

Efeito de semeadora equipada com haste sulcadora de ação profunda na mitigação da compactação do solo em plantio direto⁽¹⁾.

Márcio Renato Nunes⁽²⁾; Eloy Antonio Pauletto⁽³⁾; José Eloir Denardin⁽⁴⁾; Antônio Faganello⁽⁴⁾; Tiago Scheunemann⁽⁵⁾; Tiago Stumpf da Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES); ⁽²⁾ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água; Universidade Federal de Pelotas (UFPEL); Pelotas, Rio Grande do Sul; Email: márcio_r_nunes@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPEL; ⁽⁴⁾ Pesquisador do centro nacional de pesquisa de trigo – Embrapa Trigo; ⁽⁵⁾ Graduandos em Agronomia, Bolsista de graduação, Departamento de Solos.

RESUMO: A compactação do solo sob plantio direto favorece a concentração de raízes na camada superficial do solo, levando a frustrações de safra quando da ocorrência de pequenas estiagens. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito de semeadora equipada com haste sulcadora de ação profunda na mitigação da compactação do solo em plantio direto. Em um Latossolo Vermelho manejado sob plantio direto com camada compactada, semeou-se milho com semeadora equipada com elemento rompedor de solo tipo disco, atuando até 0,05m de profundidade, e haste sulcadora ajustada para operar a 0,07 e 0,17m de profundidade. Tais profundidades correspondem aos tratamentos. Seis meses após a semeadura, foram coletadas amostras indeformadas no centro das camadas 0,0-0,07m, 0,07-0,17m, 0,17-0,2m e 0,2-0,3m de profundidades, previamente estratificadas pelo método do perfil cultural. Com as amostras determinou-se: densidade; macroporosidade; microporosidade; porosidade total; resistência à penetração e pressão de pré-consolidação. A utilização da semeadora equipada com haste sulcadora de ação profunda elevou a porosidade total e a macroporosidade, diminuiu a resistência à penetração e a pressão de pré-consolidação do solo, na camada subsuperficial, portanto, mitigou a compactação do solo nesta camada.

Termos de indexação: compactação do solo, resistência à penetração, densidade do solo.

INTRODUÇÃO

O “sistema plantio direto” é conceituado como um complexo de preceitos da agricultura conservacionista destinado à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo: mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura ou de plantio; manutenção de resíduos culturais na superfície do solo; diversificação de espécies via rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas; redução ou supressão do intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura subsequente;

manutenção da cobertura permanente de solo; aporte ao solo de material orgânico em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a demanda biológica do solo (Denardin et al., 2011).

Contudo, estes preceitos não são plenamente adotados e o que se observa em áreas sob “plantio direto” é um solo degradado física (Drescher et al., 2011) e quimicamente (Nunes et al., 2011). À pressão exercida pelo tráfego de máquinas (Veiga et al., 2007) e/ou pisoteio animal compacta o solo, elevando sua densidade e reduzindo seu espaço poroso (Rossetti et al., 2012). A calagem e adubação, realizadas em superfície, corrige a acidez e concentra nutrientes (Denardin et al., 2008; Nunes et al., 2011) apenas na camada superficial do solo e favorece a degradação física mediante dispersão de argilominerais na superfície com posterior eluviação destes para a camada subsuperficial, promovendo o adensamento do solo (Carvalho Jr. et al., 1998).

Na camada de 0-0,07m de profundidade as condições físicas e químicas do solo são favoráveis ao desenvolvimento radicular das plantas. O mesmo não ocorre na camada de 0,07-0,20m, onde a densidade e resistência à penetração são elevadas, a permeabilidade do solo ao ar, água e calor, e a fertilidade química do solo são reduzidas. Estes fatores favorecem a concentração do sistema radicular das culturas na camada superficial do solo (Bergamin et al., 2010).

