

---

Márcio Luis Vieira <sup>1</sup>;  
Vilson Antonio Klein ;  
Fernando Fávero ;  
Tiago Madalosso ;

---

---

**RESPOSTA DA CULTURA DO GIRASSOL  
A IMPEDIMENTOS FÍSICO-MECÂNICOS  
DO SOLO**

---

**RESUMO:** Quando o girassol é cultivado em solos sem limitação de ordem física ou química, o sistema radicular apresenta potencial para exploração de maior volume de solo, proporcionando maior resistência à seca e, conseqüentemente, maior rendimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de grãos de girassol em solo com distintas condições de estrutura (densidade) e condições químicas para o desenvolvimento do sistema radicular. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas (parcelas principais os manejos de solo e as subparcelas os tipos de sulcamento). Os tratamentos foram: plantio direto, plantio direto escarificado, plantio direto com calcário em superfície, plantio direto escarificado com calcário em superfície, plantio direto escarificado com calcário incorporado e em superfície e plantio direto escarificado com calcário incorporado. Avaliou-se os componentes do rendimento de grãos de girassol e a densidade do solo (Ds). Os resultados indicaram que os grupos de manejo com mobilização do solo apresentaram densidade do solo inferior, demonstrando ser uma alternativa para a conservação do solo e da água e aumento no rendimento de grãos de girassol.

**PALAVRAS CHAVE:** escarificação; sulcador; densidade do solo.

---

Data de submissão: 01-07-2016

Data de aceite: 26-09-2016

1 Professor Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Sertão, Sertao, Rio Grande do Sul, (54) 33458000, CEP: 99170-000, e-mail: [marcio.vieira@sertao.ifrs.edu.br](mailto:marcio.vieira@sertao.ifrs.edu.br)

2 Professor Doutor, Universidade de Passo Fundo – UPF, email: [vaklein@upf.br](mailto:vaklein@upf.br)

3 Eng. Agrônomo, Responsável pela Estação Experimental da Cooperativa Agroindustrial Consolata – COPACOL, Cafelândia – PR, email: [estacaoexperimental@copacol.com.br](mailto:estacaoexperimental@copacol.com.br)

4 Eng. Agrônomo, Cooperativa Agroindustrial Consolata – COPACOL, email: [tiago.madalosso@copacol.com.br](mailto:tiago.madalosso@copacol.com.br)

5 Eng. Agrônomo, Doutorando Cornell University, email: [mb2446@cornell.edu](mailto:mb2446@cornell.edu)

## RESPONSE OF SUNFLOWER CROP SOIL PHYSICAL AND MECHANICAL IMPEDIMENTS

**SUMMARY:** When Sunflower is grown in soil without limitation chemical or physical order, the root system has the potential to exploit a greater volume of soil, providing greater resistance to drought and, accordingly, higher yields. The aims of this study was to evaluate the yield of sunflower seeds in soil with different conditions of structure (bulk density) and chemical conditions for the development of the root system. The experimental design was a randomized block with split plots (main plots the soil management and subplots types of plowing). The treatments were: no-tillage, chiseled, no-tillage with lime surface, chiseled with lime surface, chiseled with lime surface and embedded and chiseled with lime embedded. We evaluated the yield components of sunflower seeds and bulk density (Ds). The results indicated that the management groups with tillage showed lower bulk density, proving to be an alternative to soil and water conservation and increase in yield of sunflower seeds.

**KEYWORDS:** chiseling, trencher, bulk density.

### INTRODUÇÃO

A cultura do girassol tem se apresentado como uma excelente alternativa para produção de grãos destinados a produção de biodiesel, podendo ser cultivada num período em que não ocorra competição com as principais culturas produtoras de grãos e renda para o produtor que são a soja e o milho.

Oliveira et al. (2005) destacam que quando a cultura do girassol é cultivada em solos sem limitação de ordem física ou química, o sistema radicular apresenta potencial para exploração de maior volume de solo, proporcionando maior resistência à seca e ao acamamento, maior absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, maior rendimento.

