

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE UM TRATOR AGRÍCOLA TRACIONANDO UMA
SEMEADORA ADUBADORA EQUIPADA COM HASTES SULCADORAS**

MARCOS ANTONIO ZAMBILLO PALMA¹ ROGER TOSCAN SPAGNOLO² RONALDO
EUGENIO MENEGHETE³ RODRIGO ALENCAR NUNES⁴ DIEGO JOSÉ CARVALHO ALONSO⁵
DANIELA CARNEIRO RODRIGUES⁶

RESUMO

A consolidação do sistema de semeadura direta amenizou os problemas ambientais oriundos da exploração agrícola. Além disso, ocorreu a otimização dos sistemas de cultivos que utilizam essa tecnologia, mas juntamente com esses benefícios se acentuou os problemas relacionados à compactação do solo, principalmente, em áreas de integração entre a Lavoura e a Pecuária. As semeadoras-adubadoras, destinadas à semeadura direta em solos mais compactados, são equipadas com hastes sulcadoras para romper as camadas superficiais do solo. Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o comportamento do trator agrícola em função do aumento da profundidade de atuação das hastes sulcadoras na semeadura direta em solos compactados pela integração Lavoura-Pecuária. Os tratamentos foram 100, 150, 200 e 250 mm de profundidade de trabalho da haste, sendo os ensaios desenvolvidos no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, utilizando delineamento experimental de blocos, casualizados, composto por quatro tratamentos e três repetições. Através dos dados observados concluiu-se que ao se trabalhar com a ponteira da haste 30 a 50 mm abaixo das camadas de solo com maior resistência a penetração, apresentam-se reduções na patinação e no esforço de tração do trator agrícola, aumentando a capacidade operacional teórica do conjunto trator semeadora, além de proporcionar um ambiente mais favorável ao desenvolvimento da cultura.

Palavras-chaves: Hastes Sulcadoras, Trator Agrícola, Semeadura Direta, Integração Lavoura-Pecuária

INTRODUÇÃO: O trator agrícola é selecionado pela sua potência disponível no motor e capacidade de suportar esforços oriundos dos mais diversos equipamentos necessários para realizações de várias tarefas agrícolas. Em cada marcha, à medida que a solicitação de força na barra aumenta, ocorre um aumento da potência até que seja atingido um valor máximo para tal marcha. A partir deste ponto, aumentando-se a carga na barra de tração, há um aumento da patinação e decresce a rotação do motor, ocorrendo redução na velocidade de deslocamento e conseqüente decréscimo na potência (MIALHE, 1996). De acordo com CASÃO JUNIOR (2002), os fabricantes de semeadoras-adubadoras utilizam diversos tipos de desenhos de hastes sulcadoras em suas máquinas, resultando em diferenças quanto ao esforço exigido para tracionar e o volume de solo mobilizado, principalmente para trabalhos em solos argilosos. Ao estudarem o desempenho de dez semeadoras-adubadoras existentes no mercado nacional, CASÃO JÚNIOR et al. (2000), concluíram que as hastes respondem por uma parcela importante da força e potência exigidas para tracionar uma semeadora. Ao se aumentar a demanda de força na barra de tração, em virtude da utilização das hastes sulcadoras, os índices de patinação se elevam, entretanto CHARLES (1984), afirma que esses índices não devem ultrapassar 25%, pois acima disso, a força na barra de tração tende a permanecer constante, diminuindo a velocidade de deslocamento e aumentando o consumo de combustível. Em solos duro a faixa ótima de patinação é de 8 a 10%, em solo firme e macio (já cultivado) varia de 10 a 13% e em solo arenoso ou solto varia de 13 a 16% (CORRÊA, 2003).

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Lavras - UFLA - situada no município de Lavras, MG a uma altitude de 943 metros. A fim de caracterizar a resistência a penetração mecânica do solo, foi utilizado um penetrômetro eletrônico, realizando uma medida por unidade experimental até a profundidade de até 500 mm. Como fonte de tração, utilizou-se um trator Valtra BL 88 4X2, com tração dianteira auxiliar (TDA), portando um motor modelo VALTRA 420DSR, com potência máxima de 64,72 kW a 2300 rotações por minuto (ISO/NBR 1585).

1. Doutorando em Engenharia de Processos Agrícolas - DEG/UFLA
2. Doutorando em Sistemas de Produção Agrícola Familiar - DER/UFPEL
3. Graduando em Engenharia Mecânica - UPF
4. Graduando em Engenharia Agrícola - UFLA
5. Graduando em Engenharia Agrícola - UFLA
6. Graduando em Engenharia Agrícola - UFLA

No trator, foram utilizados pneus traseiros 18.4-30R1 e dianteiros 12.4-24R1, com pressão de inflação de 138 kPa (20 psi) e 125 (18 psi) kPa respectivamente. Para lastragem, utilizou-se três massas metálicas de 65 kgf cada roda traseira e 6 massas metálicas de 35 kgf na parte dianteira do trator. Nas rodas traseiras, utilizou-se água, que ocupou 75 % do volume interno, sendo o restante completado com ar. Para a melhor caracterização do trator, realizou-se uma pesagem, que resultou em 43,64 kN (4450 kgf) distribuídos 62% no eixo traseiro e 38% no eixo dianteiro. Para semeadura do milho utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão, marca John Deere, modelo RT907 equipada com 4 módulos de semeadura conforme Figura 1.



