

ESTIMATIVA DA DEMANDA ENERGÉTICA DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA DE PRECISÃO EM SEMEADURA DIRETA DA SOJA

CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA¹, EDUARDO LEONEL BOTTEGA², LEIDY ZULYS LEYVA RAFULL¹, SÁLVIO NAPOLEÃO SOARES ARCOVERDE¹

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados/Itahum, km 12, 79.804-970, Dourados, MS, Brasil, csouza@ufgd.edu.br, Leidyrafull@ufgd.edu.br, salvionapoleao@gmail.com

² Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Cachoeira do Sul, Rodovia Taufik Germano, 3013, 96503-205, Cachoeira do Sul, RS, Brasil, bottega.elb@gmail.com

RESUMO: A otimização dos sistemas mecanizados é essencial visando a melhoria da demanda energética dos conjuntos nas operações agrícolas e, conseqüentemente, redução dos custos de produção. O objetivo do trabalho foi avaliar a demanda energética de um conjunto trator-semeadora-adubadora, em função de diferentes mecanismos sulcadores e teores de água no solo sob sistema de semeadura direta da soja. O experimento foi montado em esquema de parcelas subsubdivididas, em que as parcelas constituíram os teores de água no solo (0,258; 0,277 e 0,290 g g⁻¹), as subparcelas o tipo de sulcador (haste e disco-duplo) e as subsubparcelas os níveis de cargas aplicadas (451, 685 e 893 N) na linha da semeadora-adubadora, no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. O teor de água no solo influencia diferentemente a demanda energética do conjunto trator-semeadora-adubadora em função do tipo de sulcador. O uso da haste sulcadora aumenta a patinação, a potência e força específicas de tração, sendo a força maior para a haste independentemente da profundidade de corte do solo. Houve aumento da força e potência específicas de tração com o aumento da profundidade de corte do solo para ambos os sulcadores, bem como do consumo específico de combustível quando utilizada a haste sulcadora.

Palavras-chaves: haste sulcadora, patinação, umidade do solo, potência.

ESTIMATION OF PRECISION SEEDER-FERTILIZER ENERGETIC DEMAND IN SOYBEAN NO-TILL

ABSTRACT: The optimization of mechanized systems is essential to improve the energy demand of the sets in agricultural operations and, consequently, reduce production costs. The work's objective was to evaluate a tractor-seeder-fertilizer system's energy demand due to different furrow openers and soil moisture under soybean's no-till. The experimental delineation adopted was the complete random blocks in a split-split-plot scheme in which the plots consisted of three soil moisture (0.258, 0.277 and 0.290 g g⁻¹), the subplots of two mechanisms for furrow opening (hoe opener and double disk), and the sub-subplots of three applied loads (451, 685 and 893 N) in the seeder row on the soil, with three replications. The soil moisture influences the energy demand of the tractor-seeder-fertilizer system differently due to the furrow opener type. The hoe opener's use increases the wheel slippage, power demand, being the power greater for hoe opener regardless of the cutting depth. There was an increase in power demand with the rise of the cutting depth for both furrow openers, while the greater specific fuel consumption was using the hoe opener.

Keywords: furrow opener, wheel slippage, soil moisture, power.

1 INTRODUÇÃO

A implantação de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o sistema de semeadura direta (SSD), é essencial para a sustentabilidade da produção agrícola.

Tais técnicas de manejo do solo são benéficas por priorizarem a conservação dos recursos naturais, com o mínimo de movimentação e manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo.

No SSD voltado à produção de grãos, a mecanização agrícola, cada vez mais, através do desenvolvimento de equipamentos mais modernos, tem permitido, além do aumento da produção, o acréscimo da capacidade operacional nas mais distintas atividades. A otimização do uso de máquinas é importante com vistas a aumentar a sua vida útil, aumentar capacidade operacional e reduzir custos de produção (FRANCETTO et al., 2015).

Entre as etapas de produção de grãos em SSD, atenção especial deve ser dada a sementeira, visto que há normalmente um aumento na resistência do solo à penetração e conseqüentemente, maiores dificuldades durante o processo de deposição de sementes e fertilizantes, do que as verificadas no preparo convencional, o que necessita de maior cuidado em relação às condições operacionais e de manejo da cobertura (TROGELLO et al., 2013a, 2013b).

