

## ÂNGULO DE ABERTURA DO SULCO EM FUNÇÃO DO TEOR DE ÁGUA DO SOLO E PROFUNDIDADE DE TRABALHO EM LATOSSOLO VERMELHO

**RAFAEL SCABELLO BERTONHA<sup>1</sup>, CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI<sup>2</sup>,  
FRANCIELE MORLIN CARNEIRO<sup>3</sup>, ANTONIO TASSIO SANTANA ORMOND<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Doutor em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP/Jaboticabal-SP, rafaelbertonha@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto III, UNESP/Jaboticabal-SP, furlani@fcav.unesp.br

<sup>3</sup> Eng. Agrônoma, Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP, franmorlin1@gmail.com

<sup>4</sup> Eng. Agrícola, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP/Jaboticabal-SP, tassiormond@gmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015 - São Pedro - SP, Brasil

**RESUMO:** A quantidade de solo mobilizado em sistema plantio direto é um dos vários fatores que contribuem para o desenvolvimento radicular de plantas, porém, se operação de semeadura ocorre em solo com teor de água inadequada, a produção de grãos poderá ser afetada. Assim, objetivou-se neste estudo avaliar a mobilização do solo e o ângulo de abertura do sulco em função do teor de água do solo e da profundidade de trabalho em Latossolo Vermelho eutroférico sob sistema plantio direto. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro teores de água do solo (TAS) e três profundidades da haste sulcadora (9,5; 12,5 e 16,5 cm), com 4 repetições. O fator TAS foi considerado como: TAS1 (solo como menor quantidade de água dentre os demais TAS) até TAS4 (solo como maior quantidade de água dentre os demais). Quanto maior a profundidade de trabalho, menor é o ângulo de abertura do sulco. A haste sulcadora mobilizou mais o solo nas maiores profundidades, porém, este aumento não foi proporcional a partir do TAS3, considerando-o como o limite de teor de água do solo para implantação de culturas em Latossolo Vermelho eutroférico com 12 anos de sistema plantio direto.

**PALAVRAS-CHAVE:** umidade do solo, solo mobilizado, haste sulcadora.

### FURROW OPENING ANGLE AS A FUNCTION OF SOIL WATER CONTENT AND WORKING DEPTH IN A RED LATOSOL

**ABSTRACT:** The amount of disturbed soil in no-tillage system is one of several factors contributing to the root development of plants, however, if the planting operation occurs in soil with inadequate water content, grain production may be affected. Thus, the aim of this study was to evaluate the soil disturbance and the furrow opening angle as a function of soil water content and working in a Red Latosol under no-tillage system. We used a completely randomized design with factorial 4 x 3, four soil water content (TAS) and three working depths of the furrow openers hoe type (9.5, 12.5 and 16.5 cm), with 4 replications. TAS factor was considered as from TAS1 (the soil with less water in relation to the other TAS) to TAS4 (the soil with much water then other). When we used the higher working depth, the furrow opening angle was small. The opener mobilized more soil in greater depth, however, this increase was not proportional from TAS3, considering it as the limit of soil water content for deployment of crops in a Red Latosol with 12 years of no-tillage system.

**KEY WORDS:** soil moisture, disturbed soil, furrow opener.

**INTRODUÇÃO:** SPOOR & GODWIN (1978) afirmaram que a mobilização do solo por hastes subsoladoras depende da profundidade de trabalho, do comprimento e da largura da haste, além do teor de água e da densidade do solo. Para os autores, a profundidade crítica diminui quando o solo se encontra mais plástico (mais úmido).

GERMINO & BENEZ (2006) avaliaram dois tipos de hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras em quatro profundidades de trabalho em Nitossolo Vermelho distroférico. Eles concluíram que quando se trabalha na profundidade recomendada (0,13 m) não há diferença no desempenho das hastes, mas quando se ultrapassa a profundidade crítica de trabalho as diferenças se acentuam entre elas.

ALTUNTAS et al. (2006), avaliando o efeito de três tipos de mecanismos sulcadores, afirmaram que as características de uma haste influenciam na germinação e emergência das culturas em diferentes condições de solo. Para esses autores o formato da haste sulcadora necessita de fatores que afetem seu desempenho favorecendo a qualidade da operação.