A camada subsuperficial degradada limita a ascensão de água do subsolo para a camada superficial (Silva et al., 2009), onde o sistema radicular se distribui e, na ocorrência de pequenas estiagens, o estresse hídrico se manifesta. Isto justifica os relatos de Denardin et al. (2008) que apontam para frequentes frustrações de safra ao longo de 35 anos após a adoção do “plantio direto” no RS. O que para eles, está associado à degradação estrutural do solo manejado sob o “plantio direto”.

As semeadoras utilizadas em “plantio direto” são equipadas com elementos rompedores de solo que operam na linha de semeadura mobilizando o solo e depositando o fertilizante apenas acima da camada degradada (Denardin et al., 2008), sem contribuir para mitigação da compactação do solo e para o

desenvolvimento das raízes em profundidade. A utilização de semeadoras equipadas com hastes sulcadora de ação profunda, ao contrário de discos lisos e de hastes que atuam a 0,05 e 0,07m de profundidade, poderia contribuir para mitigar a degradação estrutural do solo na camada subsuperficial em “plantio direto”.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de semeadora equipada com haste sulcadora de ação profunda na mitigação da compactação do solo em “plantio direto”.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Trigo (28°11'20" S, 52°19'62" W) em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico (Embrapa, 2006), em relevo suave ondulado. Conforme classificação de Köppen o clima da região é o Cfa. Nos 16 anos antecessores a implantação do ensaio, a área foi manejada sob “plantio direto”.

Durante a condução do estudo, cultivou-se soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*) no verão, e trigo (*Triticum aestivum*) e centeio (*Secale cereale*) no inverno, na seguinte ordem: 09/2009 milho; 03/2010 trigo; 10/2010 soja; 03/2011 centeio; 09/2011 milho. As culturas de verão foram semeadas utilizando uma semeadora equipada com: disco liso; haste sulcadora de 12 mm de espessura, ajustável para operar até 0,17m de profundidade, para abrir o sulco de semeadura e posicionar o fertilizante no solo; discos duplos, para posicionar a semente no solo e roda, em forma de “V”, para fechar o sulco de semeadura. Os tratamentos constituíram-se pelas profundidades de ação dos elementos rompedores de solo da semeadora, quais sejam: T₁ = disco liso, com ação a 0,05m de profundidade; T₂ = haste sulcadora ajustada para agir até 0,07m de profundidade; T₃ = haste sulcadora ajustada para agir a 0,17m de profundidade. Os tratamentos disco liso (T₁) e haste sulcadora com ação a 0,07m de profundidade (T₂), por corresponderem à profundidade de ação dos elementos rompedores de solo tipicamente usados nas semeadoras utilizadas pelos produtores rurais brasileiros, são considerados testemunha. O ensaio foi montado na forma de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada unidade experimental possuía 43,2m² (8,0 x 5,4m).

Em março de 2012, portanto após 6 meses da semeadura da última safra de milho, no sentido transversal às linhas de semeadura, foram abertas trincheiras, medindo 0,3 m de profundidade e 0,6 m de lado, em todas as parcelas para descrição do perfil cultural (Tavares Filho, et al., 1999), afim de identificar camadas de solo com estrutura

homogênea. No perfil, foram identificadas três camadas: uma superficial (0-0,07m), caracterizada por volume de solo com agregados de tamanhos variados, bem como porosidade visível a olho nu e presença de elevada quantidade de raízes; uma subsuperficial (0,07-0,2m), caracterizada por volume de solo formando estrutura maciça e homogênea e agregados compactos, sem porosidade visível a olho nu e com menor concentração de raízes em relação à camada superficial; e camada localizada de 0,2-0,3m, caracterizada pela aparência de solo com estrutura típica de um Latossolo Vermelho. No T₃ a profundidade de ação da haste sulcadora corresponde a 0,17m, assim a camada 0,07-0,2m foi subdividida em duas: 0,07-0,17m; e 0,17-0,20m.