Solos sob plantio direto, sistema conservacionista de solo, muito adotado na região Sul do Brasil e sobre o qual a cultura do girassol foi implantada, segundo Klein et al. (2007) têm apresentado alguns problemas tanto de ordem física como química. Alterações na estrutura do solo provocadas pelo tráfego de máquinas agrícolas têm ocasionado aumento da densidade com conseqüente aumento na resistência mecânica do solo a penetração das raízes.

Em solos sob plantio direto onde os corretivos (calcário) e fertilizantes são aplicados na superfície do solo, têm-se observado um elevado gradiente na concentração de nutrientes e de elementos

tóxicos ao desenvolvimento do sistema radicular no perfil do solo. Caires e Fonseca (2000) destacam inclusive que a calagem na superfície em sistema plantio direto, sem critério adequado, pode ocasionar redução na absorção de zinco e de manganês em decorrência do aumento do pH nessa camada.

Em contrapartida, Ciotta et al. (2004) concluíram que a aplicação de calcário sobre a superfície do solo e sem incorporação foi eficiente na elevação do pH, na camada de 0-15 cm, e na elevação dos teores de Ca e Mg e da saturação por bases. Bem como na diminuição da saturação por Al trocável, na camada de 0-20 cm, não diferindo do tratamento com incorporação de calcário ao solo com aração e duas gradagens, sendo que, os teores de Ca, Mg e K em solução foram diretamente relacionados com os teores desses elementos na fase trocável.

As semeadoras-adubadoras são equipadas com mecanismos sulcadores que têm por objetivo a mobilização do solo na linha de semeadura, permitindo a colocação do adubo e sementes em profundidade. Os mecanismos sulcadores são os dispositivos que melhor estabelecem a relação entre o solo e as máquinas de semeadura, cuja operação é quase sempre a última na implantação mecanizada de uma cultura (BERTOL et al., 1997). Nesse sentido, é importante avaliar os sulcadores sob condições de rugosidade e cobertura superficial do solo.

Klein & Boller (1995) estudando o efeito da escarificação e de mecanismos sulcadores de semeadoras-adubadoras no rendimento de grão de milho, obtiveram um rendimento de grãos superior em solo escarificado em relação ao plantio direto (PD) e uma diferença entre mecanismos sulcadores em PD. Os mesmos autores concluíram que a utilização de sulcador do tipo facão elimina o problema da compactação do solo, proporcionando um bom desenvolvimento da cultura do milho.

De acordo com Machado et al. (2005), os mecanismos sulcadores são responsáveis pela abertura do sulco para deposição de semente e adubo. É de extrema importância a utilização de sulcadores que estejam em ótimo estado, pois caso se encontrem demasiadamente desgastados, além de abrirem um sulco com formato e profundidade irregulares, exigirão um maior esforço de tração, podendo, também, causar a compactação do fundo do sulco.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento de grãos de girassol em solo com distintas condições de estrutura e condições químicas para o desenvolvimento do sistema radicular.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária da Universidade de Passo Fundo, no município de Passo Fundo, uma região com altitude média de 700 m acima do nível do mar, clima segundo a classificação de Köppen, do tipo Cfa 1 (subtropical chuvoso) e com coordenadas S - 28° 12' e W - 52° 23'. O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento Passo Fundo, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico húmico (Lvd3) (STRECK et al, 2008), relevo ondulado e substrato basalto, com composição média de 0,56 kg.kg<sup>-1</sup> de argila, 0,11 kg.kg<sup>-1</sup> de silte e 0,33 kg.kg<sup>-1</sup> de areia (textura argilosa), apresentando um pH H<sub>2</sub>O médio de 4,8 até os 20 cm de profundidade e índice SMP de 5,1.

