

USO DE SUBSOLADOR COMO TÉCNICA DE MELHORIA FÍSICA DE UM SOLO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO EM SERTÃO (RS)

PESINI, F.¹; ROSA, D. P.²; SANTOS, C. C.¹; FINCATTO, D.¹; PAGNUSSAT, L.¹;
BRUINSMA, M. L.¹

¹ Acadêmico do curso Bacharel em Agronomia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, Sertão, RS, bolsista PIBIC-CNPq/IFRS, PIBEX-IFRS Câmpus Sertão, PIBITI-CNPq/IFRS, e-mails: felipepesini@gmail.com;

² Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, Sertão, RS, david.darosa@sertao.ifrs.edu.br.

Resumo:

Os efeitos da compactação do solo cada vez estão sendo encontrados nos locais manejados pelo plantio direto, reduzindo a produtividade das culturas. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da subsolagem nas propriedades físicas de um Nitossolo Vermelho manejado em plantio direto. Os tratamentos foram plantio direto (PD) consolidado há 15 anos e cultivo mínimo (CM) feito com subsolador dotado de disco de corte de palha e rolo nivelador/destorroador. Para avaliações físicas foram mensuradas a macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e resistência do solo a penetração. A subsolagem aumentou macroporosidade acima de 19% nos primeiros 0,08 m, e 14,09% nos 0,15 m e reduziu a densidade do solo. O solo sob PD demonstrou os maiores valores de microporosidade e densidade do solo, sendo que os valores de macroporosidade foram abaixo de 10% nos 0,08m e 0,15m, o que é limitante ao desenvolvimento do milho, apontando efeitos da compactação do manejo. A resistência mecânica do solo a penetração foi restritiva no solo sob PD a partir dos 0,08 m, chegando a 3103,87kPa nos 0,12m. Nas condições em estudo o CM apresenta melhores condições físicas para a semeadura e desenvolvimento das culturas.

Palavras-chave: Resistência do solo, manejo do solo e compactação.

USED OF CHISEL PLOW WITH IMPROVEMENT TECHNIQUE TO PHYSICAL PROPERTIES IN SOIL MANAGEMENT WITH NO-TILLAGE IN SERTÃO (RS)

Abstract:

The effects of the soil compaction every time were founded at the places handled by no-tillage, reducing the productivity of cultures. In that context, the objective of this work was to evaluate the efficiency of the chisel plow in the physical properties of a Red Nitosol handled in no-tillage. The treatments were no-tillage (NT) consolidated 15 years ago and minimum tillage (MT) done with chisel plow equipment with disk of straw cut and leveling system. To physical evaluations was measurement the macroporosity, microporosity, total porosity, bulk density and penetration resistance. The chisel plow increased macroporosity, above 19% in first 0,08 m layer, and 14,09% in 0,15 m, and reduced the density of the soil. The soil under NT demonstrated the largest microporosity and bulk density, and the macroporosity were below 10% in the 0,08m and 0,15m, it is restrict the growth of the corn, demonstrated effects of the compaction by management. The penetration resistance was restrictive in the soil under NT, starting from 0,08 m, arriving to 3103,87kPa in the 0,12m. In the conditions in study the MT presents better physical conditions for the drilling and growth of the cultures.

KEYWORDS: Soil resistance, compaction and soil management.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto (PD) já abrange mais de 95 milhões de hectares ao redor do mundo (NO-TILLAGE, 2008), sendo que no Brasil já ultrapassou de 25,5 milhões de hectares, isto no ano de 2006 (FEBRAPDP, 2011).

