

**SUBSOLADOR COM DISCO DE CORTE DE PALHA X SUBSOLADOR  
CONVENCIONAL: MANUTENÇÃO DA PALHA E CONDIÇÃO FÍSICA DE UM  
SOLO SOB PLANTIO DIRETO.**

**SANTOS, C.C.<sup>1</sup>; ROSA, D. P da<sup>2</sup>; PAGNUSSAT, L.<sup>1</sup>; PESINI, F.<sup>3</sup>; FINCATTO, D.<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 PROBITE-Fapergs, Sertão, RS, claudio.carvalhodossantos@gmail.com; pagnussat88@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.

<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 PIBIC-CNPq/IFRS; PIBEX-IFRS Câmpus Sertão, Sertão, RS, felipepesini@gmail.com, diefincatto@hotmail.com.

**Resumo:**

O preparo mínimo do solo mediante o uso de escarificadores/subsoladores na descompactação do solo vem crescendo bastante, visando a minimização dos efeitos provocados pela compactação do manejo de plantio direto, no entanto, os subsoladores convencionais incorporam e mobilizam a cobertura superficial, um dos fatores primordiais do plantio. O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência do subsolador com disco de corte de palha na manutenção da palha e na melhoria das características físicas de um solo sob plantio direto (PD) com o subsolador convencional. 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>. Ambos subsoladores proporcionaram redução na RP ao longo do perfil do solo, demonstrando similaridade entre as condições, sendo que os valores de RP<sub>máx</sub> na linha e na entrelinha foram menores do que em solo sob PD, no entanto a presença de disco de corte de palha proporcionou menor incorporação de palha com isso, maior manutenção da palha na superfície, 25% de incorporação contra 75% do subsolador convencional.

**PALAVRAS CHAVES:**compactação, incorporação de palha e resistência do solo.

**Abstract:**

The use of chisel plow to reduce effect of soil compaction by no-tillage management being grow up, however, the conventional chisel plow incorporate and mobilized the superficial covering, and this is a primordial factors of the no-tillage system. The objective of this work was to compare the efficiency of the chisel plow with disk of straw cut in the maintenance of the straw and in the improvement of the physics characteristics in a soil under no-tillage (NT). The evaluations were measured: mechanical resistance of the soil to penetration (RP) in transecto, maximum resistance in the line drill (RP<sub>máx</sub>) and between drilled, straw incorporation, amount of straw in surface and depth of RP<sub>máx</sub>. Both chisel plow provided reduction in RP along the profile of the soil, demonstrating similarity conditions, and the values of RP<sub>máx</sub> in the line drill and between drill, were smaller than soil under NT, otherwise, the presence of disk of straw cut provided smaller straw incorporation and larger maintenance of the straw in the surface, 25% of incorporation against 75% of the conventional chisel plow.

**KEYWORDS:** compaction, incorporation straw and soil resistance

## **1. INTRODUÇÃO**

Ao longo dos anos os solos agrícolas que apresentam o manejo de plantio direto consolidado vêm sofrendo problemas relacionados a compactação do solo. Em virtude do agravamento deste problema, ocorre no solo a redução da disponibilidade de água e oxigênio para as culturas que gera implicações para o desenvolvimento das culturas.

A técnica da subsolagem, na prática, é frequentemente recomendada para a descompactação do solo, revolvendo subsuperficialmente as camadas adensadas e/ou compactadas. Segundo TORRES et al. (1998) esse implemento resultou características favoráveis ao desenvolvimento das raízes do café e, bem como, aumentou a infiltração de água e o oxigênio do solo.

Os subsoladores são equipamentos preferencialmente indicados para a descompactação mecânica, devido à formação de fissuras com mínima mobilização do solo. Segundo alguns autores, isso mantém grande parte da cobertura vegetal remanescente da cultura anterior e tem pequeno impacto nos teores de matéria orgânica (Torres et al., 1998), além de proporcionar alta rugosidade da superfície do terreno (Secco & Reinert, 1997), reduzindo o escoamento superficial.