A área vinha sendo conduzida sob sistema plantio direto contínuo por um período de 9 anos. Após a colheita da soja, no mês de maio de 2006, foi realizada uma operação de escarificação na profundidade de 25 cm, utilizando-se um escarificador modelo Jumbo-Matic, de engate na barra de tração, equipado com cilindros hidráulicos de acionamento por controle remoto, cinco hastes de formato parabólico, espaçadas em 350 mm, ponteira com largura de 18,7 mm na extremidade e 78,2 mm no meio, disco de corte com diâmetro de 432 mm, para corte dos restos culturais e nivelador/destorroador composto por um rolo com barras transversais/helicoidais, que também tinha por função auxiliar na regulagem da profundidade. A umidade do solo no momento do manejo era 0,2641 kg.kg<sup>-1</sup>. Este equipamento foi adaptado e descrito por Klein et al. (2007) para a injeção de calcário em profundidade. O calcário utilizado foi classificado como da faixa C apresentando as seguintes características: CaO de 26%, MgO de 14%, PN de 81% e PRNT de 75,49%.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com arranjo de tratamentos em parcelas subdivididas e 4 repetições, sendo os manejos (Tabela 1) as parcelas principais e as subparcelas constituídas dos tipos de sulcamento em parte das parcelas principais. As parcelas apresentavam 50 m<sup>2</sup> (5 m de largura e 10 m de comprimento).

**Tabela 1** Tratamentos do experimento

Código	Tratamentos	Discriminação
T1	PD	Plantio direto, sem aplicação de calcário.
T2	PDE	Plantio direto escarificado, sem aplicação de calcário.
T3	PD+CS	Plantio direto com aplicação a lanço de calcário em superfície, SMP para atingir pH 5,5 de acordo com a análise de solo*.
T4	PDE+CS	Plantio direto com aplicação de calcário em superfície, aplicado lanço ½ SMP para atingir pH 5,5 e após escarificado.
T5	PDE+CS+CI	Plantio direto onde foi aplicado a lanço ½ SMP para atingir pH 5,5 + 1/2 SMP para atingir pH 5,5 em profundidade com aplicador escarificador de acordo com a análise de solo.
T6	PDE+CI	Plantio direto onde foi aplicado ½ SMP para atingir pH 5,5 cc aplicador escarificador de acordo com a análise de solo.

\*As doses de calcário foram 3,1 Mg.ha<sup>-1</sup> em superfície e 3,1 Mg.ha<sup>-1</sup> em profundidade com calcário PRNT 75,49%.

Após a escarificação foi semeado, trigo, aveia e cevada no inverno de 2006 e soja na safra 2006-07. No inverno essa área ficou com plantas de cobertura do solo, predominando o azevém.

No dia 19/10/07, após dessecação das plantas de cobertura, semeou-se girassol utilizando o híbrido triplo AG 972 (Agrobel), e com adubação de base de 300 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula 5-30-20 NPK (CQFSRS/SC, 2004). A plena emergência ocorreu no dia 30/10/07. No dia 23/11/07 aplicou-se por pulverização boro (2,0 kg.ha<sup>-1</sup>) e no dia 28/11/2007 40 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia.

Para a semeadura realizou-se sulcamento e a deposição de adubo utilizando semeadora adubadora PDM Plus 700, com 4 linhas espaçadas em 90 cm. Duas linhas eram equipadas com sulcador do tipo facão para adubo e outras duas não possuíam sulcador para o adubo. A semeadura do girassol foi feita utilizando saraquá.

Determinou-se a massa seca de restos culturais na superfície do solo no momento da semeadura que foi de 5600 kg.ha<sup>-1</sup>, a qual proporcionava praticamente 100% da superfície do solo coberto com restos culturais.

Antes da maturação, os capítulos foram protegidos do ataque de pássaros utilizando sacos de papel. A colheita foi realizada manualmente e os capítulos trilhados utilizando colhedora de parcelas. O rendimento de grãos foi determinado colhendo-se as plantas em 2 m de duas linhas centrais de cada parcela, determinando a umidade da massa de grãos, onde também foi analisado o número de capítulos.m<sup>-2</sup> e o diâmetro de capítulos (cm).

