

MOBILIZAÇÃO DO SOLO E DESEMPENHO DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA EM FUNÇÃO DO TEOR DE ÁGUA E PROFUNDIDADE DE TRABALHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Rafael Scabello Bertonha ¹, Carlos Eduardo A. Furlani ², David L. Wright ³, Fabio Alexandre Cavichioli ⁴

¹ Engº Agrônomo MSc, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP/FCAV - Universidade Estadual Paulista (Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal-SP), rafabertonha@hotmail.com

² Engº Agrônomo, Prof. Adjunto III, UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP

³ Engº Agrônomo, NFREC/IFAS - UF - University of Florida, Quincy-FL

⁴ Engº Agrônomo MSc, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014

27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

RESUMO: A implantação da cultura é o procedimento mais importante em Sistema Plantio Direto (SPD), devido aos cuidados que se deve ter como a umidade do solo, o tipo de mecanismo de abertura do sulco e a profundidade de trabalho, pois estes podem influenciar na quantidade de solo mobilizado, o que afetará no desempenho do conjunto trator-semeadora. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a mobilização do solo e o desempenho do conjunto mecanizado em função do teor de água e da profundidade de trabalho em SPD. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro teores de água do solo (TAS) e três profundidades de trabalho da haste sulcadora, com 4 repetições, em Latossolo Vermelho Eutroférico e 11 anos de Sistema Plantio Direto. A mobilização do solo foi menor quando haste sulcadora trabalhou na profundidade P3 e TAS4. A haste aprofundou mais no solo quando esta trabalhou no TAS1. O consumo de combustível do trator foi menor quando as hastes trabalharam na profundidade P3 e TAS4.

PALAVRAS-CHAVES: umidade do solo, máquinas agrícolas, área mobilizada de solo.

SOIL DISTURBANCE AND PERFORMANCE OF THE TRACTOR-PLANTER SET AS A FUNCTION OF WATER CONTENT AND WORKING DEPTH IN NO-TILL SYSTEM

ABSTRACT: The deployment of culture is the most important procedure in no-till system (SPD), due to the care that must be taken as soil moisture, the type of furrowing and depth working mechanism, because these can influence the amount of soil mobilization, which will affect the performance of the tractor-seeder. This study aimed to evaluate the soil disturbance as a function of water content and depth of work in SPD. We used a completely randomized design with 4 x 3 factorial, four water content of the soil (TAS) and three working depths of the opener, with 4 replications in Eutroferric Red Latosol and 11 years of no-tillage system. The soil disturbance was lower when the opener worked in P3 depth and TAS4. The opener deepened more in the soil when it worked in TAS1. The fuel consumption of the tractor was lower when the opener worked in P3 depth and TAS4.

KEYWORDS: soil moisture, agricultural machines, soil area disturbed.

INTRODUÇÃO: No sistema plantio direto, a semeadura é feita com revolvimento do solo somente na linha onde a semente é depositada. Os principais fatores físicos desse ambiente, como temperatura, umidade e aeração, são diretamente influenciados pelo tipo de mecanismo de abertura do sulco.

Conte et. al (2011) definem que, em plantio direto, os sulcadores preparam a linha de semeadura para colocação de sementes e fertilizantes, e este tipo dispositivo é a principal ferramenta para mobilizar o solo neste sistema de cultivo. Os autores complementam ainda dizendo que as hastes são usadas para promover uma condição física adequada do solo, e, no caso de problemas de compactação do solo, estas são utilizadas mais frequentemente e em camadas mais profundas do perfil do solo.

Casão Júnior et al. (2000) relataram que a força de tração requerida por uma semeadora-adubadora equipada com hastes sulcadoras aumentou quando a consistência do solo passou de friável a plástica.