Atualmente no mercado agrícola há alguns modelos de escarificadores e/ou subsoladores, dentre eles há duas configurações básicas, um convencional composto por chassi, haste e ponteira subsoladora (Rosa 2008) e, outro mais recente que, além disso, há disco de corte de palha e um rolo nivelador e/ou destorroador (Figura 1a e 1b), sendo que a haste possui menor largura. O segundo sistema tem o objetivo de reduzir a incorporação da palha ao solo mantendo-a sobre o solo, onde tem papel fundamental na redução dos processos erosivos 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 o aumento da resistência e da altura da lâmina do escoamento, que gera impactos nocivos ao solo.

Problemas no emprego de subsoladores convencionais cada vez são notáveis pelos agricultores e técnicos de campo, que apontam para redução drástica da cobertura vegetal, mobilização da rugosidade superficial e embuchamento constante desse implemento.

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 e a colheita são realizadas com o solo em teores elevados de umidade o que conseqüentemente torna-se um agravante para a compactação. Segundo Rosa et al. (2012) 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 comparar a eficiência do emprego de subsolador com disco de corte de palha na manutenção da palha e na melhoria das características físicas de um solo sob plantio direto com o subsolador convencional.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Experimento e tipo de solo**

O experimento foi conduzido em um solo classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006) localizado na área de pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus* Sertão, e instalado no ano de 2012/2013, com a cultura do milho (*Zea mays*).

### **2.2. Tratamentos e amostragens**

Os tratamentos no campo foram distribuídos em blocos ao acaso, com 7 blocos possuindo os seguintes tratamentos: PD – plantio direto com sulcador atuando a 0,07m de profundidade; e como testemunha CMD – cultivo mínimo realizado com uma operação do subsolador dotado de disco de corte de palha e CMC – cultivo mínimo realizado com uma operação de subsolador convencional. Ambos implementos foram regulados para atuar a uma profundidade de 0,25 m, no momento da subsolagem, isso em função do espaçamento entre hastes, obedecendo o critério técnico de espaçamento = 1,5 x profundidade ( solo de textura argilosa).

### 2.3. Máquinas e implementos empregados

A subsolagem do tratamento CMD foi realizada com um subsolador dotado de 7 hastes estreitas (0,035m) equipada com ponteira estreita de 0,085m, mais o disco de corte de palha de 18" e na parte final há o rolo nivelador/destorroador, conforme a figura 1a.

A subsolagem do tratamento CMC foi realizada com um subsolador convencional sem disco para de corte da palha com haste de 0,035m e ponteira de 0,085m (Figura 1b).

Para tracionar os implementos na subsolagem foi empregado um trator Valtra BM125i, com 125cv de potência nominal, com aspiração forçada e motor intercoolado.



**Figura 1.** a) Subsolador dotado de disco de corte de palha e rolo nivelador; b) Subsolador convencional.

Na semeadura foi empregado uma semeadora-adubadora múltipla, da marca Semeato, modelo SHM 15/17, que possui 7 linhas de verão (45cm) e 17 linhas de inverno (17cm). O trator utilizado para tracionar esse implemento foi um trator marca New Holland modelo TL95Exitus, com 95cv de potência nominal, com tração dianteira assistida (TDA) e com kit de direção guiada Topper 4500.

### 2.4. Avaliadores da incorporação e manutenção da palha

Durante a operação de subsolagem o solo continha restos culturas de centeio e, para avaliar a eficiência entre os dosadores na manutenção da palha fez-se uma avaliação da percentagem de incorporação da palha e quantidade de palha sobre a superfície, para tal foram feitas coletas antes da subsolagem e após essa, para a determinação da quantidade de palha incorporada. Para tal foi realizada uma coleta da cobertura superficial em uma área de 0,5 x 0,5 m e, usando uma tesoura de tosquia, buscando cortar rente ao solo toda a cobertura. Logo

após foi pesado e estimado a quantidade de palha por hectare. Para quantificar a incorporação de palha em cada implemento, realizou-se a diferença entre a coleta anterior a subsolagem com a posterior.

