

## Emprego de subsoladores convencional e com disco de corte de palha na melhoria das propriedades físicas do solo sob plantio direto.

**Lucas Pagnussat<sup>(1)</sup>; David Peres da Rosa<sup>(2)</sup>; Felipe Pesini<sup>(3)</sup>; Diego Fincatto<sup>(3)</sup>; Cláudio Carvalho dos Santos<sup>(1)</sup>; Flavio José Rohden Olbermann<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 PROBITI-Fapergs, Sertão, RS, [pagnussat88@hotmail.com](mailto:pagnussat88@hotmail.com); [claudio.carvalhodossantos@gmail.com](mailto:claudio.carvalhodossantos@gmail.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 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).

**RESUMO:** A subsolagem é uma técnica de descompactação do solo, mas, há várias dúvidas sobre seu efeito. O objetivo desse trabalho foi verificar a necessidade e a eficiência de subsoladores na manutenção da palha e na melhoria das características físicas de um solo sob plantio direto (PD). Para as avaliações foram mensuradas: resistência mecânica do solo à penetração (RP) em transecto, resistência máxima na linha (RP<sub>máx</sub>) e entre linha de semeadura, incorporação de palha, quantidade de palha em superfície e profundidade da RP<sub>máx</sub>. Os subsoladores foram eficientes na melhoria física do solo sob PD, sendo que as condições da RP no solo entre eles foram similares. A presença de disco de corte de palha no subsolador proporcionou menor incorporação de palha com isso, maior manutenção da palha na superfície, 25% de incorporação contra 75% do subsolador convencional. O solo manejado pelo PD apresenta restrição física a partir de 0,08 m.

**Termos de indexação:** compactação, incorporação de palha e resistência do solo.

### INTRODUÇÃO

Solos sob manejo de plantio direto ao longo dos anos vem sofrendo problemas relacionados a compactação do solo o que conseqüentemente reduz a disponibilidade de água e oxigênio para as culturas.

Levando em conta esse problema os produtores vêm empregando implementos para redução da compactação do solo tais como escarificador e/ou subsoladores, dentre eles há duas configurações no mercado nacional, um convencional composto por chassi, haste e ponteira subsoladora e, outro mais recente que, além disso, há disco de corte de palha e um rolo nivelador e destorroador (Figura 1a e 1b), sendo que a haste possui menor largura. Esse sistema tem o objetivo de reduzir a incorporação da palha ao solo mantendo a proteção que a palha exerce contra a erosão e conseqüentemente

reduzindo a perda de nutrientes que ocorre após a movimentação do solo. Segundo Cassol et al. (2004) a presença de resíduos vegetais na superfície tem função principal na redução da velocidade e no aumento da resistência e da altura da lâmina do escoamento, que gera impactos nocivos ao solo.

Estudos feitos por Rosa et al. (2008) apontaram para a redução da compactação do solo com emprego de subsoladores convencionais contudo, o mesmo mantém pouca palha sobre a superfície, quando empregados subsoladores sem disco de corte de palha. A palha tem papel fundamental também na redução da compactação gerada pelo tráfego, conforme foi constatado por Braida et al. (2006), em que a palha na superfície do solo, durante a realização do ensaio Proctor, dissipou até 30% da energia de compactação utilizada.

No sul do país em especial no Rio Grande do sul a semeadura é realizada com o solo com teores de umidade elevados o que conseqüentemente torna-se um agravante para a compactação. A compactação do solo causa redução da aeração do solo o que reduz a quantidade de oxigênio disponível para as raízes, reduz a área potencial explorada pelas raízes e limita a infiltração de água no perfil, todos esses problemas podem gerar a redução da produtividade das culturas.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do emprego de subsoladores com disco de corte de palha na manutenção da palha e na melhoria das características físicas de um solo sob plantio direto.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão, e instalado no ano de 2012.

### Tratamentos e amostragens

Os tratamentos no campo foram distribuídos em blocos ao acaso, com 8 repetições possuindo os seguintes tratamentos: PD – plantio direto com sulcador atuando a 0,07m de profundidade (testemunha); e CMD – cultivo mínimo realizado com um subsolador dotado de disco de corte de palha de 18”, 7 hastes estreitas (0,035m), ponteira de 0,085m, mais o rolo nivelador/destorroador (o nome subsolador foi dado conforme as normas ASAE S225.1); e CMC – cultivo mínimo realizado com um subsolador convencional sem disco para de corte da palha com haste de 0,035m e ponteira de 0,085m. Ambos implementos foram regulados para atuar a uma profundidade de 0,25 m. no momento da subsolagem o mesmo encontrava-se com palha de centeio.

