

## Uso de subsolador como melhoria física de Nitossolo Vermelho manejado pelo plantio direto.

**Felipe Pesini<sup>(1)</sup>; David Peres da Rosa<sup>(2)</sup>; Diego Fincatto<sup>(1)</sup>, Flavio José Rohden Olbermann<sup>(1)</sup>, Lucas Pagnussat<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Acadêmico do curso Bacharel em Agronomia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão; bolsista PIBEX-IFRS Câmpus Sertão; Sertão, RS; [felipepesini@gmail.com](mailto:felipepesini@gmail.com), [diefincatto@hotmail.com](mailto:diefincatto@hotmail.com), [flavioolbermann@hotmail.com](mailto:flavioolbermann@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, Sertão, RS, [david.darosa@sertao.ifrs.edu.br](mailto:david.darosa@sertao.ifrs.edu.br). <sup>(3)</sup> Acadêmico do curso Bacharel em Agronomia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Sertão, bolsista PROBITI-Fapergs, Sertão, RS, [pagnussat88@hotmail.com](mailto:pagnussat88@hotmail.com);

**RESUMO:** A compactação do solo sob plantio direto é limitante no desenvolvimento e rendimento das culturas, com isso o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da subsolagem nas propriedades físicas de um solo manejado pelo plantio direto. Os tratamentos foram plantio direto (PD) cultivo mínimo (CM) feito com subsolador. 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, apontando para 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 3103,87 kPa nos 0,12m. A camada inicial aponta para condições físicas melhores em ambos tratamentos, demonstrando ação dos mecanismos sulcadores na semeadura.

**Termos de indexação:** Resistência do solo, manejo do solo e compactação.

### INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto (PD) já está consolidado no meio técnico como sistema conservacionista, proporcionando muitos benefícios ao solo, contudo, após anos sob este sistema, os solos passaram a apresentar alguns problemas de compactação superficial. Como contribuidores desse problema têm 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).

A compactação nos solos sob PD reduz a emergência de plantas (Czyz, 2004), altera a

estrutura e, conseqüentemente, gera o decréscimo da: porosidade, macroporosidade, disponibilidade de água e nutrientes (Taylor & Brar, 1991). Além desses há redução da infiltração de água, resultante da quebra da continuidade dos poros que resulta na redução do teor de água do solo que por ventura serviria para o desenvolvimento da planta (Brandão et al., 2006), reduz a capacidade de aeração e diminui a permeabilidade ao ar e água (Rosa, 2009).

Atualmente 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 demonstram 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).

Em face disso, esse trabalho tem por objetivo verificar a eficiência do subsolador na descompactação de um solo manejado pelo plantio direto há mais de 15 anos, quantificando e qualificando seus efeitos nas propriedades físicas do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área agrícola do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão, sob um solo classificado como Nitossolo Vermelho (Embrapa, 2006), instalado no ano de 2012 com a cultura do milho (*Zea mays* L.) espaçada 0,45 m entre linhas.

### Tratamentos e amostragens

Os tratamentos no campo estão distribuídos em blocos ao acaso, 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, 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 propriedades físicas quantificadas foram macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e resistência mecânica do solo à penetração. A macroporosidade foi avaliada para aferir sobre o espaço aéreo no solo (Reichert et al., 2008), a porosidade total e densidade do solo para verificar há presença de camadas compactadas através da 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 camadas em estudo foram: 0,03 m, 0,08 m, 0,15 m, os primeiros 0,15 m, segundo Reichert et al. (2008) é a camada de maior concentração das tensões geradas pelo tráfego, as demais foram escolhidas em função de uma análise prévia no perfil do solo quanto a sua resistência, abrangido assim as profundidades de maior variação.

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 avaliação 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 Assitat 7.6 beta (Silva & Azevedo, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme é visualizado na **tabela 1**, 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 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)	Trat.	Ma	Mi	Pt	Ds
		-----%-----			Mg.m <sup>-3</sup>
0,03	PD <sup>1</sup>	10,64 b	45,97 a	56,62 b	1,37 a
	CM	24,65 a	39,58 b	64,24 a	0,97 b
	CV%	46,81	9,94	8,90	18,93
0,08	PD	8,83 b	46,92 a	55,76 b	1,41 a
	CM	19,77 a	40,98 b	60,60 a	1,09 b
	CV%	46,85	9,44	5,73	14,88
0,15	PD	7,95 b	46,89 a	55,27 a	1,40 a
	CM	14,09 a	43,98 a	58,08 a	1,17 b
	CV%	42,27	9,41	5,00	12,34

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

<sup>1</sup> PD – plantio direto; CM – cultivo mínimo; CV – coeficiente de variação.

As condições encontradas no PD nas três camadas demonstra efeito da compactação, visualizadas no aumento da densidade e da microporosidade, e redução da porosidade e, principalmente macroporosidade (Stepniewski et al., 2002). Percebe-se que a maior variação nas 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**.

**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)	Trat.	RP (kPa)
0,03	PD	821,37 a*
	CM	572,87 a
	CV (%)	92,51
0,08	PD	3067,25 a
	CM	1013,75 b
	CV (%)	55,33
0,12	PD	3103,87 a
	CM	1635,37 b
	CV (%)	44,41
0,15	PD	2805,12 a
	CM	2130,12 b
	CV (%)	30,32
0,25	PD	2587,75 a
	CM	2643,62 a
	CV (%)	12,19

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

<sup>1</sup> Trat. – Tratamento; CV – coeficiente de variação.

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.

## CONCLUSÕES

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

A subsolagem foi eficiente na descompactação do solo, aumentando a macroporosidade acima de 14% e reduzindo 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.

## 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.
- 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.



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.

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.

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 degraded 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

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.

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.

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.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-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.