾ Mestranda do PPG em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados. Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Dourados, MS, Caixa Postal 533 - CEP 79804-970.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições, e os tratamentos foram cinco estados de compactação: PD – Plantio direto sobre a condição atual que reflete o histórico do manejo de oito anos de plantio direto; PDc1, PDc2, PDc4 e PDc6 - Plantio direto com compactação adicional por tráfego de trator em uma, duas, quatro e seis passadas, respectivamente. As parcelas mediram 5 m de comprimento e 3,6 m de largura.

A indução a compactação do solo foi realizada no dia 13 de novembro de 2007, dois dias após intensa precipitação pluvial, quando o solo possuía um conteúdo de água próximo à capacidade de campo de $0,28 \text{ kg kg}^{-1}$ na camada de 0,0-0,20 m de profundidade. Foi utilizado um trator agrícola MF 292 (105 cv), com rodado de pneus diagonais e massa total de 5 Mg, com pressão de inflação de 96 kPa nos pneus dianteiros (14.9–24 R1) e 110 kPa nos pneus traseiros (18.4–34 R1), sendo 39% da massa do trator distribuída no eixo dianteiro e 61% no eixo traseiro. A compactação foi realizada por meio da passagem dos rodados deste trator, perfazendo toda a superfície da parcela. O número de vezes que o trator trafegou, variou conforme o tratamento, sendo que o tráfego foi sobreposto ao anterior de forma que toda área de cada parcela fosse trafegada com número igual de vezes.

A semeadura do milho (cv. BRS 3150) foi efetuada no dia 22 de novembro de 2007, utilizando-se uma semeadora-adubadora de plantio direto com quatro linhas. O mecanismo sulcador do solo da semeadora foi retirado para não eliminar os possíveis efeitos negativos da compactação, sendo utilizado somente o disco de corte do dosador de sementes. A densidade populacional foi de cinco plantas por metro linear, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m. Adubação consistiu de $0,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ da fórmula 10–30–10, para obtenção da produtividade esperada de 6 a 8 Mg ha^{-1} . A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após a emergência das plântulas, utilizando-se $0,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N na forma de sulfato de amônio, e $0,04 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K_2O na forma de cloreto de potássio. Cada unidade experimental possuiu quatro linhas de milho de cinco metros de comprimento.

As determinações do sistema radicular foram realizadas quando as plantas de milho estavam no estágio fenológico R1 (Florescimento e Polinização). Em cada parcela foi aberta uma trincheira transversal a uma linha de cultivo, onde a parede vertical da trincheira ficou a 0,05 m da planta de milho, expondo a raiz desta planta que foi escolhida aleatoriamente de maneira que representasse o conjunto de plantas da unidade experimental. Após a exposição da raiz, o perfil foi dividido em quadrículas de 0,05 m com auxílio de uma malha de $0,9 \times 0,2 \text{ m}$ colocado em pleno contato com o solo. Efetuou-se então a fotografia do perfil com uma câmera digital. Esta imagem foi segmentada com a técnica de limiarização (thresholding). Posteriormente as raízes foram analisadas nas profundidades de 0,0-0,05; 0,05-0,10;

0,10-0,15 e 0,15-0,20 m, quanto ao comprimento, superfície e diâmetro radicular pelo programa computacional Delta-T Scan.

Para as determinações da densidade, resistência à penetração e macroporosidade, foram coletadas amostras com estrutura preservada em cilindros metálicos com 5,57 cm de diâmetro e 4,1 cm de altura nas mesmas profundidades em que se realizou a análise de raízes.

Após o preparo das amostras, essas foram saturadas e realizado o procedimento para obtenção da macroporosidade pelo método da mesa de tensão, conforme descrito em Embrapa [5]. Estas amostras foram novamente saturadas e submetidas à tensão de 0,01 MPa, em câmeras de Richards, conforme Klute [6].

Quando as amostras atingiram o equilíbrio nesta tensão foi medida a resistência do solo à penetração, utilizando um penetrógrafo eletrônico com velocidade constante de penetração de 1 cm min^{-1} , com diâmetro de base da haste de 4 mm e semi-ângulo de 30° , desenvolvido por Serafim et al. [7]. Após a determinação da resistência à penetração foi determinada a densidade do solo [5].