Esse sistema de manejo proporciona vários benefícios ao solo e ao meio ambiente, manifesto pela maior retenção da umidade (Salton & Mielniczuk, 1995), possibilitando à cultura uma maior resistência estiagens e a períodos de seca, redução da erosão do solo (Didoné et al. 2002), diminuindo a perda de solo e fertilizantes, que contribuem para sustentabilidade ambiental do sistema, aumento da matéria orgânica, que desencadeia melhorias na estrutura física, CTC (capacidade de troca de cátions), bem como aumento da capacidade de retenção da água no solo (Centurion & Demattê, 1985), sendo que a matéria orgânica atua na estabilização de agregados (Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Paladini & Mielniczuk, 1991); estímulo à microfauna (induzida pela redução dos picos de variação térmica), o qual tem como função a produção de elementos que são responsáveis pela estabilização dos agregados (Henklain, 1997).

Após uso desse sistema de manejo, agricultores e técnicos de campo vem encontrando problemas oriundos da compactação do solo, e como contribuidores desse problema há o tráfego de máquinas agrícolas, considerado como a principal fonte de compactação do solo (Horn & Fleige, 2003), e a errônea pressão de insuflação dos pneus. Tais fontes são mais pronunciadas quando na realização das práticas de manejo com o solo acima do ponto de friabilidade e próximo ao limite plástico (Håkansson, 2005).

Segundo Queiroz-Voltan et al. (2000), as raízes das plantas que se desenvolvem em solos com problemas de compactação acabam não utilizando adequadamente os nutrientes disponíveis, haja visto, que o desenvolvimento de novas raízes, que são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, fica prejudicado. Além disso, esses autores mencionam que a quantidade de oxigênio na rizosfera pode ser limitante nos processos metabólicos. Segundo Hakansson et al. (1998), em solos compactados, o menor desenvolvimento do sistema radicular resulta em menor volume de solo explorado pelas raízes e, conseqüentemente, menor absorção de água e nutrientes.

Tais problemas se estendem para área de mecanização agrícola, pelo aumento da força de tração, visualizado pelo aumento da patinagem do trator, incidindo em desgaste nos mecanismos do trator, aumento no consumo de combustível, proporcionando redução da lucratividade de uma lavoura; redução da profundidade de semeadura; corte irregular da cobertura vegetal, ocasionado pela redução do desempenho do mecanismo sulcador (Klein, 1990).

No Brasil há poucas técnicas para a solução desses problemas. Muller et al. (2001) e Abreu et al. (2004) afirmam que o controle da compactação superficial pode ser feito por métodos culturais, já Hamilton-Manns et al. (2002) ressalta a necessidade de mobilização mecânica, e nessa opção há: o emprego de escarificadores, subsoladores, sulcadores da semeadora em maior profundidade. Tais técnicas de mobilização mecânica também foram objetos de estudo de Håkansson (2005), Raper (2005) e Rosa et al. (2012), demonstrando boas condições físicas ao desenvolvimento das plantas, encontrando maior aeração e condutividade hidráulica que resultou na maior produtividade agrícola no solo subsolado do que o PD. Contudo, Mahl et al. (2004) não encontraram efeito do subsolador nas propriedades físicas em 12 e 18 meses transcorridas a operação.

Várias pesquisas estão demonstrando que a escarificação do solo promove a redução da densidade e da resistência do solo à penetração (De Maria et al., 1999), com o mínimo possível de movimentação do solo. No entanto a longevidade desses efeitos é muito variável, desde poucos meses (Mahl et al., 2004; Hamilton-Manns et al., 2002) até alguns anos (Rosa, 2008).

Com essa problematização o objetivo dessa pesquisa é verificar a eficiência de um subsolador na descompactação de um solo manejado anteriormente pelo plantio direto há no mínimo 15 anos, quantificando e qualificando seus efeitos nas propriedades físicas do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Local

O experimento foi realizado em um Nitossolo Vermelho (Embrapa, 2006) localizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, no ano de 2012/2013 tendo como cultura em análise o milho (*Zea mays* L.), espaçado 0,45 m entre linhas, sendo que esse experimento está localizado em uma área de relevo plano a levemente ondulado.