Objetivou-se neste estudo avaliar a mobilização do solo e o ângulo de abertura do sulco em função do teor de água do solo e da profundidade de trabalho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho eutrófico, com 469 g kg<sup>-1</sup> de argila, 307 g kg<sup>-1</sup> de silte e 224 g kg<sup>-1</sup> de areia, sob sistema plantio direto com 12 anos de cultivo e cobertura vegetal média na superfície do solo de 68%.

Utilizou-se a semeadora-adubadora modelo JM3060PD pantográfica da empresa Jumil, configurada com disco de corte liso de 17", mecanismo de abertura do sulco e deposição de adubo do tipo haste sulcadora, dosador com sistema mecânico (disco na horizontal) e discos duplos desencontrados de 14" para dosagem e deposição das sementes, respectivamente, rodas aterradoras-compactadoras duplas em "V", operando com 4 fileiras de semeadura espaçadas de 0,90 m.

Para tracionar a semeadora-adubadora utilizou-se o trator Valtra BM125i com tração 4x2 TDA. A velocidade média do conjunto mecanizado foi de 5,0 km h<sup>-1</sup>, aferida por meio de radar.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 teores de água do solo (TAS) e 3 profundidades de trabalho das hastes sulcadoras (P), com quatro repetições. Para conduzir a operação de semeadura em quatro níveis de água no solo, a área experimental foi irrigada por aproximadamente 12 horas (6 horas em um dia e mais 6 horas no dia seguinte), com lâmina média de água de 10 mm h<sup>-1</sup>. Salienta-se que durante os dias de semeadura não ocorreu precipitação pluviométrica. Após 36 horas da última irrigação, iniciou-se a primeira semeadura, sendo as demais realizadas a cada 72 horas. Na Tabela 1 são apresentados os valores do teor de água do solo no momento de cada semeadura.

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.

Profundidade	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 profundidade de trabalho da haste foi definida como: P1: 9,5 cm; P2: 12,5 cm; P3: 16,5 cm.

As variáveis largura e profundidade do sulco e mobilização do solo foram avaliadas conforme BERTONHA et al. (2015).

Para avaliar os ângulos do sulco (direito e esquerdo) utilizaram-se as mesmas imagens avaliadas para mobilização do solo. As varetas do perfilômetro serviram de referência para encontrar os catetos oposto e adjacente, e posteriormente o ângulo real do sulco, conforme Figura 1. Para encontrar o ângulo de abertura do sulco, primeiramente deve-se saber que são dois ângulos considerando o centro do sulco, ou seja, ângulo direito e esquerdo. Observando as imagens do perfilômetro e tomando como base o maior valor de profundidade do sulco (centro do sulco), calcula-se a distância entre o valor maior de profundidade e o ponto (imaginário) que a linha do ângulo toca a vareta. Em seguida, encontra-se o valor de altura entre o ponto máximo de profundidade e o valor em que a linha imaginária do ângulo toca a ponta da vareta. Assim, forma-se um triângulo abaixo do ângulo. Por este triângulo é possível dividir o cateto oposto (a) pelo cateto adjacente (b), encontrando-se a tangente ( $\alpha$ ) e transformando-se para graus. O ângulo ( $\theta$ ) é calculado pelo ângulo de 90° menos o arco-tangente (em graus) calculado. Este método foi criado em função do proposto por SPOOR & GODWIN (1978), GODWIN et al. (1984), em que propõem que o sulco de semeadura deve apresentar dois ângulos de 45°, considerando como o ideal para a implantação de culturas.

