

# DEMANDA DE TRAÇÃO EM HASTES SULCADORAS DE ADUBO PARA SEMEADURA DIRETA AFETADA POR ROTAÇÃO DE CULTURAS, FONTE DE NUTRIENTES E TRÁFEGO DE RODADOS<sup>1</sup>

HENRIQUE DEBIASI<sup>2</sup>, RENATO LEVIEN<sup>3</sup>, CARLOS R. TREIN<sup>3</sup>, OSMAR CONTE<sup>2</sup>, CARLA CEPIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq/PRONEX - Solos.

<sup>2</sup> Estudantes do PPGCS/UFRGS, Porto Alegre/RS. E-mail: henridebiasi@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Eng.º Agr.º, Professor Adjunto, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia/UFRGS.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** Objetivando verificar o efeito da rotação de culturas e da fonte de nutrientes, em duas condições de tráfego, sobre a demanda de força de tração de hastes sulcadoras para adubo, conduziu-se um experimento no delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas e quatro repetições, em Eldorado do Sul, Brasil. Os tratamentos constaram de duas fontes de nutrientes (mineral e orgânica), dois sistemas de rotação de culturas (soja/trigo/milho/aveia branca e soja/aveia + ervilhaca/milho) e duas condições de tráfego (com e sem). Estes tratamentos foram comparados a duas testemunhas, uma mantida descoberta durante o inverno e outra o ano inteiro, as quais também foram subdivididas em áreas com e sem tráfego. O uso de fontes de nutrientes orgânicas, aliado a sistemas de rotação de culturas que mantenham o solo coberto com vegetação no inverno e no verão, aumentou a demanda de tração em hastes sulcadoras de adubo, o que pode ser justificado pela maior adição de matéria orgânica nestes tratamentos, resultando no aumento da resistência do solo ao cisalhamento. O esforço de tração foi menor nas áreas trafegadas, em virtude da menor profundidade do sulco.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo do solo, semeadoras-adubadoras, mecanismos sulcadores.

## DRAFT REQUIREMENT BY FERTILIZER CHISEL-TYPE FURROW OPENERS FOR DIRECT PLANTING AS AFFECTED BY CROP ROTATION, NUTRIENT SOURCE AND TRAFFIC

**ABSTRACT:** An experiment in complete randomized split plots with four replications was carried out in Eldorado do Sul, Brazil, to assess the combined effects of crop rotation and nutrient source on draft requirement of fertilizer chisel-type furrow openers, considering two traffic conditions. Treatments consisted of two nutrient sources (mineral and organic), two crop rotation systems (soybean/wheat/ corn/oat and soybean/oat + vetch/corn) and two traffic conditions (with and without traffic). Treatments were compared with two controls; one of them was kept uncovered during winter and the other was kept without cover all year round; a subdivision in trafficked and no-trafficked rows. Results showed that when using organic nutrient sources and crop rotation systems keeping soil covered in winter and summer, draft requirements by fertilizer shanks increased significantly. These results may be related to higher organic matter addition in these treatments, resulting in increased soil shear strength. Draft requirements were lower on trafficked zones, owing to lower furrow depth.

**KEYWORDS:** soil management, seed drills, furrow openers.

**INTRODUÇÃO:** A compactação superficial do solo, observada em algumas áreas conduzidas sob semeadura direta, tem motivado os produtores a optar pelo uso de hastes sulcadoras para deposição