No centro das camadas, na linha de semeadura, foram coletadas três amostras de solo com estrutura preservada, utilizando cilindros de aço de 54,3cm³ (3,0 x 4,8cm), com as quais se determinou: densidade do solo (Ds); porosidade total (Pt); macroporosidade (macro); microporosidade (micro); resistência à penetração (Rp); e pressão de pré-consolidação (σ_p) do solo. A Ds e a porosidade foram determinadas conforme Embrapa (2011). A Rp foi determinada com penetrômetro eletrônico de bancada, modelo MA 933 marca Marconi, dotado de variador eletrônico de velocidade e sistema de registro de dados. As amostras foram submetidas à penetração após serem equilibradas a 10 kPa, sendo realizadas três penetrações por amostra. O penetrômetro apresenta cone com semi-ângulo de 300, diâmetro da haste de 3 mm, e a velocidade de penetração foi de 1 cm min⁻¹. Foram descartadas as leituras da parte superior (0,3cm) e inferior (0,3cm) de forma padronizada para todas as amostras.

Em cada amostra, subsequentemente aplicou-se as pressões de 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 kPa, e o deslocamento para cada pressão aplicada foi gravado. Em seguida as amostras foram secas a 105^o por 24 horas e a densidade calculada. A pressão de pré-consolidação foi calculada conforme Dias Jr & Pierce (1995).

Testou-se a normalidade dos dados pelo teste KS e posteriormente obteve-se a diferença mínima significativa entre os tratamentos para as variáveis pelo teste tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos macro, micro, Pt, Ds, Rp e σ_p (Figura 1) obtidos para a testemunha, onde a semeadura do milho foi realizada com semeadora equipada com elemento rompedor de solo tipo disco atuando a 0,05 m de profundidade (T₁) e tipo haste

sulcadora atuando a 0,07 m de profundidade (T_2), evidenciam a degradação física do solo na área experimental manejada sob “plantio direto”. Na camada 0,07-0,20m de profundidade os valores de D_s , R_p e σ_p são superiores, respectivamente, a $1,4 \text{ g dm}^{-3}$, $3,0 \text{ MPa}$ e 100 kPa , enquanto que a macro é inferior a $0,08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Por outro lado, na camada superficial, 0,0-0,07m, a macro aproximou-se de $0,20 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, e os valores de D_s , R_p e σ_p são ligeiramente inferiores àqueles obtidos na camada 0,07-0,20m. Estes resultados retratam as condições físicas do solo em áreas manejadas sob “plantio direto” no Brasil, sendo que apenas nos primeiros centímetros do perfil há condições físicas favoráveis ao desenvolvimento das plantas, corroborando a ideia de Drescher et al. (2011), que discutem a presença de uma camada compactada localizada entre 0,07 e 0,20m de profundidade, em áreas sob “plantio direto”.

Parte da degradação deve-se a residência da camada subsuperficial adensada e compactada formada ainda no “plantio convencional e ao tráfego de máquinas em áreas sob “plantio direto” que compacta o solo em seu estrato superficial (Veiga et al., 2007). Nos primeiros centímetros do perfil do solo, embora o maquinário também exerça pressão, não se observa compactação, devido: a concentração de material orgânico na camada superficial do solo em “plantio direto”, que influencia na estrutura do solo; aos ciclos de umedecimento e secagem do solo da superfície; e a ação dos elementos rompedores de solo que equipam as semeadoras utilizadas para implantação das culturas, nestas áreas. Estes fatores anulam a compactação do solo em seu estrato superficial.