FIGURA 1 Semeadora-Adubadora utilizada no experimento

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados da análise granulométrica na camada de 0 a 300 mm apresentaram os valores médios de 0,16, 0,18 e 0,66 kg kg⁻¹ para areia, silte e argila, respectivamente caracterizando o solo como Latossolo Vermelho Distroférico típico argiloso (LVdf), com declividade de 4,98%. O solo apresentou umidade gravimétrica média de 0,368 kg kg⁻¹ (desvio padrão 2,50) e 6358 kg ha⁻¹ (desvio padrão 3,78) de matéria seca no momento da realização da semeadura. Com relação ao índice de cone, que possibilita caracterizar a resistência mecânica do solo à penetração, observa-se através da Figura 2 que a maior resistência está presente na camada entre 70 a 150 mm de profundidade, caracterizando a influência do pisoteio bovino.

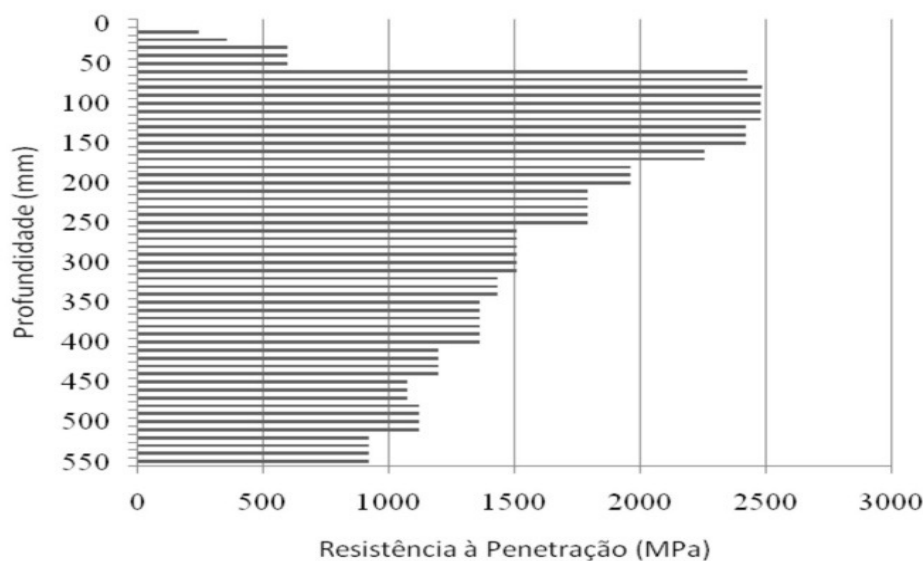


FIGURA 2 Representação gráfica da resistência média à penetração do solo

Analisando os dados da Tabela 1, verifica-se que o consumo horário de combustível foi menor quando a haste sulcadora trabalhou na profundidade de 100 mm. À medida que a profundidade da

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

haste aumentou -- como nas profundidades 150 e 200 mm que não diferiram entre si --, aumentou o consumo em 7,45 e 6,68 % respectivamente em relação à profundidade de 100 mm. Já na maior profundidade de trabalho, houve um acréscimo de 13,52 % quando comparado ao nível de profundidade de 200 mm. Destaca-se que o consumo do trator foi de 9,32 L h⁻¹, sem a aplicação de nenhum tipo de carga a 2000 rotações por minuto.

TABELA 1 Consumo de Combustível (Lh⁻¹), Força de Tração (kN) e a Patinagem (%) em relação às diferentes profundidades

Tratamentos	Consumo	Força de Tração	Patinagem
100 mm	10,750 c	19,195 d	10,415 d
150 mm	11,551 b	31,076 b	25,294 b
200 mm	11,468 b	29,573 c	19,812 c
250 mm	12,204 a	33,601 a	38,214 a
Média Geral	11,493	28,361	23,434
CV (%)	0,86	0,780	10,23