As amostras com estrutura preservada (n=96), utilizadas para a determinação da densidade do solo, foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, com o auxílio de um amostrador do tipo "Uhland", utilizando cilindros de aço inoxidável com 5 cm de diâmetro

e 5 cm de altura. A determinação da densidade do solo foi realizada conforme a metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. As análises foram processadas por meio do programa ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável número de capítulos.m<sup>-2</sup> (Tabela 2) o maior número esteve no manejo PDE+CS e o menor no manejo PDE+CI. Quanto aos tipos de sulcadores não ocorreram diferenças em relação ao número de capítulos.m<sup>-2</sup>. No tratamento com retirada do sulcador (SSC) não ocorreram diferenças entre os manejos.

**Tabela 2** Número de capítulos.m<sup>-2</sup> em função do manejo e tipo de sulcador na cultura do girassol (ano 2007/2008)

Tratamento	CSC	SSC	Médias
PD	A 4,44 ab	A 4,17 ns	4,31 ab
PDE	A 4,17 ab	A 4,03	4,10 ab
PD+CS	A 4,44 ab	B 4,03	4,24 ab
PDE+CS	A 5,28 a	B 4,31	4,79 a
PDE+CI+CS	A 4,17 ab	A 4,44	4,31 ab
PDE+CI	B 3,47 b	A 3,75	3,61 b
Média	A 4,33	A 4,12	
CV	27,48 %		

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na horizontal (comparação de tipo de sulcador no manejo) e seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (comparação de manejos no sulcador) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns: não significativo.

O diâmetro de capítulos (Tabela 3), na média dos sulcadores foi maior no manejo PDE+CI, que não diferiu estatisticamente do PDE+CI+CS, PDE+CS, PD+CS e PDE. O menor rendimento foi no manejo PD. Novamente dentro do tratamento SSC não ocorreram diferenças entre os manejos. Dentre os tipos de sulcadores o maior diâmetro de capítulos foi com sulcador.

**Tabela 3** Diâmetro de capítulos (cm) em função do manejo e tipo de sulcador na cultura do girassol (ano 2007/2008)

Tratamento	CSC	SSC	Médias
PD	A 16,70 ab	B 15,15 ns	15,93 b
PDE	A 18,25 ab	A 18,03	18,14 a
PD+CS	A 17,59 ab	A 16,68	17,14 ab
PDE+CS	A 16,66 b	B 17,95	17,30 ab
PDE+CI+CS	A 18,97 a	B 17,52	18,25 a
PDE+CI	A 18,61 ab	A 18,63	18,62 a
Média	A 17,80	B 17,33	
CV	10,80 %		

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na horizontal (comparação de tipo de sulcador no manejo) e seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (comparação de manejos no sulcador) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns: não significativo.

O manejo PD proporcionou rendimento de grãos de girassol (Tabela 4) significativamente inferior aos demais, e o manejo PDE+CI+CS o maior rendimento sendo semelhante aos manejos PDE+CS, PD+CS, PDE e PDE+CI. Em ambos os sistemas de sulcamento não ocorreram diferenças entre os manejos. A presença do sulcador apresentou influência na produtividade da cultura do girassol, sendo que com exceção do manejo PDE em todos os outros o sistema com sulcador (CSC) propiciou maiores rendimentos que o sistema sem sulcador (SSC), tendo o sistema CSC obtido um maior rendimento de grãos com 2601 kg.ha<sup>-1</sup> contra 2312 kg.ha<sup>-1</sup> do SSC.

**Tabela 4** Rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) em função do manejo e tipo de sulcador na cultura do girassol (ano 2007/2008)

Tratamento	CSC	SSC	Médias
PD	A 2298 ns	B 1876 ns	2078 b
PDE	A 2426	A 2560	2493 a
PD+CS	A 2806	B 2204	2505 a
PDE+CS	A 2714	B 2528	2621 a
PDE+CI+CS	A 2820	B 2482	2651 a
PDE+CI	A 2559	B 2223	2391 a
Média	A 2601	B 2312	
CV	14,26 %		

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na horizontal (comparação de tipo de sulcador no manejo) e seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (comparação de manejos no sulcador) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns: não significativo.

O ganho médio dos manejos com PDE em relação ao PD foi de 248 kg.ha<sup>-1</sup>, o que equivale a um aumento de rendimento de 11,26%.