### **2.5. Quantificação do estado físico do solo**

Para determinação do estado físico do solo frente os tratamentos com subsoladores e plantio direto, foram mensurados a resistência mecânica do solo à penetração (RP) no florescimento da cultura do milho, sendo realizado em transecto para montar posteriormente mapas de isolinhas da resistência do solo, que fornece uma informação sobre a resistência do sistema radicular. 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 Falker, 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.

### **2.6. Processamento dos dados e análise estatística**

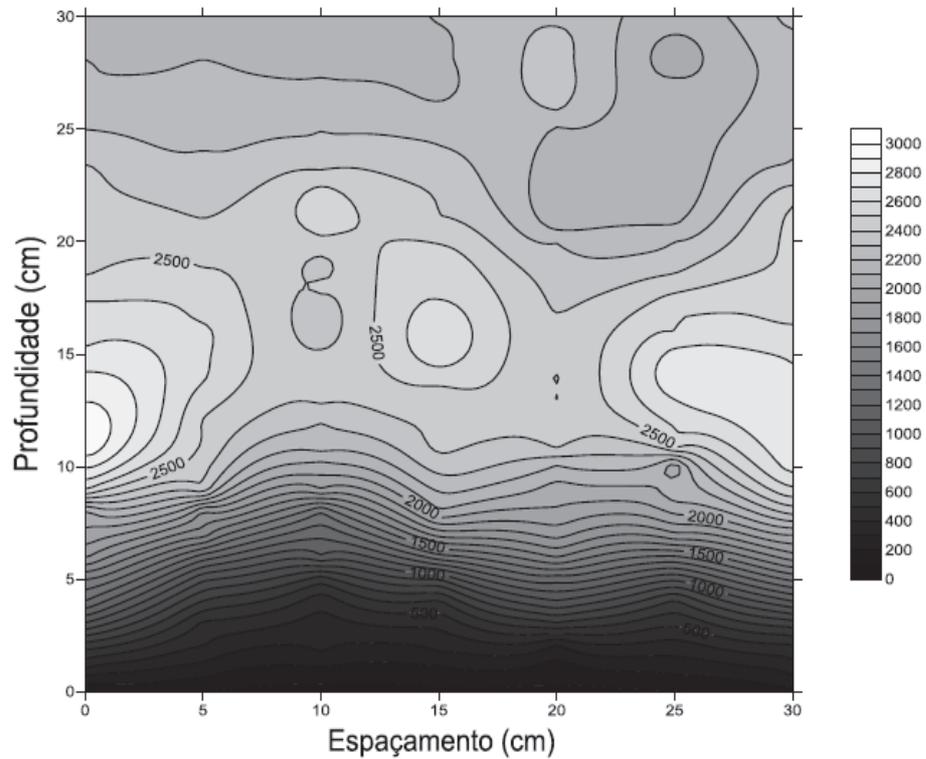
Para montagem dos mapas de resistência, foi empregado o programa Surfer 11, realizando nesse programa também a krigagem dos dados, já para processamento e organização dos dados empregou-se uma planilha eletrônica.

Já a análise estatística constou de teste de normalidade, análise de variância e teste de comparação de médias através do teste Tukey ( $P < 0,05$ ) realizada pelo software Assistat 7.6 (Silva & Azevedo, 2008).