As semeadoras usadas em “plantio direto” são equipadas com elementos rompedores de solo que, durante a implantação das culturas, escarificam o solo na linha de semeadura até profundidade de 0,05/0,07m, contribuindo para que as condições físicas do solo tornem-se favoráveis ao desenvolvimento das plantas (Drescher et al., 2011). Abreu et al. (2004) concluíram que a mobilização superficial do solo proporcionada pelos discos de semeadora utilizada para semear soja, reduziu a D_s de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob “plantio direto”. Conforme Genro Jr. et al. (2004) durante a implantação de culturas de inverno, em fileiras espaçadas 0,17m, ocorre mobilização de 30% do solo na camada 0,0-0,05m, o que somado ao revolvimento realizado durante a implantação das culturas de verão, resulta em grande volume de solo mobilizado, em seu estrato superficial.

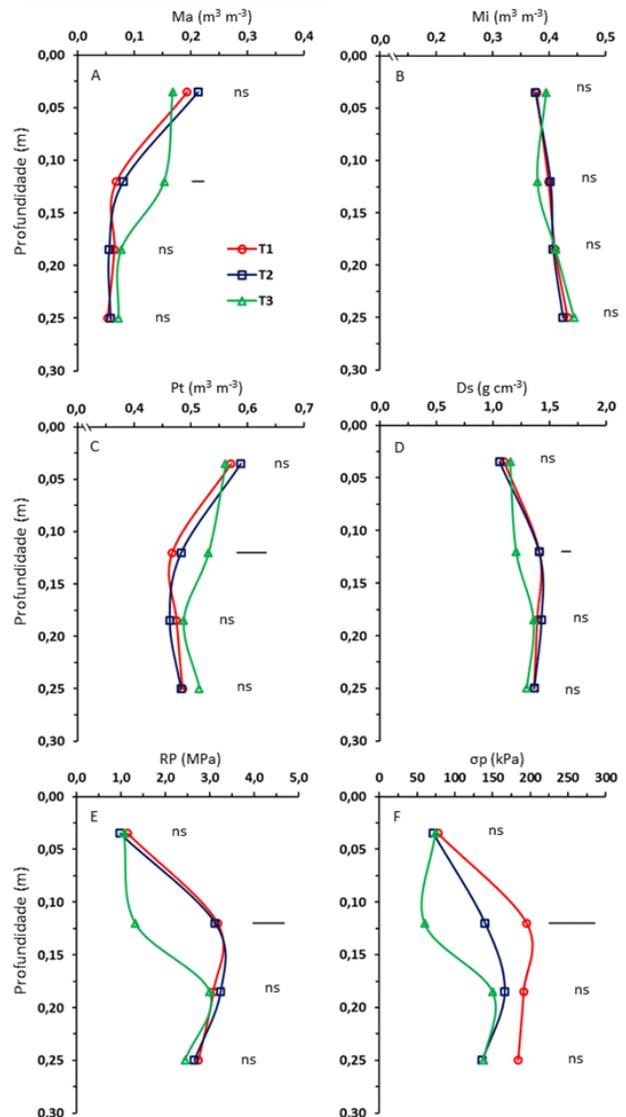


Figura 1. Macro (A); micro (B); porosidade total (C); densidade (D); resistência à penetração (E); pressão de pré-consolidação (F) 6 meses após a semeadura de milho realizada com semeadora equipada com elemento rompedor de solo tipo disco liso atuando a 0,05m de profundidade (T_1), haste sulcadora operando a 0,07m (T_2) e haste sulcadora operando a 0,17m de profundidade (T_3). Linhas horizontais indicam a diferença mínima significativa pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro e ns que não há diferença.

A utilização da semeadora equipada com haste sulcadora atuando a 0,17m de profundidade (T_3) durante a semeadura do milho, promoveu a melhoria física do solo na camada 0,07-0,17m. Ao agir na camada até então compactada e adensada, a haste sulcadora promoveu alterações significativas nos atributos físicos do solo em comparação a T_1 e



T₂, onde o milho foi semeado com semeadura equipada com disco liso atuando a 0,05m de profundidade e haste sulcadora atuando a 0,17m de profundidade, respectivamente. A macro passou de 0,07 (T₁) para 0,15 m³ m⁻³ (T₃) e a Pt de 0,47 (T₁) para 0,53 m³ m⁻³ (T₃). A D_s, R_p e σ_p diminuíram, passando de 1,41 (T₁) para 1,20 g dm⁻³ (T₃), 3,17 (T₁) para 1,31 MPa (T₃) e 195 (T₁) para 59 kPa (T₃), respectivamente. Nas camadas localizadas abaixo do 0,17m não houve efeito significativo.