Para avaliação da eficiência de trabalho dos subsoladores foi avaliado a percentagem de incorporação da palha e quantidade de palha sobre a superfície, para tal foram feitas coletas antes subsolagem e após, para a determinação da quantidade de palha incorporada, via a coleta da cobertura superficial de palha em uma área de 0,5 x 0,5 m e, medição da área de palha nessa área, sendo empregada uma trena milimétrica. Durante a medição da área de palha era medido a largura e comprimento da palha sobre a superfície.

Para determinação do estado físico do solo frente os tratamentos com subsoladores e plantio direto, foram mesurados a resistência mecânica do solo à penetração (RP) no florescimento da cultura do milho, sendo realizado em transecto para montar posteriormente gráficos de isolinhas, para tal foi medido a RP na linha de semeadura e mais três pontos equidistantes a direita desse e a esquerda desse, tendo um espaçamento entre esses de 0,05m, totalizando assim uma área de medição de 0,3 x 0,3m, abrangendo toda área explorada pelo sistema radicular da cultura.

A mensuração da RP foi realizada com um penetrômetro digital da marca Falke, configurado para a coleta de dados a cada 0,015m e profundidade máxima de 0,4m. No momento da mensuração da resistência, o solo estava com teor de água ao redor de 20% ao longo de todo o perfil em estudo.

### Análise estatística

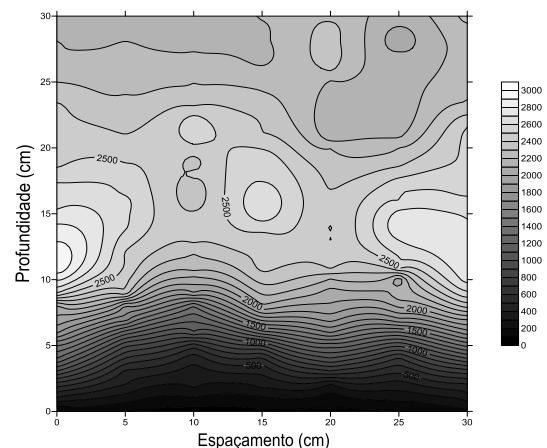
A análise estatística constou de análise de variância e teste de comparação de médias através do teste T ( $P < 0,05$ ) realizada pelo software Assisat 7.6 (Silva & Azevedo, 2008), sendo que os gráficos de isolinhas da RP foram feitos no Surfer 9.0, tanto para montar os grides como o gráfico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

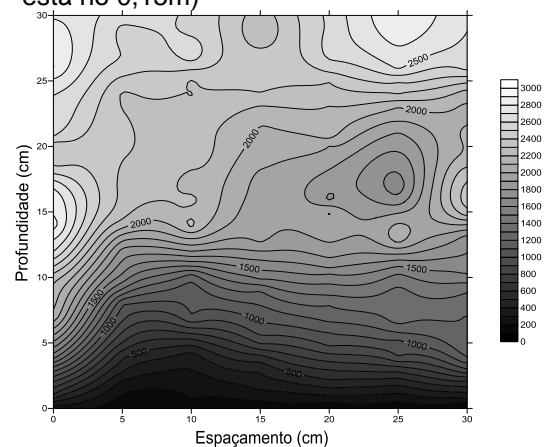
Nas **Figuras 1, 2 e 3** encontram-se os gráficos de isolinhas da RP.

É perceptível o efeito do subsolador na redução da resistência do solo, pois no solo da testemunha sob PD demonstra regiões nos primeiros 0,05 m 1000 kPa, contra 800kPa do CMC e CMD, após essa profundidade chega a 2000kPa próximo dos 0,08m no PD e nos subsolados esse valor considerado crítico por Taylor et al. (1966) começa nos 0,15 m.