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativa foi aplicado o teste de Duncan, a 5% de probabilidade, para a comparação de médias. Também, foram realizadas as correlações lineares simples para as combinações duas a duas, dos atributos físicos do solo com o comprimento radicular do milho. Para isso foi utilizado o aplicativo computacional SAEG [8].

Resultados e discussão

A compactação do solo influenciou negativamente o comprimento radicular (CR), superfície radicular (SR) e diâmetro médio radicular (DR) em todas as profundidades (Tabela 1). FOLONI et al. [9] também verificaram em Latossolo Vermelho Distroférico de textura média reduções na densidade do comprimento radicular de plantas de milho na camada de solo compactada.

O CR e SR em todas as profundidades foram maiores no PD e os menores valores sempre foram obtidos nos tratamentos PDc2, PDc4 e PDc6. O CR e SR estão correlacionados de forma significativa ($p < 0,01$) e positiva ($r = 0,98$), por isso nota-se a semelhança encontrada entre os seus resultados.

Analisando a camada de 0,0-0,20 m de profundidade, se observaram reduções do comprimento médio de raízes de 55%, 78%, 82% e 86% no PDc1, PDc2, PDc4 e PDc6, respectivamente, comparado com o PD. Sabendo-se que a diminuição em 40% do comprimento radicular é crítica à produtividade das plantas [10], nota-se que em todos os tratamentos com compactação adicional este valor foi extrapolado, podendo limitar a capacidade das plantas em expressar todo seu potencial produtivo.

Analisando os resultados também é possível observar que na média dos tratamentos, 77% do CR se encontra na camada de 0,0-0,10 m de profundidade. Resultados semelhantes foram obtidos por COLLARES et al. [1] em Argissolo Vermelho Distrófico arênico com a cultura do feijão, onde verificaram maior concentração de raízes na superfície do solo. Estes autores também observaram que

as raízes do feijoeiro apresentaram crescimento reduzido nas camadas mais compactas, sendo a RP do solo o fator mais restritivo ao crescimento radicular, principalmente com solo mais denso e seco.

No crescimento e desenvolvimento do sistema radicular do milho, não houve nenhum período de veranico, sendo que, se ocorresse uma estiagem, principalmente nos estados de compactação mais elevados, poderia vir a prejudicar ainda mais o sistema radicular da cultura e consequentemente a produtividade da mesma.

O CR correlacionou-se de modo significativo ($p < 0,01$) e positivo com a macroporosidade ($r = 0,72$) e negativo com a densidade do solo (D_s) ($r = -0,62$) e resistência do solo à penetração (RP) ($r = -0,59$) (Figura 1).

Mesmo com valores de RP abaixo de 1,10 MPa, o sistema radicular do milho sofreu expressivas reduções em seu comprimento. Isto pode estar relacionado ao conteúdo de água (capacidade de campo) em que se foi medido a RP, pois no campo há intensas variações no conteúdo de água do solo, podendo este ser reduzido, fazendo com que rapidamente a RP passe de uma condição não-limitante para limitante, influenciando negativamente o crescimento das raízes. Gonçalves et al. [11] em Latossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa em casa de vegetação verificaram que a cultura do milheto apresentou na camada compactada, diminuição da densidade do comprimento radicular com o aumento da D_s e RP, sendo que a partir da D_s de $1,18 \text{ Mg m}^{-3}$ e RP de 0,12 MPa já ocorreram reduções no crescimento das raízes.

Analisando-se os dados apresentados na figura 1, observa-se a importância da macroporosidade sobre o comprimento do sistema radicular do milho comparado com os demais atributos físicos do solo estudados. Mostrando que as raízes de milho crescem pelos espaços dos macroporos, corroborando com os resultados obtidos por Servadio et al. [12]. Estabelecendo o limite crítico de macroporosidade de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, pode-se observar que nessa porosidade já encontra uma péssima condição para as raízes.