Nestas condições, os mecanismos rompedores de sementeiras passam a executar, além da abertura do sulco para a deposição de semente, o preparo do solo localizado na linha de sementeira e a descompactação da camada superficial do solo (DRESCHER et al., 2012). Desse modo, o estudo destes sulcadores em SSD visa minimizar a demanda de força de tração, promover a mobilização adequada do solo para melhora da germinação da semente, emergência da plântula e produtividade das culturas. Fatores estes influenciados pelo tipo de solo, profundidade de sementeira e adubação, velocidade de sementeira, teor de água do solo e seu preparo (FURLANI et al., 2013).

Com relação ao tipo de sulcador utilizado em SSD, Tricai et al. (2016) e Troger et al. (2012) estudando sulcadores, tipo enxada, com distintas dimensões e conformações, observaram diferenças para força de tração e mobilização do solo. Furlani et al. (2013) verificaram que o formato da haste sulcadora influenciou a demanda de força de tração e de potência na barra. Em estudo semelhante, Francetto et al. (2015) e Milagres et al. (2015) concluíram que a haste exigiu maior demanda de tração do que os discos-duplos.

Outro fator que interfere na emergência das sementes é a profundidade em que são depositadas no sulco de sementeira. De acordo com Souza et al. (2019), se a profundidade for maior que a necessária para a emergência, a plântula irá levar mais tempo para emergir, permanecendo por mais tempo exposta ao ataque de pragas presentes no solo. Além disso, uma profundidade excessiva pode inviabilizar a germinação. E, conforme Grotta et al. (2009), o incremento da profundidade da haste sulcadora de adubo em SSD proporcionou aumento da força na barra de tração, da força de pico, da potência na barra de tração e no consumo volumétrico.

As sementeiras possuem rodas compactadoras e cobridoras de sementes para melhorar o contato solo-semente. Elas atuam pressionando o solo ao lado da linha de sementeira. Em distintas condições edafoclimáticas e teores de água no solo é necessário compreender os efeitos ocasionados pela compactação induzida por tais dispositivos e suas relações com a demanda energética do conjunto trator-sementeira-adubadora.

Considerando que na região centro-sul do Estado de Mato Grosso do Sul tem aumentado o uso do SSD, onde a sementeira da cultura da soja em solos muito argilosos tem sido realizada em um período cada vez menor, a execução desta operação poderá implicar em dificuldades no bom desempenho das sementeiras e prejuízos ao estabelecimento e à produção das culturas.

Portanto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a demanda energética de um conjunto trator-sementeira-adubadora, em função de diferentes mecanismos sulcadores e teores de água no solo sob SSD da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi realizado na Unidade de Produção e Beneficiamento de Sementes Guerra, situada no Município de Dourados, MS (latitude 22°13'16"S, longitude 54°17'01"W e altitude de 430 m). O clima regional classificado pelo sistema internacional de Köppen é do tipo Am, monçônico, com inverno seco precipitação média anual de 1.500

mm e temperatura média anual de 22°C (ALVARES et al., 2013).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, textura muito argilosa (65,3% de argila, 17,4% de silte e 17,3% de areia). A densidade do solo antes da semeadura era de $1,434 \pm 0,104 \text{ Mg m}^{-3}$, enquanto a resistência do solo à penetração era de $2,018 \pm 0,404 \text{ MPa}$. A área era cultivada em sistema de sucessão soja-milho em semeadura direta, com 10 anos de implantação.

A área foi dessecada com aplicação de herbicida de ingrediente ativo Glyphosate, à dosagem de $5,0 \text{ L ha}^{-1}$, diluído em água, correspondendo a um volume de aplicação de 300 L ha^{-1} . Os testes foram realizados 20 dias após a aplicação do herbicida.

Utilizou-se uma semeadora-adubadora para plantio direto, modelo PC2123, dotada de três linhas de plantio, de mecanismo de corte de palha tipo disco liso, dois conjuntos de sulcadores do solo (haste e disco-duplo) e rodas metálicas de pressão em V.

Para tracionar a semeadora-adubadora foi utilizado um trator modelo MF 265 4x2 TDA, com potência máxima de 47,8 kW (61 cv) no motor a 2.000 rpm. O trator apresentava rodado dianteiro com pneu 7,5-16R1 e traseiro 12,4-38R1, massa total de 3556 kg. O motor modelo AD4203, com 4 cilindros, com cilindrada total de $3.335,9 \text{ cm}^3$, 18,5:1 de relação de compressão e torque máximo no motor de 249 Nm a 1400 rpm. A potência nominal na tomada de potência (TDP) é de 39 kW para rotação de 627 rpm, o que corresponde a 2000 rpm no motor, e na rotação de 540 rpm na TDP a potência é de 36 kW, representando 1.680 rpm no motor.