Tratamentos e amostragens

Para o experimento foi empregado o delineamento blocos casualizados, com 8 blocos e 2 tratamentos, sendo: PD – plantio direto consolidado há 15 anos; CM – Cultivo mínimo realizado com subsolador dotado de disco de corte de palha de 18”, haste estreita (0,035m) e ponteira de 0,085m, mais o rolo nivelador/destorroador. A profundidade de trabalho do subsolador foi aproximadamente 0,25 m. As parcelas são de 3,2 x 12m (L x C), sendo que o espaço entre parcela e entre bloco é de 2,0m, possuindo uma bordadura de 3,7m (largura da semeadora).

Para a semeadura foi empregada uma semeadora-adubadora múltipla, marca Semeato, modelo SHM 15/17, que possui 7 linhas de verão (45cm). O trator para tracionar a máquina foi um trator marca New Holland modelo TL95Exitus, com 95cv de potência nominal, com tração dianteira assistida (TDA).

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 foi utilizado os dados de macroporosidade (Reichert et al., 2008), já para verificar a presença de camadas compactadas foi mensurado a densidade do solo e, sendo após realizada comparação com as densidades restritivas por Reichert et al. (2008).

As amostras foram extraídas em cilindros de aço carbono galvanizadas, em laboratório 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 profundidades em estudo foram: 0,03 m, 0,08 m, 0,15 m, os primeiros 0,15 m, tais camadas foram escolhidas através de estudo prévio da resistência mecânica do solo à penetração, o qual buscou-se as profundidades de maior variação desse parâmetro.

A resistência mecânica do solo à penetração foi realizada para verificar o efeito do subsolador na descompactação do solo. A mensuração dessa foi realizada através do penetrológ, penetrômetro digital com armazenamento automático marca Falker.

Análise estatística

A análise estatística constou de uma análise estatística descritiva, análise de variância, teste de comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e o teste de normalidade, todas realizadas pelo Assitac 7.6 beta (Silva & Azevedo, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** demonstra que a subsolagem (CM) afetou a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo a 0,03 e 0,08 m, quando comparado ao plantio direto consolidado há 15 anos (PD). Na primeira e na segunda profundidade a subsolagem aumentou a macroporosidade em 231,7%, 223,9% e 177,2% respectivos a 0,03, 0,08 e 0,15m, aumentos que geraram diferença entre os tratamentos. O PD demonstra valores críticos (<10%) a partir dos 0,08 m, o que é considerado restritivo e irá repercutir no desenvolvimento da planta. Outro benefício da subsolagem foi na redução da densidade do solo, o qual foi menor ao longo de todo o perfil em estudo. Resultados semelhantes a esse foi encontrado por Camera & Klein (2005), que indicaram que após seis meses transcorrida a escarificação, ainda era encontrada redução da densidade.

Tabela 1 – Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) e Densidade do Solo (Ds) ao longo das profundidades (Prof.) do solo sob plantio direto e cultivo mínimo.

Prof. (m)	Tratamento	Ma	Mi	Pt	Ds
		-----%-----			Mg.m ⁻³
0,03	Plantio Direto	10,64 b	45,97 a	56,62 b	1,37 a
	Cultivo Mínimo	24,65 a	39,58 b	64,24 a	0,97 b
	Coefficiente de Variação (%)	46,81	9,94	8,90	18,93
0,08	Plantio Direto	8,83 b	46,92 a	55,76 b	1,41 a
	Cultivo Mínimo	19,77 a	40,98 b	60,60 a	1,09 b
	Coefficiente de Variação (%)	46,85	9,44	5,73	14,88
0,15	Plantio Direto	7,95 b	46,89 a	55,27 a	1,40 a
	Cultivo Mínimo	14,09 a	43,98 a	58,08 a	1,17 b
	Coefficiente de Variação (%)	42,27	9,41	5,00	12,34

* Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem pelo teste Tukey (p < 0,05).

Nas três camadas em estudo é perceptível o efeito da compactação no solo manejado pelo PD, tal fato é visualizado no aumento da densidade e da microporosidade, e, pela redução da porosidade (Stepniewski et al., 2002).

