

## RESISTÊNCIA ESPECÍFICA OPERACIONAL DE ASSOCIAÇÕES ENTRE SULCADORES E DISCOS DE CORTE PARA A SEMEADURA DIRETA

TIAGO RODRIGO FRANCETTO<sup>1</sup>, AIRTON DOS SANTOS ALONÇO<sup>2</sup>, MATEUS POTRICH BELLÉ<sup>3</sup>,  
RAFAEL SOBROZA BECKER<sup>4</sup>, ANDRÉ AUGUSTO VEIT<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrícola. Mestre em Eng. Agrícola. Doutorando em Eng. Agrícola. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Departamento de Engenharia Rural, CCR, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS. Endereço eletrônico: tiagofrancetto@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola.

<sup>4</sup> Acadêmicos de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência específica operacional de diferentes configurações dos elementos de corte dos resíduos culturais e de rompedores do solo, em função da velocidade de deslocamento, utilizados em semeadoras-adubadoras de semeadura direta. Este foi realizado em propriedade agrícola situada no município de Santa Maria (RS). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho e textura franco arenosa. O experimento foi composto por 24 combinações de tratamentos, em um esquema fatorial de 2x3x4. Estes foram compostos pela interação dos fatores mecanismos de abertura de sulco, discos de corte de resíduos culturais e velocidades de deslocamento. Os dados de desempenho do trator agrícola foram adquiridos com a utilização de instrumentação eletrônica e os valores de mobilização do solo obtidos com o emprego de um microperfilômetro. A necessidade de tração por área de solo mobilizado dos sulcadores rotativos apresentou 9,94% maior do que a haste sulcadora. A presença de discos de corte proporcionou incremento na resistência específica em comparação à situação sem o emprego destes. O disco liso apresentou acréscimo de 26,86% e o ondulado de 16,91%, em comparação a condição sem disco. Indiferentemente da combinação, foi observado incremento da resistência com a elevação da velocidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Haste sulcadora, Discos duplos desencontrados, Semeadora-adubadora.

## RESISTANCE SPECIFIC OPERATIONAL AND ASSOCIATIONS BETWEEN FURROWER AND DISCS CUTTING FOR DIRECT SEEDING

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the specific operational resistance of different cutting elements configurations of crop residues and soil breakers that are used for fertilizing direct - sowing seed, depending on travel speed. This was done in a farm located in the city of Santa Maria (RS). The experimental area's soil was classified as Red Alfisol and loamy sand texture. The experiment was compound by 24 treatment combinations in a 2x3x4 factorial scheme. These were composed by the interaction of mechanisms factors of furrow opening, cutting discs of crop residues and travel speeds. Farm tractor's performance data were acquired with the use of electronic instrumentation and the soil mobilization values were obtained with the use of a microprofilometro. The traction need by area of rotary planter mobilized soil showed be 9.94% bigger than the shank. The presence of cutting disks provided an increase in specific resistance compared to the situation without

the use of these. The smooth disc presented an addition of 26.86% and 16.91% wavy, compared to condition without disc. Regardless of the combination, it was observed a resistance increase with an elevation of speed.