Isso pode ser atribuído ao fato do mecanismo de sulcador do tipo CSC ter uma maior capacidade de penetração, podendo romper as camadas compactadas que são comumente encontradas em solos argilosos, minimizando os efeitos da densidade do solo e melhorando o leito de semeadura, favorecendo a cultura (MELLO & TAKAHASHI, 2000; SILVA et al., 2002). Estes dados confirmam que a presença de calcário e a mobilização do solo propiciam um melhor ambiente para o desenvolvimento do girassol tendo reflexo no rendimento de grãos.

Esses resultados corroboram com inúmeros outros trabalhos (Klein et al., 2008) que também encontraram incremento no rendimento de grãos de outras culturas comerciais quando o plantio direto é escarificado eventualmente.

A ação de descompactação do mecanismo sulcador do tipo guilhotina é evidenciado pelos resultados de rendimento de grãos do girassol, tendo este apresentado rendimento de grãos significativamente superior a tratamento sem sulcamento.

Estes resultados concordam com os encontrados por Klein e Boller (1995) e demonstram que efetivamente existe impedimento ao pleno desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o que pode ser minimizado utilizando os sulcadores no momento da semeadura.

Em relação a densidade do solo (Tabela 5), ocorreram diferenças significativas entre os manejos, formando dois grupos distintos: no primeiro deles os manejos que não sofreram mobilização (PD e PD+CS) com maior densidade do solo e os que sofreram mobilização (PDE, PDE+CS, PDE+CI e PDE+CS+CI) com menor densidade do solo.

A escarificação do solo sob sistema plantio direto há seis anos, segundo Klein et al. (2008), aumentou o rendimento de grãos de trigo semeado sete meses após a escarificação e diminuiu a densidade e a densidade relativa do solo, aumentando a porosidade total e a porosidade livre de água durante o ciclo da cultura do trigo.

Com relação à profundidade, na média dos manejos, a densidade aumentou com o aumento da profundidade (Tabela 5). Dentro dos manejos, as maiores densidades foram encontradas no PD, nas camadas de 0-5, 5-10 e 15-20 cm, onde somente na camada de 10-15 cm não ocorreram diferenças entre os manejos

Estes dados concordam com os resultados encontrados por Vieira (2006), Silva et al. (2000), Reichert (2008), indicando que, no sistema plantio direto, há tendência à compactação na camada subsuperficial, porém em profundidade menor do que para preparos que mobilizam o



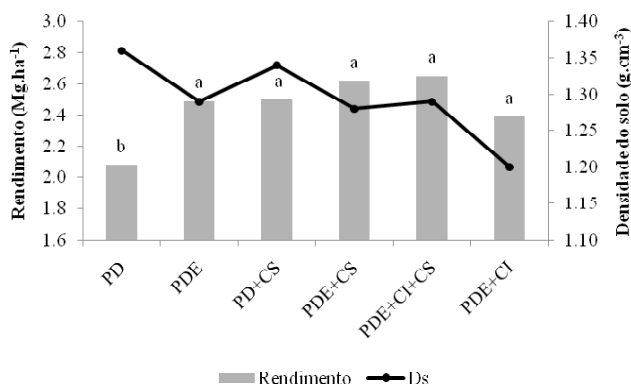
solo (KLEIN, 1998). Essa maior densidade do solo em PD deve-se ao não revolvimento do solo e tráfego de máquinas (KLEIN & BOLLER, 1995).

Em relação ao rendimento de grãos de girassol, o menor rendimento esteve relacionado com a maior densidade do solo (Figura 1) encontrada no manejo PD. Porém a calagem superficial no PD compensou este efeito.