A maior variação das propriedades físicas encontra-se de 0,08-0,15 m, demonstrando uma camada compactada, estando de acordo com estudos de Reichert et al. (2008) que nomeiam essa como “pé de plantio direto”. Estudos realizados por Silva et al. (2000) e Stone & Silveira (2001) também demonstram essa tendência à compactação na camada subsuperficial em solo sob PD.

Segundo Beutler et al. (2003) solos que apresentam macroporosidade reduzida induzem ao crescimento lateral das raízes, que diminuem o seu diâmetro a fim de penetrarem nos poros menores. Por outro lado, em solos excessivamente porosos pode haver um menor contato solo/raiz, reduzindo a absorção de água e nutriente pelas raízes, provocando também um menor desenvolvimento.

A microporosidade demonstrou diferença até os 0,08m, o qual foi maior no solo sob PD, indicando efeito do tráfego de máquinas acumulado, o qual resulta na quebra dos macroporos, tornando-os, em microporos. Nos 0,15m, embora há diferença nos valores de microporosidade e porosidade total, apontando condições melhores ao CM, não foi suficiente para gerar

diferença significativa.

A resistência mecânica do solo à penetração (RP) encontra-se na **tabela 2**. O manejo mecânico do solo gerou diferença nas profundidades 0,08, 0,12 e 0,15 m. Nos primeiros 0,03m percebe-se redução da subsolagem na RP, que chegou à 143%, contudo, não foi suficiente para gerar diferença significativa. Os valores nessa profundidade não são considerados restritivos (< 2000 kPa, Taylor et. al., 1963), e, demonstra no solo sob PD, ação dos mecanismos sulcadores na melhoria física do solo. A subsolagem foi eficiente na redução da compactação do solo até os 0,12 m, pois resultou em valores abaixo de 2000 kPa, sendo que nos 0,25 m não há mais efeito dessa operação, demonstrando que o estado de compactação desse solo reduziu ação em profundidade do implemento.

Efeito da subsolagem no solo também foi encontrada por Rosa et al. (2008) em Latossolo Vermelho, que reduziu a resistência do solo à penetração e aumentou o espaço aéreo. Ressalta-se que o teor de água do solo entre os tratamentos se manteve ao redor de 21%, demonstrando que os valores de RP se devem ação do manejo.

Tabela 2 - Resistência Mecânica do Solo à Penetração (kPa) nas profundidades em estudo no solo sob plantio direto (PD) e cultivo mínimo (CM).

Profundidade (m)	Tratamento	RP (kPa)
0,03	Plantio Direto	821,37 a*
	Cultivo Mínimo	572,87 a
	CV (%)	92,51
0,08	Plantio Direto	3067,25 a
	Cultivo Mínimo	1013,75 b
	CV (%)	55,33
0,12	Plantio Direto	3103,87 a
	Cultivo Mínimo	1635,37 b
	CV (%)	44,41
0,15	Plantio Direto	2805,12 a
	Cultivo Mínimo	2130,12 b
	CV (%)	30,32
0,25	Plantio Direto	2587,75 a
	Cultivo Mínimo	2643,62 a
	CV (%)	12,19

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

¹ CV – coeficiente de variação

4. CONCLUSÕES

O solo manejado pelo plantio direto há 15 anos apresenta uma camada compactada de 0,08-0,15m, com macroporosidade menor de 9% e resistência maior de 3000 kPa.

A subsolagem é eficiente na descompactação do solo, aumenta a macroporosidade acima de 14% e reduz a densidade do solo abaixo de $1,17\text{Mg.m}^{-3}$, e a resistência mecânica do solo à penetração abaixo de 1700 kPa até os 0,12 m.

A compactação reduz a profundidade de trabalho do subsolador.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. **Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38: 849-856, 2003.

BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 3. ed. Viçosa, UFV, 2006. 120 p.

CAMARA R. K.; KLEIN V. A. **Escarificação em plantio direto como Técnica de conservação do solo e da água**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29:789-796, 2005.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 99-105, 1990.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ, J. L. I. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 263-266, 1985.

