



## Atributos físicos do solo: Semeadura cruzada do feijoeiro por combinações de mecanismos sulcadores em SPD<sup>(1)</sup>.

**Élcio Hiroyoshi Yano<sup>(2)</sup>; Diego dos Santos Pereira<sup>(3)</sup>; Leandro Alves Freitas<sup>(4)</sup>; Luiz Malcolm Mano de Mello<sup>(5)</sup>; Veridiana Zocoler de Mendonça<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FEPE/FE-UNESP

<sup>(2)</sup> Professor Assistente, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/ UNESP; Ilha Solteira- SP, [elcio@agr.feis.unesp.br](mailto:elcio@agr.feis.unesp.br); <sup>(3)</sup> Estudante de Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/ UNESP; Ilha Solteira- SP, [diegol\\_360@hotmail.com](mailto:diegol_360@hotmail.com); <sup>(4)</sup> Estudante Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/ UNESP; Ilha Solteira- SP, [leandroalvesfreitas@hotmail.com](mailto:leandroalvesfreitas@hotmail.com); <sup>(5)</sup> Professor Titular, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/ UNESP; Ilha Solteira- SP, [malcolm@agr.feis.unesp.br](mailto:malcolm@agr.feis.unesp.br); <sup>(6)</sup> Estudante Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônomicas/ UNESP; Botucatu- SP, [veridianazm@yahoo.com.br](mailto:veridianazm@yahoo.com.br)

**RESUMO:** A técnica de semeadura cruzada é considerada um sistema recente que consiste no tráfego duplicado na mesma área, com fins de elevar a densidade populacional e aumento de produtividade de grãos. O trabalho foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria-MS, na região de Cerrado. O experimento foi constituído pela semeadura direta do feijoeiro em área irrigada por pivô central, combinados por dois mecanismos sulcadores (haste e disco), em dois sentidos de semeadura (linha e cruzada), ou seja: haste e disco na linha, haste cruzada com haste, haste interseccionado com disco, disco seguido de disco e disco cruzado com haste. O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições. Tendo como objetivo avaliar os atributos físicos do solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo) em três profundidades (0 a 0,05m; 0,05 a 0,10m e 0,10 a 0,20m) após a colheita do feijoeiro. A semeadura cruzada por haste em duas direções proporcionou aumento da macroporosidade e redução da densidade do solo até a camada de 0,20m, diferentemente da semeadura na linha e cruzada por uso de disco duplo desencontrado e defasado ter promovido formação de camada compactada pelo espelhamento lateral do sulco de semeadura. A semeadura cruzada combinada com haste na última passada do rompe a camada de selamento promovida pela primeira passada do conjunto moto- mecanizado.

**Termos de indexação:** haste, disco duplo desencontrado defasado, sentido de semeadura.

### INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro é um dos produtos agrícolas de importância sócio- econômico dos países latino-americanos, por fazer parte da dieta

alimentação como principal fonte proteica e geração de emprego da mão-de-obra durante a colheita. Segundo a CONAB (2015) o país produziu na safra 2014/2015, aproximadamente, 3,4 milhões de toneladas ano<sup>-1</sup>, em uma área de 3,13 milhões de hectares.

A redução do revolvimento do solo e tráfego constante de máquinas e implementos agrícolas pela implantação do sistema plantio direto, não tem amenizado os problemas de compactação do solo, em decorrência da mobilização ocorre apenas no sulco de semeadura. Contudo os mecanismos sulcadores têm proporcionado condicionamento físico do solo favorável ao desenvolvimento radicular das culturas. Yano et al (2012) constataram que haste sulcadora em espaçamento reduzido de 0,45m proporciona efeito residual sobre os atributos físicos analisados após a colheita do milho para silagem, em sistema de Integração Lavoura-Pecuária de Braquiária. A vantagem da haste, segundo Altmam (2010) é a facilidade de semeadura em áreas adensadas ou solo seco, por fazer a descompactação parcial do solo na linha, com aprofundamento do fertilizante e condicionamento o sistema radicular ao crescimento em profundidade, pelo aumento expressivo da produtividade de aproximadamente 10%, para as culturas de feijão, milho e algodão dependendo do adensamento do solo. Esta capacidade de penetração em profundidade Mialhe (2012), refere-se ao ângulo de ataque obtuso (>90°) contra superfície, associado ao controle da pressão da mola que impede a articulação vertical e força o aprofundamento em demasia.