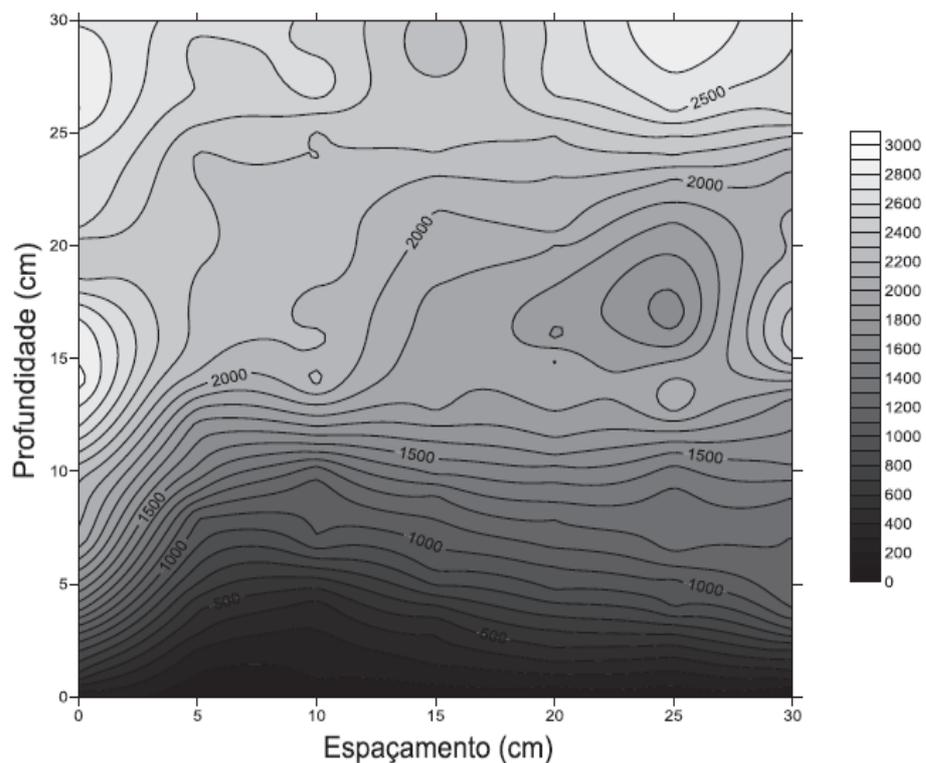
## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas Figuras 2, 3 e 4 encontram-se os mapas de RP. O subsolador reduziu a resistência do solo ao longo do perfil, conforme é visualizado na figura 3 e 4 contra a figura 2, pois no solo sob PD demonstra regiões nos primeiros 0,05m de 1000kPa, contra 800kPa do CMC e CMD, após essa profundidade chega a 2000kPa ao redor dos 0,08m no PD, já nos subsolados esse valor considerado crítico por Taylor et al. (1966) começa nos 0,15 m. Comparando os subsoladores, percebe-se que na resistência do solo um comportamento muito similar, pois as distribuições das tensões no solo seguem a mesma tendência e os valores da RP acontecem

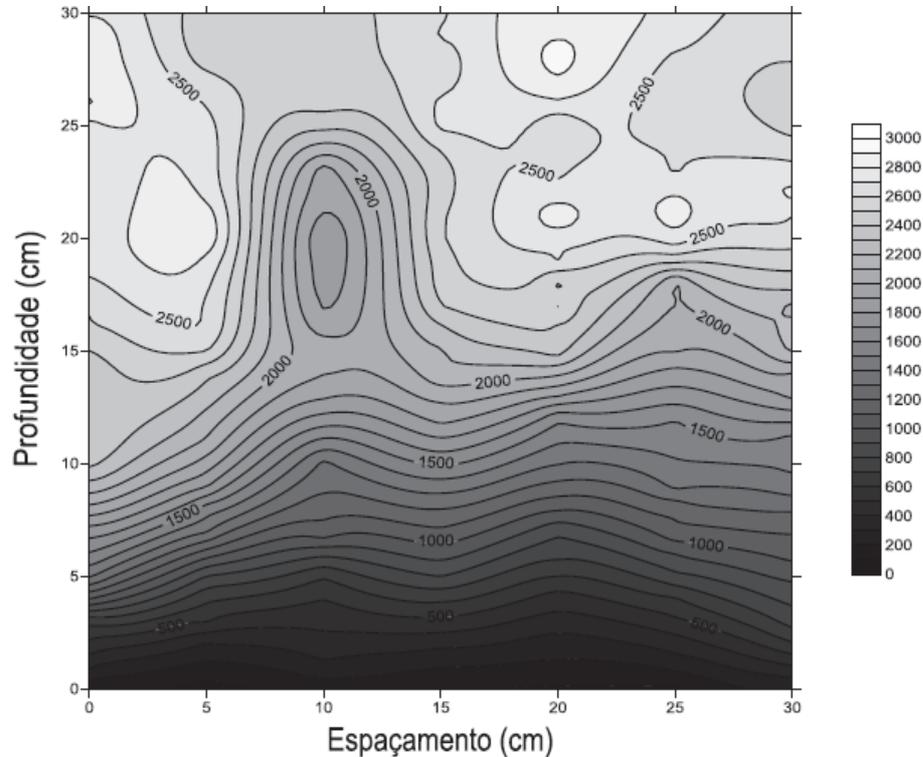
geralmente na mesma profundidade, apontando que o trabalho desses implementos em superfície e subsuperfície é similar.