CZYZ, E. A. **Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley**. Soil & Tillage Research, 79: 153-166, 2004.

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. **Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:703-709, 1999.

DIDONÉ, A. Jr. et al. Efeito da chuva natural sobre perdas de água e solo em sistemas de produção sob plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBCS, 2002. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: 2. ed. rev. atual. EMBRAPA, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA, 2006, 412 p.

FEBRAPD. Disponível em:
<<http://www.febrapdp.org.br/download/BREvolucaoPD2002a2006.pdf>> Acesso em: 25 de jul. 2013.

HAMILTON-MANNS, M.; ROSS, C.W.; HORNE, D.J. & BAKER, C.J. **Subsoil loosening does little to enhance the transition to no-tillage on a structurally degrade soil.** Soil & Tillage Research, 68:109-119, 2002.

HÅKANSSON, I. **Machinery-induced compaction of arable soils: incidence, consequences, counter-measures.** Uppsala, Sweden: Dept. of Soil Sciences, Division of Soil Management, 2005. 153p

HAKANSSON, I.; STENBERG, M.; RYDBERG, T. Long-term experiments with different depths of mouldboard plowghing in Sweden. **Soil and Tillage Research**, v.46, p.209-223, 1998.

HENKLAIN, J. C. Efeito do preparo sobre as características do solo. In: PEIXOTO, R. T. G.; AHRENS, D. C.; SAMAHA, M. J. **Plantio direto o caminho para uma agricultura sustentável.** Ponta Grossa: IAPAR, 1997. p. 206-221.

HORN, R.; FLEIGE, H. **A method for assessing the impact of load on mechanical stability and on physical properties of soils.** Soil & Tillage Research, 73: 89-99, 2003.

KLEIN, V. A. Desenvolvimento de haste para escarificação em área sob sistema plantio direto. 1990, 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 1990.

MULLER, M.M.L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C.A. **Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 25, p. 531- 538, 2001.

NO-TILLAGE. Disponível em: <<http://rolf-derpsch.com/notil.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

PALADINI, F.L.S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistema de culturas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 15, p. 135-140, 1991.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; NOGUEIRA, S.S.S.; MIRANDA, M.A.C. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, p.929-938, 2000.

RAPER, R. L. **Agricultural traffics impacts on soil.** Journal Terramechanics. Oxford, v. 42, p. 259-280, n. 3-4, Mar./Apr. 2005.

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

ROSA, D. P. da; REICHERT, J. M.; SATTTLER, A.; REINERT, D. J.; MENTGES, M. I.; VIEIRA, D. A. **Esforços e mobilização provocada pela haste sulcadora de semeadora, em Latossolo escarificado em diferentes épocas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43: 396-400, 2008.

ROSA, D. P. da; REICHERT, J. M.; MENTGES, M. I.; ROSA, V. T. da; VIEIRA, D. A.; REINERT, D.J. **Demanda de tração e propriedades físicas de um Argissolo em diferentes manejos e intensidades de tráfego.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47: 118-126, 2012.

ROSA, V. T. da. **Tempo de implantação do sistema de plantio direto e propriedades físico-mecânicas de um Latossolo.** 2009. 101f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 19, p. 313-319, 1995.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** Anais...In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J.M. **Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, 24: 191-199, 2000.

STEPNIEWSKI, W.; HORN, R. & MARTYNIUK, S. **Managing soil biophysical properties for environmental protection.** Agriculture, Ecosystem Environment, 88:175-181, 2002.

STONE, L. R.; SILVEIRA, P. M. **Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25: 395-401, 2001.

TAYLOR, H. M.; BRAR, G. S. **Effect of soil compaction on root development.** Soil & Tillage Research, 19: 111-119, 1991.

TAYLOR, H. M., GARDNER, H. R. **Penetration of cotton seedlings taproots as influenced by bulk density, moisture content and strength of soil.** Soil Science. 96: 153-156, 1963.