As correlações da macroporosidade, da densidade do solo e da resistência do solo à penetração com o comprimento radicular do milho, evidenciam que quando os valores destes atributos físicos do solo estão mais distantes dos considerados críticos, o comprimento radicular do milho é pouco influenciado por esses atributos, sendo isso comprovado pela maior dispersão dos dados. A macroporosidade do solo acima de aproximadamente $0,16 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ tem pouca influência sobre o comprimento radicular do milho, já quando os valores estão abaixo desse, nota-se uma pequena dispersão entre os dados, evidenciando elevada atuação da macroporosidade sobre o comprimento radicular do milho. Para a densidade do solo e resistência do solo à penetração, foram observados que valores acima de aproximadamente $1,32 \text{ Mg m}^{-3}$ e 0,64 MPa, respectivamente, são mais precisos para

descrever a influência destes atributos sobre o comprimento radicular do milho.

Com relação ao diâmetro das raízes, observa-se que a compactação do solo reduziu os valores desse atributo avaliado nas raízes de milho em todas as profundidades (Tabela 1). Esta redução no diâmetro de raiz pode ser uma adaptação das plantas às condições restritivas impostas pela compactação, para que as raízes possam penetrar no espaço poroso do solo de menor diâmetro. Clark et al. [2] afirmam que há a formação de raízes laterais com menor diâmetro para penetrar em pequenos poros.

Conclusões

A compactação adicional influencia negativamente o sistema radicular do milho, sendo a macroporosidade um bom atributo para análises do comprimento e superfície radicular.

Agradecimentos

A UFGD e a Embrapa Soja – CNPSO pelo apoio institucional e a CAPES pela concessão de bolsa.

Referências

- [1] COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. & KAISER, D.R. 2006. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 1663-1674.
- [2] CLARK, L.J.; WHALLEY, W.R. & BARRACLOUGH, P.B. 2003. How do roots penetrate strong soil? *Plant and Soil*, 255: 93-104.
- [3] FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G. & LEONEL, C.L. 2007. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 627-636.
- [4] BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. & SILVA, A.P. 2004. Intervalo hídrico ótimo e a produção de soja e arroz em dois latossolos. *Irriga*, 9: 181-192.
- [5] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. 2 ed. Rio de Janeiro. 212p.
- [6] KLUTE, A. 1986. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. *Methods of soil analysis - physical and mineralogical methods*. 2ed. Madison: ASA – SSSA. p.635-662.
- [7] SERAFIM, M.E. 2007. *Desenvolvimento de um penetrógrafo de bancada visando a determinação do intervalo hídrico ótimo (IHO) em diferentes sistemas de produção*. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.
- [8] RIBEIRO JÚNIOR, J.I. 2001. *Análises estatísticas no SAEG*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 301p.
- [9] FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C. & LIMA, S.L. 2003. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38: 947-953.
- [10] PABIN, J., LIPIEC, J., WLODEK, S., BISKUPSKI, A. & KAUS, A. 1998. Critical soil bulk density and strength for pea seedling root growth as related to other soil factors. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, 46: 203-208.
- [11] GONÇALVES, W.G.; JIMENEZ, R.L.; ARAÚJO FILHO, J.V.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; FÁBIO R. & PIRES, F.R. 2006. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 26: 67-75.
- [12] SERVADIO, P.; MARSILI, A.; VIGNOZZI, N.; PELLEGRINI, S. & PAGLIAI, M. 2005. Effects on some soil qualities in central Italy following the passage of four wheel drive tractor fitted with single and dual tires. *Soil & Tillage Research*, 84: 87-100.

Tabela 1. Comprimento radicular, superfície radicular e diâmetro médio radicular das raízes de milho nos tratamentos e profundidades em Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa.