**Figura 2.** Mapa da RP no solo sob plantio direto a 0,07m (a linha de semeadura está no 0,15m)



**Figura 3.** Mapa da RP no solo sob cultivo mínimo, subsolador sem disco de corte de palha (a linha de semeadura está no 0,15m)



**Figura 4.** Mapa da RP no solo sob cultivo mínimo, subsolador com disco de corte de palha (a linha de semeadura está no 0,15m).

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.

Ação de mobilização do sulcador na semeadura é perceptível na RP (figura 2), o qual foi regulado para 0,07 m, e, até os 0,08m a RP 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.

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 a palha sobre a superfície nos tratamentos em estudo encontram-se na tabela 1.

**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.daRPmáx		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.

Analisando a RP percebe-se a influência do emprego de subsoladores na redução da compactação do solo, pois apresentou menor RP máxima 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 figura 3 e 4, 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 RP máxima 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 aparecem apenas 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.

O subsolador convencional gerou maior incorporação de palha, chegando a mais de 75%, isso pode gerar problemas tais 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. Essa condição é esperada haja visto que 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.

#### **4. CONCLUSÕES**

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

A realização da subsolagem reduziu a resistência à penetração 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.

Ambos subsoladores melhoram as condições físicas do solo anteriormente manejado pelo plantio direto, não havendo diferença entre as condições físicas resultantes das operações.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a empresa Ikona implementos agrícolas de Passo Fundo pelo empréstimo do implemento agrícola usado nessa pesquisa, bem como, a Fapergs, CNPq, e IFRS pela concessão de bolsas de iniciação tecnológica desse projeto.

#### **6. REFERÊNCIAS**

CASSOL, E. A.; CANTALICE, J. R. B.; REICHERT, J. M.; MONDARDO, A. **Escoamento superficial e desagregação do solo em entre sulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais.** Pesq. agropec. bras., v.39, n.7, p.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 annus L.*) yields.** SoilTillage&Research, 1: 164-172, 2006.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; Milton da 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.** R. Bras. Ci. 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 productividaddelsuelo.** Fitotecnia Latino Americana, 4: 165-176, 1967.

HANWAY, J. J. **Growth stages of corn (*Zea mays, L.*).** AgronomyJournal, 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.; 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, Brasília, 43: 396-400, 2008.

ROSA, D. P. da; MASCHIO, M; DIEFENTHAELER, D; BRUINSMA, M. L.; ALFLEN, J.;DALL BELLO, G. **Redução da compactação do solo na semeadura em solo argiloso.** In:

XIX REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA  
, 2012.

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.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F.; PICCININ, J.L.; FARIAS, J.R.B.; GALERANI, P.R. &GAZZIERO, D.L.P. **Avaliação de sistemas de preparo do solo, rotação de culturas e semeadura da soja.** Londrina, Embrapa Soja, 1998 (Série Documentos).