Foram aplicados 18 tratamentos na semeadura da soja dispostos em um delineamento em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas constituíram os teores de água no solo (0,258; 0,277 e 0,290 g g^{-1}), as subparcelas o tipo de sulcador do solo (haste ou disco-duplo) e as subsubparcelas os níveis de cargas aplicadas (451, 685 e 893 N) na linha da semeadora-adubadora (visando variar a profundidade de corte dos sulcadores), com três repetições. A

unidade experimental foi composta de uma área de 100 m^2 (2x50 m). A velocidade de deslocamento média do conjunto trator-semeadora-adubadora foi mantida em $4,5 \pm 1,4 \text{ km h}^{-1}$ durante os testes.

Para determinação do teor de água no solo, amostras foram coletadas na camada de 0,0 a 0,20 m, utilizando um trado tipo holandês. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório, para determinação do teor de água no solo, obtido pelo método gravimétrico (FURLANI et al., 2013).

Para obter variação nos níveis de cargas aplicadas sobre os sulcadores de solo foi ajustada a compressão das molas das linhas da semeadora-adubadora. Quando a mola estava toda comprimida obteve-se 893 N, a mola comprimida pela metade para obtenção de 685 N e toda ela distendida para obtenção de uma carga de 451 N. Uma célula de carga modelo Z250, com capacidade de 250 kg, foi instalada na linha central da semeadora-adubadora para se determinar a carga aplicada sobre o solo pelos sulcadores.

A potência demandada pela semeadora-adubadora foi estimada usando a curva característica de desempenho nominal do motor do trator utilizando-se sua velocidade angular (SOUZA et al., 2003), conforme modelo apresentado na Equação 1. A velocidade angular foi medida usando um sensor indutivo instalado próximo à TDP do trator, para depois ser calculado seu valor no motor com uma relação de transmissão de 1:3,19.

$$P = 1,6061\omega - 0,0168\omega^2 \quad (1)$$

Em que,

P – estimador da potência nominal do motor do trator, kW;

ω – velocidade angular do motor do trator, Hz.

A potência de tração foi determinada considerando-se a eficiência de transmissão do motor para a TDP de 87%, a eficiência de transmissão entre a TDP e o eixo motriz da roda de 94% (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, 2003) e a

eficiência tratória de 65% (SOUZA et al., 2003). As forças e as potências específicas foram determinadas pelo quociente da força e da potência da barra pelo número de linha de semeadura e profundidade de ação dos sulcadores do solo. O consumo de combustível do trator foi determinado em função da razão entre a potência equivalente na TDP e potência máxima disponível na TDP, usando o método proposto pela American Society of Agricultural and Biological Engineers (2006), com seus valores expressos em $\text{g kW}^{-1}\text{h}^{-1}$ para uma densidade média de 800 g L^{-1} .

Para determinação da patinagem foi instalada na roda traseira do trator, uma roda dentada metálica composta por 32 dentes. Utilizando-se de um sensor indutivo para fazer as leituras do número de voltas realizadas pela roda dentada, determinou-se a patinagem das rodas motrizes do trator, que foi obtida pela diferença entre o número de volta da roda do trator com e sem carga (PALMA et al., 2010; MILAGRES et al., 2015).

Utilizou-se um sistema de aquisição automático de dados, modelo Spider 8TM, para leituras de rotação da TDP, da contagem dos pulsos da roda dentada e da carga aplicada sobre o sulcador. Posteriormente, os dados