Em razão de soluções alternativas de aumento da produtividade de soja, os produtores têm adotado a técnica de semeadura cruzada, que consiste no dobro de tráfego do conjunto trator e semeadora-adubadora na mesma área, com fins de aumentar a densidade populacional de plantas de modo que as plantas fiquem



distribuídas de modo equidistante entre si, afim de reduzir a competição intra- específica de água, nutriente e luz.

O objetivo deste trabalho foi analisar os atributos físicos do solo pelas combinações de mecanismos sulcadores em semeadura cruzada do feijoeiro irrigado na região de Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na região de Cerrado no ano de 2014, no período de inverno em área irrigada por pivô central pertencente à Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, situado no município de Selvíria-MS. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho Distróférrico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013). A área experimental apresenta parcelas fixas de 11 anos de implantação do sistema plantio direto, sendo que parte desta tem realizado a cada 2 anos o cultivo mínimo, com escarificador, provido de disco de corte frontal e rolo destorroador.

Os tratamentos constituiu-se pela semeadura do feijoeiro, cultivar precoce IAC Imperador hábito de crescimento tipo I, porte semiereto, utilizando dois mecanismos sulcadores (haste e disco duplo desencontrado e defasado), semeado em duas direções (linha e cruzada), pelas combinações de sulcadores da semeadora de fluxo contínuo da marca Marchesan, modelo Suprema Ultra flex de 7 linhas de espaçadas de 0,45m acoplado na barra de tração do trator 4x2 TDA da marca John Deere, modelo 6110-J, regulada para distribuir aproximadamente 288.889 sementes/ha em ambos os sentidos, sobre restos culturais de soja. Tendo os seguintes tratamentos: haste e disco na linha numa única passada do conjunto trator-semeadora-adubadora e combinações de mecanismos sulcadores em semeadura cruzada sendo: haste com haste; haste e disco; disco com disco e disco/haste.

Transcorrido a colheita do feijoeiro foram retiradas amostras de solo de monólitos indeformados em anéis metálicos com dimensões de 40,5 x 55,5 mm, nas camadas de 0,00 a 0,05m; 0,05 a 0,10 e 0,10 a 0,20m, na linha de semeadura dos tratamentos de uma única trajetória de passada do conjunto moto-mecanizado e no ponto de intersecção entre as passadas destas operações de mecanizadas para determinação dos atributos físicos do solo, através Em laboratório determinou-se a densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, através da mesa de tensão (EMBRAPA, 2011).

O delineamento estatístico foi de blocos ao acaso com 6 tratamentos (haste; disco; disco/disco; disco/haste; haste/haste e

haste/disco) e 8 repetições. Os resultados das análises estatística deste ensaio foram realizadas pelo programa computacional SISVAR ® (FERREIRA, 2000), submetidos às análises de variância pelo teste F e comparação de médias de Tukey a 10% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** verifica-se que os valores de macroporosidade, diferenciou entre as combinações de mecanismos sulcadores, em que a semeadura cruzada por haste em duas direções mostrou-se estatisticamente superior ao disco duplo numa única direção em 71,54%, em decorrência da haste proporcionar maior mobilização do solo entre as passadas do mesmo sulcador, em que Mahl (2006) estabelece que este mecanismo foi projetada com ângulo de inclinação para atuarem em maior profundidade com finalidade de romper camadas compactadas na superfície. Siqueira & Casão Junior (2004), as hastes são ferramentas planas com superfície de formas variadas (reta, inclinada e parabólica) que possuem na extremidade a ponteira que tem a função de cortar e penetrar no solo com abertura do sulco, que dependendo do projeto e formato da haste, ângulo de inclinação e largura da ponteira poderá proporcionar aumento do volume de solo mobilizado pela maior profundidade.

**Tabela 1** – Valores médios de macroporosidade e microporosidade, em 6 combinações de mecanismos sulcadores (0 a 0,05m).

Causa de variação	Ma Mi (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )		
	Haste	0,198 ab	0,247
Disco	0,123 b	0,271	
Mecanismo (M)	Haste/Haste	0,211 a	0,267
	Haste/Disco	0,159 ab	0,285
	Disco/Disco	0,157 ab	0,261
	Disco/Haste	0,184 ab	0,262
Valor de F	M	2,530*	1,286 <sup>ns</sup>
DMS	M	0,077	0,0416
CV (%)	-	33,27	11,58

\* (p<0,10); <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. Ma- Macroporosidade e Mi- Microporosidade.