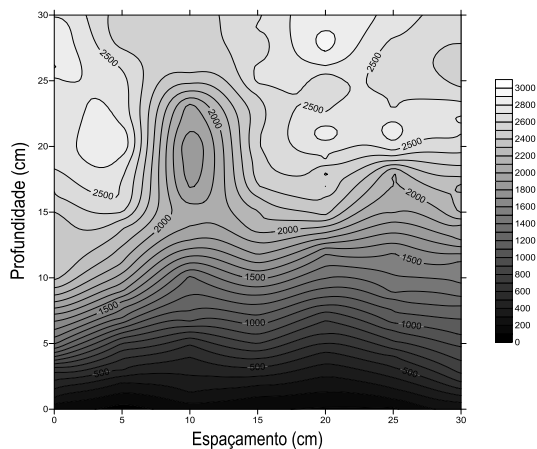
Comparando os subsoladores, há similaridade na resistência do solo, pois as distribuições das tensões no solo seguem a mesma tendência e os valores da RP acontecem geralmente na mesma profundidade, apontando que o trabalho desses implementos em superfície e subsuperfície é similar.



**Figura 1** – Gráfico de isolinhas da RP no solo sob plantio direto a 0,07m (a linha de semeadura está no 0,15m)



**Figura 2** – Gráfico de isolinhas da RP no solo sob cultivo mínimo, subsolador sem disco de corte de palha (a linha de semeadura está no 0,15m)



**Figura 3** – Gráfico de isolinhas da RP no solo sob cultivo mínimo, subsolador com disco de corte de palha (a linha de semeadura está no 0,15m)

O solo sob plantio direto apresenta efeitos da compactação, haja vista os valores de RP restritivos ocorrem a partir dos 0,05m. Efeito da subsolagem na redução da compactação do solo também foi constatado por Rosa et al. (2008) e Collares et al. (2008), sendo que o segundo autor em função disso encontrou maior desenvolvimento radicular.

No gráfico de isolinhas da RP do solo sob PD percebe-se ação do mecanismo sulcador da semeadura, o qual foi regulado para 0,07 m, e, até os 0,08 m a RP (**Figura 1**) foi menor de 2000 kPa. Trabalho de Rosa et al. (2012) demonstra que o sulcador melhora as condições físicas até a sua profundidade de trabalho.

Na **tabela 1** encontram-se os dados de resistência mecânica do solo à penetração máxima (RP Max) na linha e na entrelinha de semeadura, a profundidade de ocorrência dessas, incorporação de palha e Palha sobre a superfície nos tratamentos em estudo. Analisando a RP percebe-se a influência do emprego de subsoladores na redução da compactação do solo, pois apresentou menores RPmáxima ao longo do perfil do solo em estudo tanto na linha como na entrelinha. O PD chegou a 3190 kPa e 3344 kPa na linha e entrelinha respectivamente, valores 159,5% e 167,2% maiores que o valor restritivo ao desenvolvimento de plantas. Já o solo subsolado não ultrapassou o 3000kPa. Tais condições confirmam a constatação realizada anteriormente nas **figuras 2 e 3**, em que o CMC e CMD apresentou menores resistência ao longo do perfil. Na entrelinha a diferença entre os valores não foi suficiente para gerar diferença significativa, contudo, cuidados devem ser tomados haja visto que a diferença na RPmáxima entre o CMD ao PD é 429kPa e entre o CMC e PD é 689 kPa, sendo que os valores já estão acima do valor considerado crítico por Taylor et al. (1963). Outro fato importante

a ser destacado é a profundidade em que as RP máximas foram encontradas apesar de apresentarem valores estatisticamente iguais a RP máxima do plantio direto está situada a 0,10m de profundidade sendo que em cultivo mínimo convencional e com presença de disco aparece a 0,16 e 0,18m respectivamente levando em conta condições de déficit hídrico á uma grande diferença para as plantas cujas raízes nos cultivos mínimos exploram o solo em maior profundidade cerca de 60 e 80% mais área a ser explorada comparativamente ao plantio direto.

**Tabela 1** – Resistência mecânica do solo à penetração máxima (RP Max) na linha (L) e na entrelinha (EL) de semeadura, profundidade de ocorrência dessas, Incorporação de palha (IP) e Palha sobre a superfície nos tratamentos em estudo.

| Trat. | RP máx        |        | Prof.da RPmáx |      | IP      | Palha               |
|-------|---------------|--------|---------------|------|---------|---------------------|
|       | L             | EL     | L             | EL   |         |                     |
|       | -----kPa----- |        | -----m-----   |      | %       | Mg.ha <sup>-1</sup> |
| PD    | 3190 a        | 3344 a | 0,12          | 0,10 | -       | 4,88 a              |
| CMC   | 2190 b        | 2655 a | 0,20          | 0,16 | 75,13 a | 2,57 c              |
| CMD   | 2462 ab       | 2915 a | 0,20          | 0,18 | 35,75 b | 3,50 b              |
| CV(%) | 33,92         | 35,76  |               |      | 15,87   | 14,67               |

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

<sup>1</sup> PD – plantio direto; CMC – cultivo mínimo com subsolador convencional; CMD – Cultivo mínimo com subsolador de disco de corte de palha. CV – coeficiente de variação.