dos fertilizantes, em substituição aos discos duplos, porém, implicando no aumento do esforço de tração, da potência e do consumo de combustível (SILVA, 2003). A demanda de tração das hastes depende das características construtivas das mesmas, como ângulo de ataque e largura da ponteira e o formato, espessura e ângulo de inclinação da haste (SÁNCHEZ-GIRÓN et al., 2005); da profundidade de trabalho (XAVIER, 2005); e da resistência do solo ao cisalhamento (SÁNCHEZ-GIRÓN, 1996). O mesmo autor relata que a resistência ao cisalhamento é uma função da coesão e do ângulo de atrito interno do solo, que dependem do teor de umidade e matéria orgânica, da textura, da estrutura, da composição mineralógica e da densidade. A matéria orgânica pode aumentar a resistência do solo ao cisalhamento, ao atuar como agente cimentante e ao aumentar a energia de retenção da água (ZHANG et al., 1997). Este trabalho baseia-se na hipótese de que práticas de manejo benéficas à qualidade física do solo, como a rotação de culturas e a adubação orgânica aumentam a resistência ao cisalhamento, incrementando a demanda de tração dos sulcadores tipo haste. O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do sistema de rotação de culturas e da fonte de nutrientes (orgânica e mineral), em duas condições de tráfego, sobre a demanda de força de tração de hastes sulcadoras de adubo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento vem sendo executado desde o verão de 2000, na EEA/UFRGS, situada no município de Eldorado do Sul/RS, sobre um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, com teores médios de areia, silte e argila de, respectivamente, 511; 330; e 159 g kg<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos, conduzidos sob semeadura direta, constaram de duas fontes de nutrientes (mineral e orgânica), alocadas nas parcelas principais, dois sistemas de rotação de culturas (sistema 1- soja/trigo/milho/aveia branca e sistema 2- soja/aveia + ervilhaca/milho), nas subparcelas, e duas condições de tráfego (com e sem), nas subsubparcelas. No caso da fonte de nutrientes orgânica, foram realizadas duas adubações de correção (11 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aviário), a longo e em superfície (2001 e 2003). As demais adubações, sempre antecedendo as culturas de verão, envolveram a aplicação de 1,1 Mg ha<sup>-1</sup> do mesmo adubo. Estes tratamentos foram comparados a duas testemunhas, que englobaram parcelas mantidas descobertas durante o inverno (testemunha 1) ou o ano inteiro (testemunha 2); na testemunha 1, no verão, semeou-se soja e milho, em rotação anual. A testemunha 2 foi semeada no verão de 2005, para a obtenção dos dados de força de tração. As parcelas referentes às testemunhas também foram subdivididas em áreas com e sem tráfego. Para garantir que as mesmas permanecessem descobertas, controlou-se quimicamente a vegetação, à medida que esta se estabelecia. Em 2004/05, não foi possível a semeadura da soja, devido à uma forte estiagem, de forma que todo o experimento permaneceu em pousio, à exceção da testemunha 2, que foi mantida descoberta. No inverno de 2005, nos sistemas de rotação 1 e 2, respectivamente, a aveia branca foi substituída por azevém e a aveia + ervilhaca por azevém + ervilhaca. Os dados de força de tração foram obtidos durante a implantação da cultura da soja safra 2005/06, a qual foi realizada através uma semeadora-adubadora marca Vence Tudo modelo AS 11500, equipada com disco de corte de palha e sulcadores de adubo e sementes, respectivamente, dos tipos haste e disco duplo. A mesma foi tracionada a uma velocidade de 4,6 km h<sup>-1</sup> por um trator John Deere, modelo 5600, 4x2 TDA, potência máxima no motor de 53 kW, massa total de 3950 kg, rodados 18.4-30 R1 e 12.4-24 R1, com pressão de inflação de 95 e 110 kPa, respectivamente. A umidade do solo na semeadura (0-0,12 m), foi de 0,11 kg kg<sup>-1</sup>. Para a aquisição dos valores de força de tração na haste foram instalados, no suporte da mesma, quatro estensômetros, devidamente calibrados. Os dados foram então armazenados em um Datalogger (CR23X). Foram realizadas cinco leituras por segundo. Utilizaram-se duas hastes instrumentadas, uma trabalhando sobre e outra fora da linha de tráfego. A partir dos dados assim adquiridos e armazenados, calculou-se a força de tração média e máxima. Esta última foi obtida pela média dos valores de força de tração acima daquele que delimita o percentil de 5%. Determinou-se também o coeficiente de variação dos dados de força de tração média, dentro de cada repetição, e a profundidade do sulco.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados mostraram que a profundidade do sulco não foi afetada significativamente pela fonte de nutrientes, pelo sistema de rotação de culturas e pela condição de cobertura do solo (cobertura o ano todo e supressão da vegetação durante o ano todo ou durante o inverno). Porém, a análise da variância (teste F, p<0,05) demonstrou que a profundidade do sulco na