**Tabela 5** Densidade do solo em função do manejo e profundidade

Manejos	0 – 5				5 – 10				10 – 15				15 – 20				Média	
	cm																	
Mg.m <sup>-3</sup>																		
PD	B	1,34	a	B	1,34	a	A	1,34	ns	A	1,39	a	1,36	a				
PDE	B	1,14	b	A	1,33	ab	A	1,33		A	1,34	b	1,29	b				
PD+CS	B	1,33	a	B	1,33	ab	BA	1,34		A	1,38	ab	1,34	a				
PDE+CS	B	1,12	b	A	1,32	ab	A	1,33		A	1,36	ab	1,28	b				
PDE+CI+CS	A	1,24	ab	A	1,31	b	A	1,32		A	1,29	c	1,29	b				
PDE+CI	C	1,19	b	B	1,32	ab	B	1,31		A	1,36	ab	1,30	b				
Média	C	1,23		B	1,32		B	1,33		A	1,35							
CV (%)		2,95																

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na horizontal (comparação de profundidades no manejo) e seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (comparação de manejos na profundidade) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns: não significativo.



**Figura 1:** Relação entre rendimento de grãos de girassol e densidade do solo em função de diferentes manejos. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## CONCLUSÕES

A ação de descompactação do mecanismo sulcador do tipo guilhotina é evidenciado pelos resultados de rendimento de grãos do girassol, tendo este apresentado rendimento de grãos significativamente superior a tratamento sem sulcamento.

Em relação à densidade do solo após a implantação dos manejos, ocorreram diferenças significativas entre os mesmos, formando dois grupos distintos: no primeiro deles os manejos que não sofreram mobilização (PD e PD+CS) com maior densidade do solo e os que sofreram mobilização (PDE, PDE+CS, PDE+CI e PDE+CS+CI) com menor densidade do solo.

Os resultados indicaram que os grupos de manejo com mobilização do solo apresentaram densidade do solo inferior ao grupo de manejos com PD, demonstrando ser uma alternativa para a conservação do solo e da água e aumento no rendimento de grãos de girassol.

## REFERÊNCIAS

BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.409-418, 1997.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F. Adsorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. *Bragantia*, Campinas, v.59, n.2, p.213-20, 2000.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.317-326, 2004.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFSRS/SC. *Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 10.ed. Porto Alegre, SBRS/Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2a Ed. Rio de Janeiro: 1997, 212 p.

KLEIN, V. A. *Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo*. Piracicaba, 1998. 150 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), USP-ESALQ, 1998

KLEIN, V.A. ;BOLLER W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em área sob sistema plantio direto. *Revista Ciência Rural*. 25(3), p.395-8, 1995.

KLEIN, V.A.; VIEIRA, M.L.; DURIGON, F.F.; MASSING, J.P.; FÁVERO, F. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. *Ciência Rural*, v.38, n.2. p. 365-371, 2008.

KLEIN, V.A.; DALLMEYER, A.U.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; BOLLER, W.; FIOREZE, I.; VIEIRA, M.L.; DURIGON, F.F.; FÁVERO, F. Adaptação de um equipamento para incorporação de calcário em solos sob plantio direto. *Rev. Ciências Agroveterinárias*. v. 6, n.2. p.95-103, 2007

MACHADO, A.L.T.; REIS, A.V.; MORAES, M.L.B. de; ALONÇO, A. dos S. *Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais*. Pelotas: Editora da UFPel, 2ed., 2005. 299p.

MELLO, L. M. M.; TAKAHASHI, C. M. Avaliação de mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semadoras-adubadoras para cultura do milho (*Zea mays* L.) em semeadura direta In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, Fortaleza, 2000. *Resumos Expandidos*. Fortaleza: CONBEA, 2000. CD-ROM.

OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; FRANCHINI, J.C.; TORRES, E. Manejo do solo. In.: LEITE, R.M.V.B.C; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. *Girassol no Brasil*. Embrapa Soja, Londrina, 2005. 641p.

REICHERT, J.M. et al. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. *Soil Till. Res.*, v.online, p.1-13, 2008.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. *Qualidade física do solo: métodos de estudo-sistemas de preparo e manejo do solo*. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 1-18.

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

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEAUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2485 – 2492, dez. 2000.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. et al. *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2008. 222 p.

VIEIRA, M. L. *Propriedades físico-hídrico-mecânicas do solo e rendimento de milho submetido a diferentes sistemas de manejo*. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo-RS, p.115, 2006. (Dissertação de Mestrado).