A incorporação de palha foi maior no solo manejado pelo subsolador convencional, chegando a mais de 75%, o qual pode gerar problemas como o aumento da erosão do solo, conforme é relatado por Cassol et al. (2004). Tal condição contradiz estudos de Ortiz-Cañavate & Hernanz (1989) que encontram no solo subsolado mais de 2/3 da cobertura vegetal intacta. Tal condição era esperada haja visto, o volume de palha sobre a superfície manejada pelo plantio direto. O subsolador dotado de disco de corte foi eficiente na manutenção da palha, pois incorporou apenas 35,75%, ou seja, manteve mais de 2/3 da palha sobre a superfície.

Ao avaliarmos a quantidade de palha sobre a superfície é notável a redução da palha na área, em que o solo manejado pelo plantio direto teve 4,88Mg.ha<sup>-1</sup>, já o CMD teve gerou uma redução de 1,39Mg.ha<sup>-1</sup>, contra os 2,31Mg.ha<sup>-1</sup> do CMC, resultado esperado em função da incorporação da palha realizada pelo implemento.

## CONCLUSÕES

O manejo do plantio direto apresenta uma camada mais compacta de 0,08-0,12 m, e demonstra que ação do sulcador na semeadura gera redução dessa compactação na profundidade sulcada.

O subsolador dotado de disco de corte de palha e rolo nivelador mantém mais de 75% da palha sobre a superfície, já o subsolador convencional incorpora mais de 75%.

A subsolagem com os dois modelos de subsoladores reduziu a resistência em todo o perfil do solo mobilizado, sendo que a presença do disco de corte de palha e do rolo nivelador não alterou a condição física quando comparado ao subsolador convencional.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa Ikona implementos agrícolas de Passo Fundo pelo empréstimo do implemento agrícola usado nessa pesquisa.

### REFERÊNCIAS

ASAE - American Society of Agricultural Engineers S313.2. St. Joseph: Agricultural Engineers Yearbook of Standards, 1998. p.820-1.

CASSOL, E. A.; CANTALICE, J. R. B.; REICHERT, J. M.; MONDARDO, A. Escoamento superficial e desagregação do solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 685-690, 2004

BOTTA, G.F.; JORAJURIA, D.; BALBUENA, R.; RESSIA, M.; FERRERO, C.; ROSATTO, H.; TOURN, M. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annuus* L.) yields. *Soil Tillage & Research*, 1: 164-172, 2006.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M.da.; REINERT, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:605-614, 2006

CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A.G. de; RALISCH, R.; SILVA, A.L. da; LADEIRA, A.de S.; SILVA, J.C. da; MACHADO, P.; ROSSETO, R. Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 em plantio direto no basalto paranaense. Londrina: IAPAR, 1998. 47 p. (Circular IAPAR, 105).

COLLARES, G.L.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISERET, D.R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 933-942, 2008.

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

FORSYTHE, W.M. Las propiedades físicas los factores físicos de crecimiento y La productividad del suelo. *Fitotecnia Latino Americana*, 4: 165-176, 1967.

HANWAY, J.J. Growth stages of corn (*Zea mays*, L.). *Agronomy Journal*, 55: 487-492, 1963.

ORTIZ-CAÑAVATE, J.; HERNANS, J.L. Técnica de La mecanización agraria. 3º ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 641p.

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. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Org.). *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. v. 5, p. 49-134.

ROSA, D.P. da; REICHERT, J.M.; SATTLER, 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*, Brasília, 43: 396-400, 2008.

ROSA, D.P. da; MASCHIO, M; DIFENTHAELER, D; BRUINSMA, M. L.; ALFLEN, J.A.; DALL BELLO, G. Redução da compactação do solo na semeadura em solo argiloso. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 19, Lages, 2012. Anais. Lages: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2012. Cdrom.

TAYLOR, H. M., ROBERSON, G. M.; PARKER, J. J. Soil strength - root penetration relations to medium to coarse - textured soil materials. *Soil Science*, 102:18- 22, 1966.



Figura 1 – A) Subsolador com disco de corte e rolo nivelador. B) Subsolador convencional.