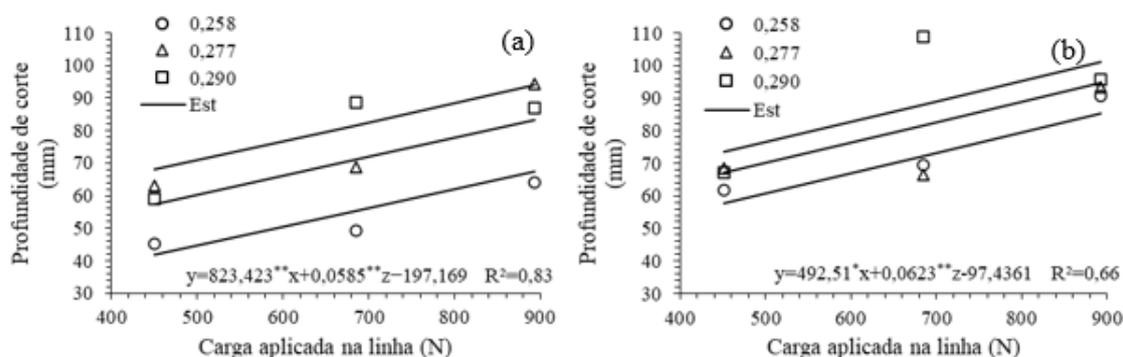
foram coletados e armazenados utilizando-se o software Catman 5[©].

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e de regressão, sendo as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Os modelos foram selecionados com base no teste t dos coeficientes, bem como no coeficiente de determinação (R^2). Adotando-se o nível de significância de 5% de probabilidade nas análises. Os procedimentos estatísticos de análises foram realizados utilizando-se o software SAEG[©], versão 9.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A profundidade de corte do sulcadores do solo aumentou com o incremento do teor de água no solo e da carga aplicada sobre a linha da semeadora (Figura 1). Esse resultado se deve à relação inversa entre resistência mecânica do solo à penetração e o teor de água no solo (SECCO et al., 2009), enquanto o aumento de carga sobre a linha da semeadora potencializa a penetração dos sulcadores. As profundidades de corte do solo foram maiores quando a haste sulcadora (80,2 mm) foi usada, representando aumento médio de 16% em comparação às profundidades obtidas pelo disco-duplo (68,8 mm).

Figura 1. Profundidade de corte do disco-duplo (a) e da haste sulcadora (b) em função do teor de água no solo (x) e níveis de cargas aplicadas (z) na linha da semeadora-adubadora.



Observou-se que o disco-duplo demandou menor potência durante a semeadura, em relação à haste sulcadora, tendo este sulcador apresentado maior potência quando utilizado no teor de água no solo de $0,258 \text{ g g}^{-1}$ (Tabela 1). Isso se deve a maior força na barra de tração verificada quando a

semeadora-adubadora utilizou o mecanismo haste sulcadora (Tabela 2), semelhante ao encontrado por Palma et al. (2010) e Francetto et al. (2015) ao trabalharem em Latossolo Vermelho distroférico e Argissolo Vermelho franco-arenoso, respectivamente. No estudo realizado por Palma et al. (2010), a maior força

de tração foi atribuída a maior resistência mecânica à penetração na camada superficial do solo (0-0,10 m); resultado este reforçado por Conte et al. (2007) ao verificarem correlação

positiva entre esforço de tração obtido nas hastes com a resistência mecânica do solo à penetração.

Tabela 1. Potência específica na barra de tração ($\text{kW cm}^{-1}\text{linhas}^{-1}$) durante a semeadura em função do teor de água no solo e tipo de sulcador.

Sulcador	Teor de água no solo (g g^{-1})		
	0,258	0,277	0,290
Disco-duplo	0,82 aB	0,81 aA	0,67 aB
Haste sulcadora	1,16 aA	0,84 bA	0,81 bA

Médias seguidas por letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Força na barra de tração (kN) durante a semeadura em função do teor de água no solo e do tipo de sulcador.

Sulcador	Teor de água no solo (g g^{-1})		
	0,258	0,277	0,290
Disco-duplo	12,85 aB	12,47 bB	12,87 aB
Haste sulcadora	13,15 bA	13,68 aA	13,65 aA

Médias seguidas por letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Furlani et al. (2013) e Tricai et al. (2016) enfatizam que a demanda de força de tração está relacionada com a forma da haste e com o ângulo de ataque da ponteira. Furlani et al. (2013) observaram em 5 hastes com diferentes forma e ângulo de ataque, em um Latossolo Vermelho Distroférrico, valores de força de tração entre 17,53 a 20,42 kN, e profundidade de atuação das hastes de 13 cm, trabalhando com velocidade média de $6,0 \text{ km h}^{-1}$. Tricai et al. (2016) concluíram que a haste com ângulo de inclinação de 17° e largura de 21 mm causou menor força e potência, do que a com ângulo de inclinação de 20° e largura de 21 mm.