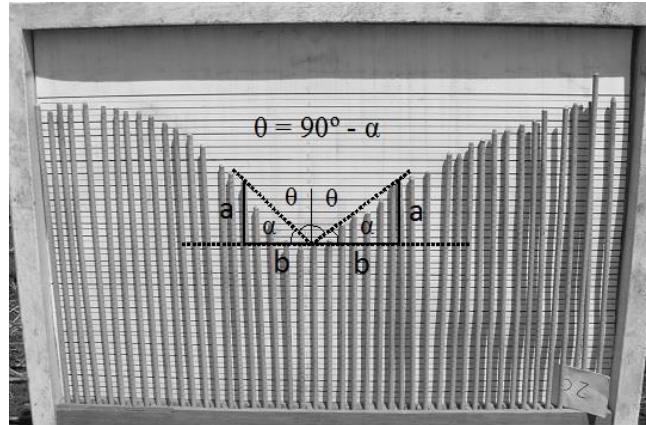
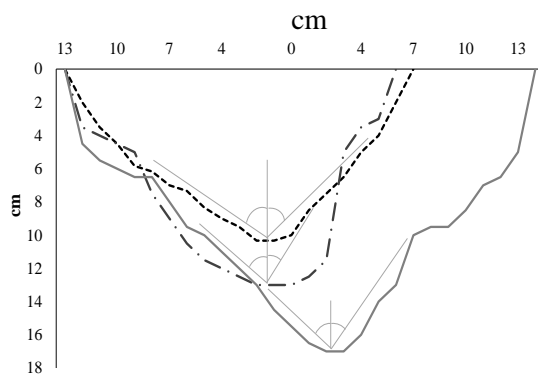


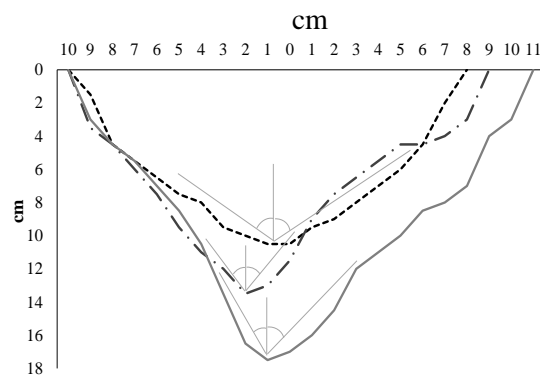
FIGURA 1. Método de análise dos ângulos do sulco.

A análise estatística utilizada foi a ANOVA, utilizando-se o teste F de Snedecor e, quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey à 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

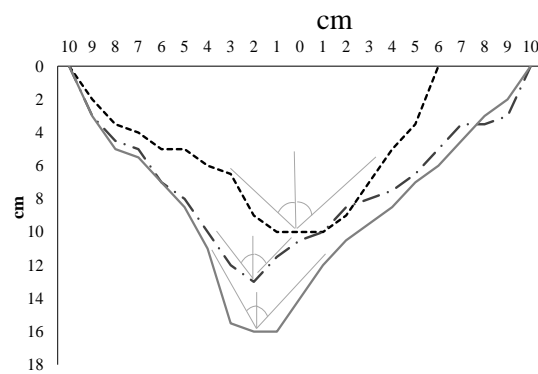
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para a variável largura do sulco, observa-se que na profundidade P3, a largura foi maior que as demais profundidades de trabalho (Figura 2). Observa-se também que, mesmo com aumento da profundidade de P1 para P2, não houve aumento na largura do sulco. Em profundidades maiores, a largura da ponteira rompe o solo, porém, não com ângulos de 45° até a superfície, isso é um indicativo de profundidade crítica. Para Godwin (2007), solos secos e mais densos tendem a produzir ruptura crescente em profundidades maiores para um determinado formato de haste, do que em solos soltos e úmidos.



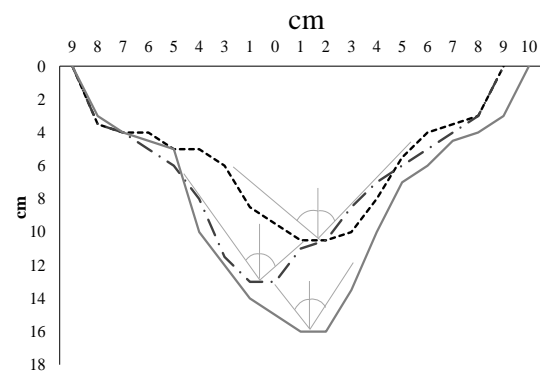
(A: TAS1)