região sem tráfego ( $0,09 \pm 0,01$  m) foi significativamente superior à observada nas áreas trafegadas ( $0,08 \pm 0,01$  m). Provavelmente, a pressão aplicada pelos rodados do trator foi superior à capacidade de suporte do solo o que, segundo DEXTER (2004), resulta na compressão do mesmo. Isto pode ter dificultado a penetração do disco de corte da palha e/ou da haste diminuindo, assim, a profundidade de atuação desta. A análise da variância dos dados da Tabela 1 indicou que a interação entre a condição de cobertura do solo e tráfego, para todas as variáveis, não foi significativa ( $p < 0,05$ ), de forma que a análise foi realizada em separado para cada fator. Observa-se que a força de tração média e máxima foram maiores para a condição de solo coberto o ano todo, em relação às testemunhas 1 e 2. Comparando-se estes dois tratamentos entre si, os resultados evidenciam que a força de tração máxima para a testemunha 1 (sem vegetação durante o inverno) foi superior à da testemunha 2 (sem vegetação o ano todo). A mesma tendência foi observada para a força de tração média, porém, as diferenças não foram significativas. Já o CV da força de tração média atingiu maiores valores para a testemunha 1, enquanto o tratamento cujo solo foi mantido coberto o ano inteiro não diferiu da testemunha 2. Este resultado pode estar relacionado a uma maior variabilidade nas propriedades físico-mecânicas do solo nas parcelas ocupadas pela testemunha 1. O CV da força de tração média também respondeu de maneira significativa à condição de tráfego. Nas áreas trafegadas, esta variável foi menor comparativamente à região não trafegada pelos rodados do trator. Isto demonstra que os rodados diminuem as diferenças do solo quanto às características e propriedades que definem a sua resistência ao cisalhamento. Os valores da força de tração média e máxima foram significativamente maiores nas áreas não trafegadas do que nas trafegadas, o que contraria os resultados obtidos por XAVIER (2005). Este fato pode ser explicado pela profundidade do sulco ter sido menor quando a haste atuou sobre a linha de tráfego. Aumentos significativos no esforço de tração de hastes sulcadoras, em semeadoras-adubadoras, têm sido relacionados a maiores profundidades de trabalho (SILVA, 2003; XAVIER, 2005; SÁNCHEZ-GIRÓN et al., 2005). BURT et al. (1994) atribuíram a menor demanda de força de tração e consumo energético, quando a semeadura direta foi realizada em áreas trafegadas comparativamente às não trafegadas, a menor profundidade de atuação das hastes sulcadoras.

Tabela 1. Demanda de força de tração (média e máxima) e seu respectivo coeficiente de variação, influenciados pela cobertura do solo e tráfego.

Cobertura <sup>3</sup>	Ft média (N) <sup>1</sup>			Ft máxima (N) <sup>1</sup>			CV Ft média (%) <sup>1</sup>		
	CT <sup>2</sup>	ST <sup>2</sup>	Média	CT	ST	Média	CT	ST	Média
Vegetação o ano inteiro	832	1036	934 a	1262	1885	1574 a	22,5	33,1	27,8 b
Testemunha 1	761	910	836 b	1182	1751	1466 b	24,4	40,7	32,6 a
Testemunha 2	674	912	793 b	971	1492	1232 c	22,5	29,2	25,8 b
<b>Média</b>	<b>756 B</b>	<b>953 A</b>	<b>854</b>	<b>1138 B</b>	<b>1709 A</b>	<b>1424</b>	<b>23,1 B</b>	<b>34,3 A</b>	<b>28,7</b>

CV (%) cobertura: Ft média= 6,8; Ft máxima= 6,6; CV Ft média= 6,5. CV (%) tráfego: Ft média= 5,5; Ft máxima= 6,2; CV Ft média= 9,3.

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula, respectivamente, dentro da mesma coluna e linha, e para cada variável, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro; <sup>2</sup>CT: Com tráfego; ST: Sem tráfego.

<sup>3</sup>Testemunha 1: sem vegetação durante o inverno; testemunha 2: sem vegetação durante todo o ano.

A análise da variância (Tabela 2) evidenciou que houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os três fatores testados para as variáveis força de tração média e máxima. Para o CV da força de tração média, a interação entre os fatores testados não foi significativa ( $p < 0,05$ ). Na condição sem tráfego, tanto a força de tração média quanto a máxima se caracterizaram por valores mais elevados quando a fonte de nutrientes empregada foi a orgânica, em relação à mineral. Resultados semelhantes foram obtidos para as áreas trafegadas; contudo, as diferenças não foram significativas para a força de tração média, evidenciando que a demanda de força de tração máxima foi um indicador mais sensível para diferenciar os tratamentos. Tanto a demanda de força de tração média quanto a máxima foram pouco influenciadas pelos sistemas de rotação de culturas, não obstante a força de tração máxima exigida pela haste sulcadora tenha sido mais elevada, nas áreas trafegadas, para o sistema 2 (gramínea+leguminosa para cobertura do solo, durante o inverno) comparativamente ao 1 (apenas gramíneas no inverno, para produção de grãos). O CV da força de tração média não variou de forma significativa em virtude da fonte de nutrientes e do sistema de rotação de culturas; porém, foi novamente menor nas áreas trafegadas. Da mesma forma, dentro das parcelas cobertas o ano todo, a demanda de força de tração média e máxima atingiu valores menores para a haste que trabalhou sobre