**KEYWORDS:** Furrow opener drills, Mismatched double discs, Row crop planter.

**INTRODUÇÃO:** A produção nacional de grãos passou de valores inferiores a 60 milhões de toneladas em 1980, para índices superiores a 180 milhões de toneladas em 2012 (IBGE, 2013). Entretanto, a área total de produção dessas culturas manteve-se em aproximadamente 40 milhões de hectares. Dessa forma, o emprego de novas tecnologias e técnicas tem demonstrado cada vez mais a sua importância na crescente expansão da produção agrícola brasileira. Nesse contexto, recebe destaque a mecanização agrícola que, através do desenvolvimento de equipamentos mais modernos, tem permitido além do aumento da produção, o acréscimo da capacidade operacional nas mais distintas atividades. Contudo, tendo em vista que o uso de máquinas implica em grande parte dos custos totais de produção, devem-se procurar alternativas que proporcionem à otimização do uso ligado a ampliação da vida útil, na busca pela melhoria do aproveitamento dos recursos produtivos e, conseqüentemente, redução dos custos da atividade. Todavia, como a agricultura apresenta-se ligada a diversos fatores externos como o clima, muitas vezes o intervalo disponível para a realização de uma determinada tarefa é reduzida. Dentre as mais distintas atividades na agricultura, que empregam o uso de máquinas e dependem desse tempo, tem-se a semeadura, que representa uma das mais importantes etapas da produção agrícola pelo fato de propiciar o estabelecimento da cultura. Semear é uma técnica milenar e, da sua qualidade, depende o sucesso e produtividade de uma cultura agrícola. Os aspectos mais relevantes para isso estão relacionados com o desempenho da semeadora-adubadora no que se refere ao corte eficiente dos resíduos culturais, à abertura do sulco e à colocação da semente e do fertilizante em profundidades corretas e em contato com o solo. O mecanismo de corte de palha é encontrado em diferentes diâmetros e formatos, de forma que tais variações podem promover o cisalhamento dos resíduos vegetais e a abertura de uma pequena fissura no solo com distinta eficiência e variações significativas na qualidade da operação. A abertura do sulco, processo subsequente ao corte da palha, pode ser promovida pela utilização de discos duplos ou de hastes sulcadoras. Contudo, MIALHE (2012) destaca o fato de que, em semeadoras de semeadura direta, as características relativas ao comportamento dos abridores de sulco, de forma isolada dos demais componentes, são relativamente pouco estudadas. Desse modo, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a resistência específica operacional do conjunto trator/porta-ferramentas equipado com diferentes configurações dos elementos de corte dos resíduos culturais e de rompedores do solo, em função da velocidade de deslocamento.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em propriedade agrícola situada no município de Santa Maria (Rio Grande do Sul). O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho e textura franco arenosa. O experimento foi composto por 24 combinações de tratamentos, em um esquema fatorial de 2x3x4. Estes foram compostos pela interação dos fatores mecanismos de abertura de sulco (sulcador fixo e rotativo), corte de resíduos culturais (sem disco, disco liso e ondulado) e velocidades de deslocamento (1,11, 1,67, 2,22 e 2,78 m s<sup>-1</sup>). Estas ferramentas foram instaladas em um porta-ferramentas, sendo este tracionado por um trator agrícola. Os dados de força de tração foram adquiridos com a utilização de uma célula de carga acoplada em um suporte retrátil fixo à barra de tração do trator e ao cabeçalho do equipamento. Estes foram coletados e armazenados em um datalogger marca Campbell Scientific modelo CR 1000. Para a determinação da área mobilizada foram realizadas duas leituras na área experimental. A primeira foi efetuada antes da passagem do porta-ferramentas e a segunda após a passagem deste, no mesmo local obtendo a forma geométrica do sulco. Para garantir que as amostragens foram realizadas no mesmo local, utilizaram-se duas estacas de madeira, uma de cada lado do local previsto para abertura do sulco. Os perfis do solo foram marcados em folhas A2 de papel milimetrado, com o uso de canetas, traçando uma linha entre as extremidades dos pontos coletados em cada folha, os quais forneceram o perfil natural do solo e a

área mobilizada. Primeiramente o perfilômetro foi posicionado transversalmente ao futuro sulco para obter-se o perfil natural do solo, anotando-se os dados. Realizou-se então a passagem do porta-ferramentas e posicionou-se novamente o aparelho no local anteriormente utilizado sendo removido manualmente todo solo mobilizado do sulco até a profundidade onde o mesmo não foi movimentado, tomando-se o cuidado de não alterar o perfil para a obtenção do perfil de solo mobilizado subsuperficialmente. Posteriormente, esses gráficos foram fotografados utilizando uma câmera fotográfica marca Sony, modelo DSC-W30, sem a utilização de zoom estando esta fixa (posição x, y e z). Em seguida, estas foram inseridas no programa computacional Auto Cad para traçar as linhas de contorno dos perfis e, através da utilização de ferramentas para leitura de área do software, determinou-se a área em metros quadrados. A diferença entre a primeira e a terceira leitura, forneceu a área de solo mobilizado, enquanto que a diminuição desse valor na área da segunda leitura indicou a área de elevação. A resistência específica operacional foi obtida pela razão entre força de tração média e a área mobilizada segundo a Equação 1.

$$\text{Reo} = \text{Ft}/\text{Am} \quad \dots(1)$$

em que,

Reo - resistência específica operacional ( $\text{kN m}^{-2}$ );

Ft - força de tração média (kN);

Am - área de solo mobilizada ( $\text{m}^2$ ).

Após a aquisição dos dados, os mesmos foram submetidos à análises estatísticas de variância e os contrastes entre as médias que diferiram entre si no teste de f, foram comparadas utilizando o teste de análise de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados médios da resistência específica operacional em função dos fatores são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Resistência específica operacional em função dos fatores.