Nota-se que nesta camada de 0 a 0,05m, os valores que microporosidade (**Tabela 1**) e porosidade total (**Tabela 2**) do solo não foram influenciadas pelas combinações de sulcadores e sentido. Pois, segundo Secco et al (2004) constataram uma relação direta entre densidade e microporosidade do solo e entre densidade e resistência mecânica a penetração, onde nas camadas com maiores valores de densidade do solo apresentaram elevado volumes de microporos e resistência a penetração.

Constatou-se variação estatística nos valores de densidade do solo na camada de 0 a 0,05m



entre as combinações de mecanismos rompedores de solo (**Tabela 2**), em que a semeadura com uso de haste numa única passada proporcionou resultado significativamente inferior e igual ao tráfego duplicado na mesma área independentemente do tipo de mecanismo, pelo maior revolvimento do solo entre as passadas ter resultado menor densidade do solo, diferentemente do emprego de disco numa única sentida.

**Tabela 2** – Valores médios de porosidade total e densidade do solo, em 6 combinações de mecanismos sulcadores (0 a 0,05m).

Causa de variação		Pt (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	Ds (kg.dm <sup>-3</sup> )
Mecanismo (M)	Haste	0,445	1,27 a
	Disco	0,419	1,50 b
	Haste/Haste	0,455	1,24 a
	Haste/Disco	0,441	1,29 a
	Disco/Disco	0,478	1,32 a
	Disco/Haste	0,462	1,28 a
Valor de F	M	1,004	6,781
DMS	M	0,0772	0,137
CV (%)	-	12,69	7,68

\* (p<0,10); <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. Pt- Porosidade total e Ds- Densidade do solo

Verifica-se na **tabela 3** que os valores de macroporosidade do solo não diferiu-se estatisticamente entre os sulcadores, com exceção de microporosidade (**Tabela 3**), porosidade total e densidade do solo (**Tabela 4**) em que as combinações de mecanismos sulcadores, em semeadura cruzada por haste em ambas direções e haste seguida de disco resultaram maior quantidade de microporos em razão da haste numa única passada, sendo 16,42% superior. Segundo Drescher et al (2011) o mecanismo haste (facão) e discos duplos desconstruído foram capazes de promover o rompimento do solo pela semeadora, pelas alterações de aumento de macroporosidade, diminuindo a microporosidade, a densidade do solo e o esforço de tração ter auxiliado na mitigação da compactação do solo.

O uso de haste num único sentido proporcionou maior porosidade total que a semeadura cruzada por haste seguida de disco e disco numa única direção, enquanto que as demais combinações não diferenciaram entre si. Contudo a densidade do solo nesta camada foi inversamente proporcional em que a semeadura por disco efetuada numa direção foi estatisticamente superior a haste em 16,67%. Nota-se um efeito residual da combinação de haste em semeadura cruzada ser efetuada antes e/ou após disco.

Os valores de macroporosidade (**Tabela 5**) e porosidade total (**Tabela 6**) não apresentaram

variação estatística entre os sulcadores e direções, diferentemente da microporosidade (**Tabela 5**) e densidade do solo (**Tabela 6**) na camada de 0,10 a 0,20m, em que semeadura cruzada por haste nas duas direções resultou maior microporosidade que a semeadura por emprego deste mesmo sulcador numa única direção, sendo estatisticamente superior em 8,33%, sendo que este mesmo fato tem-se notado para os demais tratamentos de semeadura cruzada em combinação com haste.

**Tabela 3** – Valores médios de macroporosidade e microporosidade, em 6 combinações de mecanismos sulcadores (0,05 a 0,10m).

Causa de variação		Ma (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	Mi
Mecanismo (M)	Haste	0.105	0.268 c
	Disco	0.081	0.295 ab
	Haste/Haste	0.101	0.312 a
	Haste/Disco	0.081	0.312 a
	Disco/Disco	0.087	0.298 ab
	Disco/Haste	0.107	0.285 bc
Valor de F	M	2.521 <sup>ns</sup>	8.496
DMS	M	0,029	0,022
CV (%)	-	22.90	5.60

\* (p<0,10); <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. Ma- Macroporosidade e Mi- Microporosidade.

**Tabela 4** – Valores médios de porosidade total e densidade do solo, em 6 combinações de mecanismos sulcadores (0,05 a 0,10m).