Levien et al. (2011) avaliaram dois tipos de mecanismos de abertura de sulco (haste e discos duplos) e verificaram que a utilização do sulcador tipo haste provocou uma mobilização 52% maior do solo na linha de semeadura, comparada à de discos duplos. Os autores afirmam ainda que essa variável é a provável explicação para que houvesse uma exigência maior de 32% na força média de tração, 60% nos picos de exigência de esforço na barra de tração e de 20% no consumo de combustível por área trabalhada, em relação ao uso do mecanismo do tipo disco.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a mobilização do solo e o desempenho do trator em função do teor de água do solo e da profundidade de trabalho em Sistema Plantio Direto.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi conduzido em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP. A área apresenta declividade média de 4% e clima Aw (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico, conforme ANDRIOLI & CENTURION (1999). Para o conjunto trator-semeadora-adubadora foi utilizado o trator Valtra BM 125i com 125 cv (91,9 kW) de potência no motor a 2300 rpm e a semeadora adubadora de precisão Jumil JM3060PD pantográfica, adaptada para 4 linhas de milho com 0,90 m de espaçamento. A velocidade média do conjunto trator-semeadora foi de 5,0 km h⁻¹.

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro teores de água do solo e três profundidades de trabalho, com 4 repetições.

A haste utilizada apresentou as seguintes medidas: espessura da haste: 13 mm; espessura da ponteira: 21 mm; espessura de corte da haste: 1,7 mm; espessura de corte da ponteira: 9,0 mm; ângulo de inclinação: 17°. As profundidades de trabalho utilizadas para avaliação foram: 9,0; 12,5 e 16,5 cm.

Para analisar o teor de água do solo (TAS), retiraram-se amostras com a ajuda de um trado do tipo “holandês”, sendo as mesmas coletadas nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m, num total de 20 amostras para cada camada (Tabela 1). Para realizar a simulação de semeadura direta em diferentes teores de água do solo, irrigou-se a área total do experimento por aproximadamente 5 horas e depois de 36 horas iniciou-se a primeira simulação de semeadura, realizando-se as demais semeaduras em TAS mais seco a cada 48 horas.

TABELA 1. Valores de teor de água do solo (TAS) no momento da semeadura para as camadas 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m do solo.

Camada do solo	TAS1	TAS2	TAS3	TAS4
	----- (%) -----			
0,0-0,10 m	18,7	21,2	23,9	26,0
0,10-0,20 m	19,2	22,0	24,5	26,6

A avaliação da mobilização do solo foi realizada pela abertura do sulco de forma manual até a localização da camada compactada, obtendo-se leituras de um perfilômetro de 45 varetas. Os dados foram analisados em planilha do Excel®, utilizando-se regra dos trapézios. Junto das leituras do perfilômetro, obteve-se também a profundidade e a largura do sulco mobilizado pela haste sulcadora.

Para a avaliação do desempenho do conjunto trator-semeadora, avaliou-se o consumo de combustível, sendo este determinado em unidade de volume (ml), por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e retorno, obtendo-se o volume de combustível utilizado pelo trator durante o percurso. Para medir o consumo de combustível foram utilizados 2 medidores de fluxo contínuo. Após, os valores foram transformados em L h⁻¹ (consumo horário). A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi obtida com a ajuda do penetrômetro PNT/Titan (DLG automação) em intervalos de 1 cm. Foram coletados 5 pontos por parcela antes da semeadura.

Os dados foram analisados pelos programas estatísticos SISVAR, resultando em análises de variância e, quando significativos, aplicou-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A RMSP apresentou valores de 0,37 a 6,65 MPa ocorrendo também uma tendência crescente de resistência à penetração do TAS mais úmido para o TAS mais seco (Figura 1). Quando o solo apresenta maior quantidade de água, a RMSP é menor, ocasionando o inverso quando o solo está mais seco.