Observou-se diminuição da força na barra de tração com o aumento do teor de água no solo, quando a semeadora-adubadora estava equipada com o disco-duplo (Tabela 2). Por outro lado, quando a haste foi utilizada na semeadura, observou-se aumento da força de tração com o aumento do teor de água no solo. O disco-duplo apresentou menor exigência de força na barra de tração ao trabalhar sob teor de água no solo de $0,277 \text{ g g}^{-1}$, ao contrário da haste que exigiu maior força na barra de tração ao trabalhar sob teor de água no solo de $0,258 \text{ g g}^{-1}$ (Tabela 2).

Grotta et al. (2009), Trogello et al. (2012) e Modolo et al. (2013) avaliando a cultura do milho, observaram menor profundidade de deposição de sementes para o disco-duplo em comparação à haste sulcadora. Este sulcador permite maior capacidade na descompactação superficial do solo na linha de semeadura (DRESCHER et al., 2012); no entanto, segundo Palma et al. (2010), quando a ponteira da haste sulcadora trabalha nas camadas mais resistentes, se tem maior demanda de força de tração do que ao trabalhar com a ponteira ligeiramente abaixo dessas camadas que oferecem maior resistência mecânica do solo à penetração. Explica-se esse fator, devido ao ângulo de ataque do mecanismo sulcador em relação ao solo. Portanto, nesse estudo tal mecanismo ao trabalhar em profundidades inferiores a 100 mm, encontrou maior resistência do solo, corroborando resultados obtidos por Palma et al. (2010).

Quando a semeadora-adubadora utilizou o disco-duplo foi observado menores patinagens, potências e forças específicas de tração, do que quando a haste foi utilizada (Tabela 3), concordando com Milagres et al. (2015). A potência específica de tração obtida

com a haste sulcadora foi 12,9% superior àquela observada para o disco-duplo, enquanto

para a força específica de tração foi observado 7,5%.

Tabela 3. Patinagem, potência e força específicas de tração para os dois sulcadores, no solo com teor de água de 0,277 g g⁻¹.

Sulcador	Patinagem (%)	Potência específica de tração (kW linha ⁻¹ cm ⁻¹)	Força específica de tração (kN linha ⁻¹ cm ⁻¹)
Disco-Duplo	2,9 a	0,93 a	0,85 a
Haste sulcadora	6,2 b	1,05 b	0,92 b

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que não houve influência do tipo de sulcador sobre a potência específica para a menor profundidade de corte do solo, enquanto na maior profundidade foi a haste a apresentar maior valor (Tabela 4). Analisando a força específica de tração constata-se que houve efeito significativo do sulcador, sendo que a

haste apresentou maiores valores, independentemente da profundidade de corte do solo. Analisando a profundidade de corte do solo, observa-se que houve aumento da força e potência específica de tração com o aumento da profundidade.

Tabela 4. Potência e força específica de tração em função do tipo de sulcador e da profundidade de corte do solo, no solo com teor de água de 0,277 g g⁻¹.

Sulcador	Profundidade de corte do solo (mm)	
	70,5	81,1
Potência específica de tração (kW linha⁻¹cm⁻¹)		
Disco-duplo	0,676 aA	0,881 aB
Haste	0,676 aA	1,086 bB
Força específica de tração (kN linha⁻¹cm⁻¹)		
Disco-duplo	0,59 aA	0,79 aB
Haste	0,62 bA	0,95 bB

Médias seguidas por letras iguais (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Francetto et al. (2015), Milagres et al. (2015) e Levien et al. (2011) ao avaliarem diferentes sulcadores evidenciaram que as hastes proporcionam maior exigência de força de tração e, quando este mecanismo trabalhou a maiores profundidades, observou-se aumento da demanda de força de tração e de potência na barra (GROTTA et al., 2009).

Pode ser verificado na Tabela 5 que a profundidade de corte do solo influenciou o consumo específico de combustível para a haste sulcadora, não havendo diferença para o disco-duplo. Possivelmente quando a ponteira da

haste sulcadora trabalha nas camadas mais resistentes, se tem maior demanda de força de tração do que ao trabalhar com a ponteira ligeiramente abaixo dessas camadas que oferecem maior resistência mecânica do solo a penetração (PALMA et al., 2010). A haste sulcadora demandou maior consumo específico de combustível do que quando foi usado o disco-duplo. Estes resultados corroboram com os obtidos por Levien et al. (2011) e Francetto et al. (2015), que avaliaram a demanda energética de uma semeadora em sistema de semeadura direta.