Tratamentos ⁽¹⁾	Profundidade (m)			
	0,0-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20
	Comprimento radicular (m m ⁻²)			
PD	101,11 a	69,40 a	31,68 a	17,68 a
PDc1	55,38 b	24,95 b	11,75 b	6,94 b
PDc2	21,71 c	13,24 bc	8,39 bc	4,83 bc
PDc4	20,05 c	9,75 bc	6,12 bc	3,80 bc
PDc6	16,44 c	7,76 c	4,61 c	2,80 c
CV (%)	37,39	45,83	37,69	38,36
	Superfície radicular (cm ² m ⁻²)			
PD	830,87 a	599,27 a	281,62 a	171,86 a
PDc1	611,31 b	298,06 b	134,41 b	81,23 b
PDc2	241,91 c	132,96 c	82,47 bc	48,25 bc
PDc4	219,60 c	110,28 c	69,22 c	37,52 c
PDc6	165,22 c	76,42 c	41,70 c	25,63 c
CV (%)	38,59	40,75	36,25	40,52
	Diâmetro de raiz (mm)			
PD	0,97 a	1,00 a	0,99 a	0,96 a
PDc1	0,98 a	1,01 a	0,94 ab	0,87 a
PDc2	0,92 ab	0,82 b	0,76 bc	0,74 b
PDc4	0,82 bc	0,89 ab	0,82 abc	0,70 b
PDc6	0,70 c	0,78 b	0,71 c	0,69 b
CV (%)	10,35	13,40	15,18	9,44

⁽¹⁾PD – plantio direto sem compactação adicional; PDc1, PDc2, PDc4 e PDc6 – correspondem a plantio direto com compactação adicional por tráfego de trator de 5 Mg em uma, duas, quatro e seis passadas, respectivamente. Médias na coluna seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

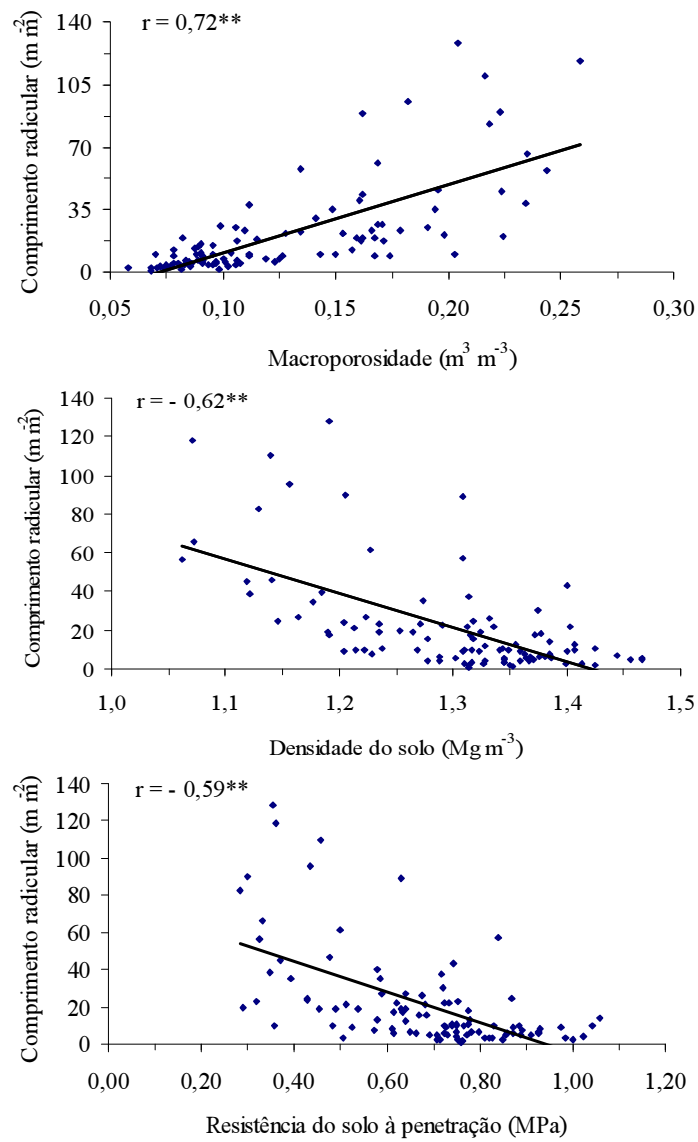


Figura 1. Comprimento radicular (CR) de acordo com a macroporosidade (Mac), densidade do solo (Ds) e resistência do solo à penetração (RP) em Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa. ******significativo pelo teste t, a 1% de probabilidade. Camada de 0,0-0,20 m (n=100).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.