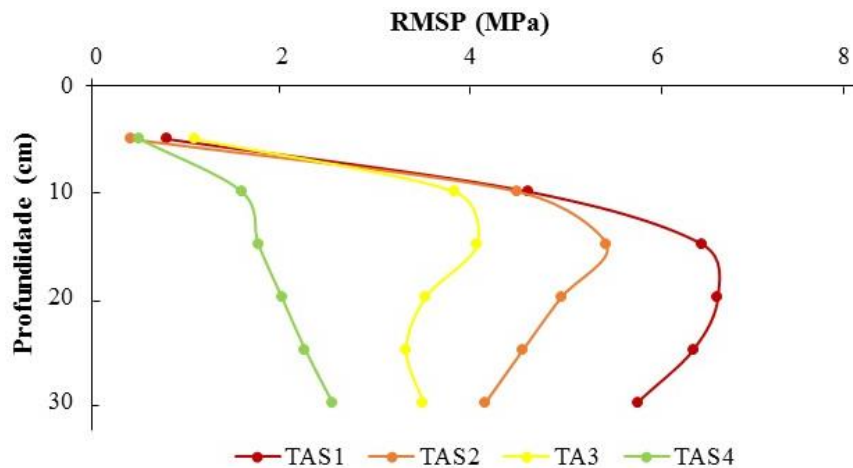


FIGURA 1. Resistência mecânica do solo a penetração para cada teor de água do solo (TAS). Para a variável largura do sulco (Tabela 2), observa-se que quando utilizou-se a profundidade P3, a largura foi maior, comparando-se com a profundidade P1. Isso se deve pelo fato do ângulo de abertura do sulco ser maior quando se aprofunda mais a haste sulcadora no solo, conseqüentemente, a mobilização do solo também aumenta. Observa-se também que em teores de água do solo elevados, a mobilização do solo e a largura do sulco não se elevam se comparados com TAS menores (solo mais seco).

A profundidade do sulco se apresentou entre 9,7 e 15,7, estando próximas das profundidades teóricas e quando se trabalhou em TAS mais seco, como no TAS1, a haste sulcadora aprofundou mais, possivelmente pelo fato da haste estar atuando conforme sua geometria, ou seja, realiza a mobilização do solo de baixo para cima, aprofundando corretamente no solo devido ao seu ângulo de inclinação estar diretamente relacionado com a umidade do solo no momento da abertura do sulco. Estes dados corroboram com os de Mion et al. (2009), pois haste sulcadora atinge maior profundidade devido à ação da ponteira que tem tendência de succionar a haste. Kichler et al. (2011) encontraram diferença de 2-5 cm na profundidade de trabalho, comparando duas hastes e afirmaram que esta diferença se dá pela geometria que cada haste apresenta.

TABELA 2. Análise da síntese de variância para as variáveis do solo e desempenho do trator.

Profundidade (P)	Mobilização do solo (cm ²)	Largura do sulco (cm)	Profundidade do sulco (cm)	Consumo horário (L h ⁻¹)
P1	124,6 b	12,3 b	9,7 c	6,9 b
P2	139,3 b	13,8 ab	11,9 b	7,4 b
P3	182,1 a	14,6 a	15,7 a	8,6 a
Teor de água do solo (TAS)				
TAS1	184,0 c	13,5 ab	13,5 a	8,0 a
TAS2	154,4 b	15,1 a	12,2 b	8,1 a
TAS3	143,4 b	13,0 ab	11,9 b	7,7 a
TAS4	112,9 a	12,6 b	12,2 b	6,8 b
Teste F				
P	23,58**	3,49 *	18,24**	9,56**
TAS	17,12**	5,31**	440,76**	26,82**
P x TAS	3,55**	1,68 ns	2,33 ns	2,82*
CV (%)	16,5	15,1	4,6	8,9

* Significativo ao nível de 5% (p <0,05); ** Significativo a 1% (p <0,01); ns: não significativo C.V.: coeficiente de variação.

Houve interação entre os fatores estudados para as variáveis mobilização do solo e consumo horário de combustível do trator, sendo apresentados os desdobramentos pelas Tabelas 3 e 4.