(B: TAS2)



(C: TAS3)



(D: TAS4)

Fatores	∠ Direito	∠ Esquerdo	Largura	Profundidade	Mobilização do solo
			----- cm -----		cm <sup>2</sup>
P1	41° a	40° a	16,0 b	10,0 c	103 c
P2	36° b	33° b	17,5 b	13,2 b	135 b
P3	29° c	31° b	20,6 a	16,6 a	196 a
TAS1	38°	35°	21,3 a	13,5	175 a
TAS2	35°	35°	18,6 b	13,3	154 b
TAS3	36°	35°	17,5 b	13,4	134 c
TAS4	33°	36°	14,8 c	12,9	116 c
CV (%)	6,6	6,5	10,8	5,7	12,4

P: profundidade de trabalho; TAS: teor de água do solo; ∠: ângulo; letras minúsculas na coluna representam a análise pelo teste de Tukey ( $P < 0.05$ ); quando sem letras, não-significativo. CV: coeficiente de variação.

FIGURA 2. Perfil e ângulo de abertura do sulco em função do teor de água do solo (TAS) e da profundidade de trabalho (P) da haste sulcadora.

A mobilização do solo foi maior no menor teor de água, diminuindo com o aumento do mesmo, isso demonstra diretamente o efeito no solo pelo perfil do sulco (Figura 2). A haste sulcadora quando configurada para trabalhar na profundidade P3 mobilizou o solo mais que as demais profundidades de trabalho e, quanto mais úmido o solo, menor foi a mobilização, até o TAS 3, pois a partir disso não há mobilização significativa. De acordo com GODWIN & O'DOGHERTY (2007), o ângulo de inclinação do sulcador, teor de água do solo, compactação e resistência mecânica à penetração também interferem na maneira em que o solo é mobilizado e, conseqüentemente, pode afetar a profundidade crítica.

O Latossolo Vermelho eutroférico estudado apresenta grande quantidade de argila e está sob longo tempo com sistema plantio direto, em que, o fato da haste não ter criado os ângulos do sulco de 45° propostos pelos autores está relacionado com a textura argilosa e possivelmente com a quantidade de microporos do solo que este tipo de sistema de preparo é capaz de formar, sendo necessário o uso de hastes com ponteiros aladas para que possa aumentar o ângulo de mobilização do solo em profundidades de trabalho maiores.

**CONCLUSÕES:** Quanto maior a profundidade de trabalho, menor é o ângulo de abertura do sulco.

A haste sulcadora mobilizou mais o solo nas maiores profundidades, porém, este aumento não foi proporcional a partir do TAS3, considerando-o como o limite de teor de água do solo para implantação de culturas em Latossolo Vermelho eutroférico com 12 anos de sistema plantio direto.

## REFERÊNCIAS

- ALTUNTAS, E.; OZGOZ, E.; TASER, O. F.; TEKELIOGLU, O. Assessment of different types furrow openers using a full automatic planter. *Asian Journal of Plant Science*, v.5, p.537-542, 2006.
- BERTONHA, R. S.; FURLANI C. E. A.; SILVA, V. F. A.; CHIODEROLI, C. A. S. Fuel demand as a function of furrow opener and soil conditions in no-tillage system. *African Journal of Agricultural Research*, v.10, p.1266-1272, 2015.
- GERMINO, R.; BENEZ, S. H. Ensaio comparativo em dois modelos de hastes sulcadoras para semeadoras-adubadoras de plantio direto. *Energia na Agricultura*, v.21, p.85-92, 2006.
- GODWIN, R. J.; SPOOR, G.; SOOMRO, M. S. The effect of tine arrangement on soil forces and disturbance. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.30, p.47-56, 1984.
- GODWIN, R. J. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. *Soil & Tillage Research*, v.97, p.331-340, 2007.
- GODWIN, R. J.; O'DOGHERTY, M. J., 2007. Integrated soil tillage force prediction models. *Journal of Terramechanics*, v.44, p. 3-14.
- SPOOR, G.; GODWIN, R. J. An experimental investigation into the deep loosening of soil by rigid tines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 23, 243-258, 1978.