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A força de tração, conforme apresentado na Tabela 1, diferiu em todas as profundidades, sendo que a menor demanda de força foi observada na menor profundidade. Já a profundidade de 150 mm mostra um acréscimo na força de tração de 61,90 % em relação à profundidade de 100 mm. No entanto, quando a haste sulcadora trabalhou na profundidade de 200 mm, ocorreu um decréscimo na demanda de força de 4,84% em relação à profundidade de 150 mm. Isso pode ser explicado na Figura 1, em que se observa maior compactação até os 150 mm de profundidade, onde a ponteira da haste sulcadora encontra maior resistência de ruptura no solo. Ao trabalhar em uma semeadora-adubadora de semeadura direta em diferentes níveis de compactação na camada de 0 a 100 mm, VERUSCHKA et al. (2006) não obtiveram diferenças significativas na força de tração da haste sulcadora quando esse mecanismo sulcador estava trabalhando ligeiramente abaixo, numa profundidade de 125 mm. Dessa forma, observa-se que quando a ponteira da haste sulcadora trabalha nas camadas mais compactadas, há maior demanda de força de tração do que quando esta trabalha ligeiramente abaixo dessas camadas. Na maior profundidade de trabalho da haste sulcadora (250 mm), obteve-se um aumento de 13,62% na demanda de força de tração em relação à profundidade de 200 mm. Na comparação entre as profundidades de 150 mm e 100 mm, destaca-se um aumento de 75,05% na demanda de força de tração.

A patinagem das rodas motrizes do trator variou com as diferentes profundidades de atuação das hastes da semeadora, conforme pode ser verificado na Tabela 01. No Tratamento em que se utilizou a profundidade de 200 mm, pode-se observar uma diminuição do índice de patinagem e força na barra de tração com relação à profundidade de 150 mm, o que é explicado pela diminuição da compactação nesta camada. Porém, na condição em que a haste sulcadora atuou a 250 mm de profundidade, houve um novo acréscimo na patinagem, resultando num aumento da força na barra de tração e no consumo de combustível.

Na Tabela 2, observa-se que a potência na barra de tração não teve variações significativas nas profundidades de 150, 200 e 250 mm, enquanto a menor profundidade apresentou a menor demanda de potência na barra de tração. O consumo específico de combustível apresentou-se igual nas profundidades de 150 e 200 mm, tendo o maior consumo específico na menor profundidade, seguido pela maior profundidade de trabalho da haste sulcadora. Com o aumento da profundidade de trabalho da haste, ocorreu um decréscimo na capacidade de campo teórica (Tabela 02), porém nas profundidades de 150 e 200 mm, a capacidade de campo teórica do conjunto trator semeadora-adubadora foi semelhante. Na maior profundidade de trabalho da haste sulcadora, obteve-se a menor capacidade de campo teórica.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

TABELA 2 Potência na Barra de Tração (kW), Consumo Específico de Combustível (g kW h⁻¹) e Capacidade de Campo Teórica (ha h⁻¹)

Tratamentos	Pot. na Barra de Tração	Cons. Espec. de Combustível	Cap. de Campo Teórica
100 mm	20,572 b	449 a	1.056 a
150 mm	29,352 a	338 c	0.881 b
200 mm	29,213 a	337 c	0.945 b
250 mm	28,780 a	364 b	0.728 c
Média Geral	26,979	0,372	0.903
CV (%)	1,864	2,002	3.131

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES: A partir dos resultados obtidos concluiu-se que o aumento da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras, em solos compactados pelo pisoteio dos bovinos, causou aumento na força de tração da semeadora-adubadora, no índice de patinação e no consumo de combustível do trator agrícola. Exceto, quando as ponteiras das hastes sulcadoras trabalharam 50 mm abaixo da camada mais compactada do solo. Dessa forma, na integração Lavoura-Pecuária, é importante o conhecimento da resistência a penetração do solo para a correta regulagem da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras abaixo da camada de solo que oferece maior resistência, a fim de otimizar a operação do conjunto trator-semeadora e proporcionar um ambiente mais favorável ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas.

AGRADECIMENTOS: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG. Universidade Federal de Lavras – UFLA.

REFERÊNCIAS

- MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 772p.
- CASÃO JUNIOR, R. Intervenções de mecanização agrícola nos estudos de validação de tecnologia em plantio direto nos municípios lindeiros a represa de Itaipu. In: INSTITUTO AGRÔNOMICO DO PARANÁ. **Projeto plantio direto com qualidade ITAIPU/IAPAR: relatório técnico anual 2001/2002**. Londrina, 2002. 23p.
- CHARLES, S. M. Effects of ballast and inflation pressure on tractor tire performance. **Agricultural Engineering**, v.65, n.2, p.11-13, Feb. 1984.
- CORRÊA, I. M. Com peso certo. **Revista Cultivar Máquinas**, Pelotas, RS, v.1, n.22, p.10-11. 2003.
- ESPÍRITO SANTO, A. C. **Desgaste de ponteiras de hastes sulcadoras de semeadoras de Plantio Direto e sua influência no esforço de tração**. 2005. 168p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- VERUSCHKA, R. M.; ANDREOLLA; ANTONIO GABRIEL FILHO. Demanda de potência de uma semeadura com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema de integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.768-776, set./dez. 2006.
- CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAUJO, A. G.; RALISCH, R. **Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Primeiro de Maio – PR: resultados de avaliação**. Londrina: IAPAR, 2000. 14p.