Quando a haste trabalhou na profundidade P1, não houve diferença significativa da mobilização do solo entre os TAS estudados (Tabela 3).

No TAS1 e profundidade P3 houve maior mobilização do solo, comparando aos demais TAS e profundidades de trabalho e no TAS4 na profundidade P3, a mobilização foi menor. Isso acontece devido à alta umidade do solo que impede que a haste sulcadora realize sua função de descompactar e

mobilizar o solo, podendo até causar o efeito inverso, ou seja, pode causar compactação em função do espelhamento do sulco.

TABELA 3. Análise do desdobramento da interação profundidade de trabalho (P) e teor de água do solo (TAS) para variável mobilização do solo (cm²).

Profundidade	TAS1	TAS2	TAS3	TAS4
P1	139,6 Ab	135,3 Ab	114,0 Ab	109,6 Aa
P2	177,7 Ab	145,5 ABab	118,0 Bb	116,1 Ba
P3	234,7 Aa	182,4 Ba	198,3 Aba	113,0 Ca

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey.

Do TAS1 ao TAS3 nota-se que na P3 o consumo de combustível do trator foi maior, apresentando menor consumo apenas no TAS4 (Tabela 4). Quando a haste sulcadora trabalhou em teor de água do solo mais alto (TAS4) o consumo foi menor em função das hastes mobilizarem o solo mais facilmente, principalmente pelo solo ser de textura argilosa, facilitando o deslizamento do equipamento sob o solo e também pelo fato da RMSF ser menor (Figura 1). Apesar da semeadura em TAS mais úmido apresentar-se satisfatória pelo fato do consumo de combustível de trator ter sido menor, principalmente em profundidade maior de trabalho, houve menor mobilização do solo, o que se torna prejudicial para o fechamento correto do sulco, causando também sua compactação lateral e subsuperficial.

TABELA 4. Análise do desdobramento da interação profundidade de trabalho (P) e teor de água do solo (TAS) para variável consumo horário de combustível (L h⁻¹).

Profundidade	TAS1	TAS2	TAS3	TAS4
P1	6,8 Ab	7,6 Ab	6,8 Ab	6,5 Aa
P2	7,7 Ab	7,7 Ab	7,3 Ab	7,0 Aa
P3	9,6 Aa	9,1 Aa	9,0 Aa	6,9 Ba

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES: A mobilização do solo foi menor quando a haste sulcadora trabalhou na profundidade P3 e TAS4. A haste aprofundou mais no solo quando esta trabalhou no TAS1. O consumo de combustível do trator foi menor quando as hastes trabalharam na profundidade P3 e TAS4.

AGRADECIMENTOS: À CAPES (Programa PDSE e Demanda Social) pela concessão da bolsa de estudo e à Jumil pelo apoio à realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27. Brasília, Anais... Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999, CD-ROM.
- CASÃO JÚNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 em plantio direto no basalto paranaense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.3, p.523-32, 2000.
- CONTE, O.; LEVIEN, R., DEBIASI, H.; STÜRMER, S. L. K.; MAZURANA, M.; MÜLLER, J. Soil disturbance index as an indicator of seed drill efficiency in no-tillage agrosystems. Soil & Tillage Research, v.114, p.37-42, 2011.
- KICHLER, C. M.; FULTON, J. P.; RAPER, R. L.; MCDONALD, T. P.; ZECH, W. C. Effects of transmission gear selection on tractor performance and fuel costs during deep tillage operations. Soil & Tillage Research, v. 113, p.105–111, 2011.
- LEVIEN, R.; FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; CONTE, O.; CAVICHIOLI, F. A. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no sentido do declive do terreno. Ciência Rural, v.41, n.6, 2011.
- MION, R. L.; BENEZ, S. H.; VILIOTTI, C. A.; MOREIRA, J. B.; SALVADOR, N. Análise tridimensional de esforços em elementos rompedores de semeadoras de plantio direto. Ciência Rural, v.39, n.5, 2009.