O retempero físico do solo, proporcionado pela utilização da semeadora equipada com haste sulcadora de ação profunda está de acordo com Cepik et al. (2010) que estudaram o efeito da profundidade de ação do sulcador de adubo sobre a mobilização de solo no sulco de semeadura em um Argissolo Vermelho sob "plantio direto". Observaram que, na semeadura de milho com semeadora de três linhas, o aumento de 0,05 m na profundidade de ação do sulcador (0,065 para 0,115m) implicou em 20,6% de aumento na área de solo mobilizada, sendo notória a diferença entre as profundidades de ação do sulcador quanto ao volume de solo mobilizado. Com espaçamento de 0,80m entre linhas, utilizando três linhas, quando a profundidade passou de 0,065 para 0,115m, houve aumento de mobilização de solo, da ordem de 13,9 m³ ha⁻¹, e utilizando cinco linhas, o incremento de solo mobilizado com o aumento da profundidade de atuação, de 0,071 para 0,113m, foi de 36,5m³ ha⁻¹.

CONCLUSÕES

O uso de semeadora equipada com haste sulcadora de ação profunda mitiga a compactação do solo da camada subsuperficial em "plantio direto", proporcionando elevação da porosidade e diminuição da resistência à penetração, da densidade e da pressão de pré-consolidação do solo.

REFERÊNCIAS

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo Franco-Arenoso sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:519-531, 2004.

BERGAMIN, A.C.; VITORINO, A.C.T.; FRANCHINI, J.C.; SOUZA, C.M.A.; SOUZA, F.R. Compactação em um Latossolo Vermelho distroférico e suas relações com o crescimento radicular do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:681-691, 2010.

CARVALHO Jr., I.A.; FONTES, L.F.; COSTA, L.F. Modificações causadas pelo uso e a formação de camadas compactadas e, ou, adensadas em um Latossolo Vermelho-Escuro textura média, na região do Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:505-514, 1998.

CEPIK, C.T.C.; TREIN, C.R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semadoras-adubadoras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14:561-566, 2010.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; BACALTCHUK, B.; SATTLER, A.; DENARDIN, N.D.A.; FAGANELLO, A.; WIETHÖLTER, S. Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. ed. *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1. p.1251-1273.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELLO, A. 15 de abril dia nacional da conservação do solo: a agricultura desenvolvida no Brasil é conservacionista ou não? *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.10-15, 2011.

DIAS Jr., M.S.; PIERCE, F.J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curves. *Soil Technology*. 8:139-151, 1995.

DRESCHER, M.S.; ELTZ, F.L.F.; DENARDIN, J.E.; FAGANELLO, A. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 35:1713-1722, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo. 2ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011. 230p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

NUNES, R. de S.; SOUSA, D.M.G. de; GOEDERT, W.J.; VIVALDI, L.J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:877-888, 2011.

ROSSETTI, K. de V.; CENTURION, J.F.; OLIVEIRA, P.R. de; ANDRIOLI, I. Atributos físicos nos tempos de adoção de manejos em Latossolo cultivado com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:367-376, 2012.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BORTOLUZZI, E.C. Soil water dynamics related to the degree of compaction of two brazilian oxisols under no-tillage. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:35-43, 2009.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C.; BALBINO, L.C.; NEVES, C.S.V.J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:393-99, 1999.

VEIGA, M. da; 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 and Tillage Research*, 92:104-113, 2007.