Tabela 5. Consumo específico de combustível ($\text{g kW}^{-1}\text{h}^{-1}$) em função da profundidade de corte do solo, para os dois sulcadores com teor de água no solo de $0,277 \text{ g g}^{-1}$.

Sulcador	Profundidade de corte do solo (mm)	
	81,1	70,5
Disco-duplo	285,5 aA	285,4 aA
Haste	286,1 bA	285,8 bB

Médias seguidas por letras iguais (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

O teor de água no solo influencia diferentemente a demanda energética do conjunto trator-semeadora-adubadora em sistema de semeadura direta da soja em função do tipo de sulcador.

O uso da haste sulcadora, em vez do disco-duplo, aumenta a patinação, a potência e força específicas de tração, sendo a força maior para a haste independentemente da profundidade de corte do solo.

Houve aumento da força e potência específicas de tração com o aumento da

profundidade de corte do solo para ambos os sulcadores, bem como do consumo específico de combustível quando utilizada a haste sulcadora.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo suporte financeiro. Ao CNPq e à Capes, pelas bolsas concedidas de pesquisa e de estudo. À Empresa Sementes Guerra, pelo apoio à pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASABE standards 2006**: Agricultural machinery management. St. Joseph: ASABE, 2006.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE standards 2003**: Agricultural machinery management data. St. Joseph: ASAE, 2003.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CEPIK, C. T. C.; DEBIASI, H. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 220-228, 2007.

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; DRESCGER, G. L. Resistência à penetração e rendimento da soja após intervenção mecânica em Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 1836-1844, 2012.

FRANCETTO, T. R.; ALONÇO, A. S.; BELLÉ, M. P.; FRANCK, C. J.; DAUTO, P. C. Comportamento operacional de associações entre sulcadores e discos de corte para sistema de semeadura direta. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 35, n. 3, p. 542-554, 2015.

FURLANI, C. E. A.; CANOVA, R.; CAVICHIOLI, F. A.; BERTONHA, R. S.; SILVA, R. P. Demanda energética por semeadora-adubadora em função da haste sulcadora na semeadura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 6, p. 885-889, 2013.

GROTTA, D. C. C.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; REIS, G. N. Seeder-fertilizer machine: energetic demand as a function of vegetal covering handling and manure deposition shank depth in no-tillage system. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 241-248, 2009.

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**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 1003-1010, 2011.

MILAGRES, R. S.; FURTADO JÚNIOR, M. R.; SILVA, A. C.; FONTES, J. M. Desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora em função do mecanismo sulcador e velocidade de deslocamento. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 143-153, 2015.

MODOLO, A. J.; FRANCHIN, M. F.; TROGELLO, E.; ADAMI, P. F.; SCARSI, M.; CARNIELETTO, R. Semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 6, p. 1200-1209, 2013.

PALMA, M. A. S.; VOLPATO, C. E. S.; BARBOSA, J. A.; SPAGNOLO, R. T.; BARROS, M. M.; VILAS BOAS, L. A. Efeito da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras de uma semeadora-adubadora na patinagem, na força de tração e no consumo de combustível de um trator agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1320-1326, 2010.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 58-64, 2009.

SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; ARCOVERDE, S. N. S.; BOTTEGA, E. L.; ORLANDO, R. C. Desempenho de semeadora-adubadora de milho de segunda safra em semeadura direta. **Agrarian**, Dourados, v. 12, n. 45, p. 346-353, 2019.

SOUZA, C. M. A.; REIS, E. F.; QUEIROZ, D. M.; CECON, P. R.; VIEIRA, L. B. Avaliação do desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora em plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 50, n. 292, p. 769-780, 2003.

TRICAI, E.; FURLANI, C. E. A.; BERTONHA, R. S.; SILVA, V. F. A.; COMPAGNON, A. M.; CASSIA, M. T. Energy demand of furrow openers and corn yield according to the soil disturbance in no till system. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 11, n. 17, p. 1538-1542, 2016.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; SCARSI, M.; SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 2, p. 286-291, 2012.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p. 101-109, 2013a.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M.; SILVA, C.; LADAMI, P. F.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 796-802, 2013b.

TROGER, H. C. H.; REIS, A. V.; MACHADO, A. L. T.; MACHADO, R. L. T. Analyzing the efforts in furrow openers used in low power planters. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 6, p. 1133-1143, 2012.