a linha de tráfego. Em geral, os resultados obtidos neste trabalho permitem inferir que a adição de matéria orgânica, tanto pela cobertura do solo quanto pelo uso de fontes orgânicas de nutrientes, tende a incrementar a demanda de força de tração apresentada por hastes sulcadoras para semeadura direta. Este fato pode estar relacionado ao efeito cimentante das substâncias orgânicas, o que aumenta a resistência do solo ao cisalhamento (SÁNCHEZ-GIRÓN, 1996). SOANE (1990) afirma ainda que a matéria orgânica diminui o potencial matricial da água no solo, o que, conforme ZHANG et al. (1997), aumenta as tensões efetivas inerentes às partículas do mesmo assim como a fricção entre elas. É importante considerar, ainda, que as raízes das plantas, pelo seu efeito de “enovelamento”, aumentam a resistência dos agregados à ruptura (OADES, 1993).

Tabela 2. Demanda de força de tração (média e máxima) e seu respectivo coeficiente de variação, nos tratamentos com cobertura de solo o ano inteiro, em função da fonte de nutrientes e da cultura semeada no inverno.

Tratamento	Ft média (N) <sup>1</sup>			Ft máxima (N) <sup>1</sup>			CV Ft média (%) <sup>1</sup>		
	CT <sup>2</sup>	ST <sup>2</sup>	Média	CT	ST	Média	CT	ST	Média
<i>Fonte de nutrientes</i>									
Orgânica	855 a	1084 a	970	1309 a	1993 a	1651	22,8	33,6	28,2 a
Mineral	809 a	987 b	898	1215 b	1776 b	1496	22,2	32,6	27,4 a
<i>Rotação de culturas<sup>3</sup></i>									
Sistema 1	805	1034	920 a	1216 b	1867 a	1542	22,3	33,4	27,8 a
Sistema 2	859	1036	948 a	1308 a	1902 a	1605	22,7	32,8	27,8 a
<b>Média</b>	<b>832 B</b>	<b>1035 A</b>	<b>934</b>	<b>1262 B</b>	<b>1885 A</b>	<b>1574</b>	<b>22,5 B</b>	<b>33,1 A</b>	<b>27,8</b>

CV(%) fonte: Ft média= 10,6; Ft máxima= 7,0; CV Ft média= 6,7. CV(%) cultura: Ft média= 5,9; Ft máxima= 7,1; CV Ft média= 7,7. CV(%) tráfego: Ft média= 6,4; Ft máxima= 5,3; CV Ft média= 5,0.

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula e maiúscula, respectivamente, dentro da mesma coluna e linha, para cada variável e fator, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro; <sup>2</sup>CT: Com tráfego; ST: Sem tráfego.

<sup>3</sup>Sistema 1 = soja/trigo/milho/aveia branca; Sistema 2 = soja/aveia+ervilhaca/milho.

**CONCLUSÕES:** Práticas de manejo que resultam na adição de matéria orgânica ao solo aumentaram a demanda de força de tração de hastes sulcadoras de adubo, em semeadura direta. Zonas de solo com tráfego de rodados de trator se caracterizaram por uma menor força de tração comparativamente às zonas não trafegadas, devido a menor profundidade de atuação das hastes sulcadoras de adubo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BURT, E. C.; REEVES, D. W.; RAPER, R. L. Energy utilization as affected by traffic in a conventional and conservation tillage system. **Transactions of the ASAE**, v.37, n.3, p. 759-762, 1994.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality - Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v. 120, n. 3-4, p. 201-214, 2004.
- OADES, J. M. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. **Geoderma**, v. 56, n. 1-4, p.377-400, 1993.
- SÁNCHEZ-GIRÓN, V. **Dinámica y mecânica de suelos**. Madrid: Ed. Agrotécnicas, 1996. 426 p.
- SÁNCHEZ-GIRÓN, V.; RAMÍREZ, J. J.; LITAGO, J. J.; HERNANZ, J. L. Effect of soil compaction and water content on the resulting forces acting on three seed drill furrow openers. **Soil & Tillage Research**, v.81, n. 1, p. 25-37, 2005.
- SILVA, P. R. A. 1999. **Mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora na cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema de plantio direto**. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- SOANE, B. D. The role of organic matter in soil compactibility: a review of some practical aspects. **Soil & Tillage Research**, v. 16, n. 1-2, p. 179-201, 1990.
- XAVIER, A. **Comportamento da cultura da soja em função de resíduos culturais, mobilização do solo e irrigação, em semeadura direta**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2005.
- ZHANG, H.; HARTGE, K. H.; RINGE, H. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactibility. **Soil Science Society American Journal**, v.61, n. 1, p. 239-245, 1997.