Sulcador	Reo ( $\text{kN m}^{-2}$ )	Disco de corte	Reo ( $\text{kN m}^{-2}$ )	Velocidade de deslocamento ( $\text{m s}^{-1}$ )	Reo ( $\text{kN m}^{-2}$ )
Fixo	170,51 b	Sem disco	156,19 b	1,11	169,32 bc
Rotativo	187,46 a	Disco liso	198,15 a	1,67	159,12 c
		Disco ondulado	182,61 a	2,22	193,23 ab
				2,78	194,27 a
Média ( $\text{kN m}^{-2}$ )	178,98	-	178,98	-	178,98

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). CV: 15,63 %.

A necessidade de tração por área de solo mobilizado dos sulcadores rotativos apresentou 9,94% maior do que a haste sulcadora. Este fato foi devido a maior demanda de tração e área mobilizada propiciada por estes elementos.

A presença de discos de corte proporcionou incremento na resistência específica em comparação à situação sem o emprego destes elementos. O disco liso apresentou incremento de 26,86% e o disco ondulado 16,91%, em comparação a condição sem disco. Ademais, não foi verificada diferença significativa entre estes mecanismos.

O incremento da velocidade propiciou aumento significativo sobre a resistência específica, indo de encontro ao que Gassen et al. (2014) encontraram ao estudar a operação de escarificação. Nas mais altas, 2,22 e 2,78  $\text{m s}^{-1}$ , não foi observada diferença significativa entre ambas. Além disso, a primeira também não diferiu da 1,11  $\text{m s}^{-1}$ , e esta da 1,67  $\text{m s}^{-1}$ . Isso pode ser explicado em virtude da maior demanda de tração requerida pelas combinações nas velocidades mais elevadas, já que não houve incremento da área mobilizada.

Foi observada influência de todos os fatores sobre a resistência específica, sendo que os resultados desta são apresentados na Tabela 2/TABELA.

TABELA 2. Interação entre sulcador, disco de corte e velocidade na Reo.

Interação Sulcador/Disco		Velocidade de deslocamento (m s <sup>-1</sup> )				Média (kN m <sup>-2</sup> )
		1,11	1,67	2,22	2,78	
SF	SD	125,17 bBC	100,77 bC	190,79 bA	183,62 aAB	150,09
SF	DL	181,23 abA	189,88 aA	176,68 bA	176,41 aA	181,05
SF	DO	171,07 abA	167,14 abA	190,35 bA	193,01 aA	180,39
SR	SD	182,40 abA	146,39 abA	139,00 bA	181,41 aA	162,30
SR	DL	194,58 aB	176,04 aB	263,16 aA	227,25 aAB	208,51
SR	DO	161,47 abA	174,53 aA	199,40 abA	203,94 aA	184,83
Média		169,32	159,12	193,23	194,27	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p <0,05).

As associações entre o sulcador fixo e disco liso e o ondulado, além do sulcador rotativo sem disco e com disco ondulado, não apresentaram influência da velocidade sobre a resistência específica. Por outro lado, as combinações de haste sulcadora sem disco e discos duplos com disco liso, proporcionaram incremento da variável em função do aumento da velocidade. Além disso, a haste sulcadora sem a utilização de nenhum disco de corte foi a combinação, na velocidade de 1,11 e 1,67 m s<sup>-1</sup>, que apresentou o menor valor de resistência, com 125,17 e 100,77 kN m<sup>-2</sup> respectivamente. Na velocidade seguinte, 2,22 m s<sup>-1</sup>, as combinações que empregaram o sulcador fixo e a condição do sulcador rotativo sem disco, foram as que obtiveram os menores valores de demanda de potência por área de solo mobilizada. Já na velocidade de 2,78 m s<sup>-1</sup>, não foi verificada diferença estatística entre as diferentes combinações de sulcador/disco.

**CONCLUSÕES:** A resistência específica operacional aumentou com a velocidade, sendo maior para o sulcador rotativo. Dessa forma, a haste sulcadora foi mais eficiente no uso da tração por unidade de solo mobilizado. Além disso, quando os discos de corte foram associados o este, proporcionaram uma redução na ampliação da resistência em aproximadamente 80% quando a velocidade passou de 1,11 para 2,78 m s<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- GASSEN, J. R. F; et al. Resistência específica à tração na operação de escarificação do solo em camadas de forma simultânea. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 116-124, 2014.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores IBGE: Estatísticas da produção agrícola. 2013. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201301comentarios.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301comentarios.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2014.
- MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas para plantio. Campinas, 2012. 623 p.