Causa de variação		Pt (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	Ds (kg.dm <sup>-3</sup> )
Mecanismo (M)	Haste	0,410 a	1,44 d
	Disco	0,371 b	1,68 a
	Haste/Haste	0,402 ab	1,48 cd
	Haste/Disco	0,375 b	1,58 abc
	Disco/Disco	0,389 ab	1,62 ab
	Disco/Haste	0,387 ab	1,51bcd
Valor de F	M	3,319	6,480
DMS	M	0,032	0,133
CV (%)	-	6,00	6,34

\* (p<0,10); <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. Pt- Porosidade total e Ds- Densidade do solo

Na **tabela 6** mostra que a semeadura cruzada por disco em ambas direções resulta uma elevação de densidade do solo nesta camada, correspondente de 5,03% à haste numa única direção, fato este que Reis et al (2006) verificaram que independentemente do teor de água do solo o mecanismo de abertura do sulco por disco duplo liso resultou maior valor de densidade média (1,11 g cm<sup>-3</sup>) que a haste e/ou facão (1,00 g cm<sup>-3</sup>), fato este pode estar associado provavelmente, ao espelhamento lateral ocasionado pelo disco ao ser introduzido no solo. Estes resultados concordam em parte com Procópio et al (2012) que constataram redução da população de soja em semeadura cruzada, em razão da segunda operação de



semeadura transversal a primeira promover maior compactação do solo pelo tráfego duplicado do rodado do conjunto trator e semeadora-adubadora. Salientando que a combinação de haste em semeadura cruzada resulta efeito residual com maior porosidade e menor densidade do solo.

**Tabela 5** – Valores médios de macroporosidade e microporosidade, em 6 combinações de mecanismos sulcadores (0,10 a 0,20m).

Causa de variação		Ma	Mi
		(m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	
Mecanismo (M)	Haste	0,091	0,288 c
	Disco	0,081	0,291 bc
	Haste/Haste	0,091	0,312 a
	Haste/Disco	0,084	0,296 bc
	Disco/Disco	0,067	0,292 bc
	Disco/Haste	0,080	0,301 ab
Valor de F	M	1,629 <sup>ns</sup>	9,045*
DMS	M	0,027	0,011
CV (%)	-	24,56	2,77

\* (p<0,10); <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. Ma- Macroporosidade e Mi- Microporosidade.

**Tabela 6** – Valores médios de porosidade total e densidade do solo, em 6 combinações de mecanismos sulcadores (0,10 a 0,20m).

Causa de variação		Pt	Ds
		(m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )	(kg.dm <sup>-3</sup> )
Mecanismo (M)	Haste	0,376	1,59 b
	Disco	0,373	1,64 ab
	Haste/Haste	0,373	1,61 ab
	Haste/Disco	0,363	1,65 ab
	Disco/Disco	0,374	1,67 a
	Disco/Haste	0,372	1,65 ab
Valor de F	M	0,858 <sup>ns</sup>	2,790*
DMS	M	0,019	0,072
CV (%)	-	3,75	3,26

\* (p<0,10); <sup>ns</sup> (não significativo). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. Pt- Porosidade total e Ds- Densidade do solo.

## CONCLUSÕES

Recomenda-se a semeadura cruzada combinada com haste nas duas direções e pelos menos na última passada por promover rompimento da camada compactada formada pela primeira passada do conjunto moto-mecanizado.

## REFERÊNCIAS

ALTMANN, N. Plantio direto no cerrado: 25 anos acreditando no sistema. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2010. 568 p.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2014/2015: Oitavo levantamento, maio/2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 25 mai. 2015.

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; DENARDIN, J. E.; FAGANELL, A. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35: 1713-1722, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3° ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA [EMBRAPA]. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011. 230 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. Anais. São Carlos: Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p.255-258.

MAHL, D. Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho. [Tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2006.

MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas para plantio. Campinas: Millennium Editora, 2012. 623p.

PROCÓPIO, S. O. et al. Cobertura do solo e área foliar de uma cultivar de soja de hábito indeterminado cultivada no sistema de plantio cruzado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA. 6., 2012, Anais. Cuiabá: Embrapa, 2012. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/928838>>. Acesso em 9 set. 2014.

SECCO, D.; REICHERT, J. M.; ROS, C. O. Produtividade de soja e propriedades físicas de um latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28: 797-804, 2004.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JÚNIOR, R. Trabalho no cultivo de grãos e oleaginosas: máquinas para manejo de cobertura e semeadura no sistema plantio direto. Curitiba: SENAR-PR, 2004. 88 p.

YANO, E. H.; BONACIN, P. E.; AKUNE, V. S. C.; et al. Atributos físicos da silagem de planta inteira do milho no consórcio *Braquiárias spp* e mecanismo sulcador. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 30., 2012. Anais. Maceió: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. CD-ROM.