

Demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de operação

Claudio Graciano Trintin, Raimundo Pinheiro Neto* e Virindiana Colet Bortolotto

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. Autor para correspondência. e-mail: rpneto@uem.br

RESUMO. Este trabalho objetivou avaliar a demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de deslocamento em Latossolo Vermelho Distrófico. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado composto de três tratamentos (T1 = conjunto trator/semeadora operando a velocidade de 4,2 km h⁻¹; T2 = 5,2 km h⁻¹ e T3 = 6,5 km h⁻¹) e quatro repetições. Foram utilizados um trator 4 x 2 (TDA) e uma semeadora-adubadora com 9 linhas (soja). Avaliaram-se a rotação do motor, força de tração média e máxima, patinagem, consumo horário de combustível, potência média e máxima e capacidade operacional. Não foi observado o efeito da velocidade para a força de tração (média e máxima) e para o deslizamento do rodado traseiro somente para o consumo horário de combustível, potência (média e máxima) e capacidade operacional, o que era esperado. Pelos dados obtidos, conclui-se que o trator estava superdimensionado para a operação realizada.

Palavras-chave: força de tração, potência requerida, deslizamento dos rodados traseiros.

ABSTRACT. Energetic demand requested by seeder for no-tillage, submitted to three operation speed. This work aimed to evaluate the energetic demand requested by a seeder for no-tillage, submitted to three forward speeds in Haplotox Soil. The experiment had a completely random design, with three treatments (T1 = group tractor/seeder operating the speed of 4.2 km h⁻¹; T2 = 5.2 km h⁻¹ and T3 = 6.5 km h⁻¹) and four replications. A 4 x 2 (TDA) tractor and a 9-line seeder (soybean) were used. The parameters evaluated were: motor rotation, medium and maximum draw bar pull, wheel drive slip, hourly consumption fuel, medium and maximum power and operational capacity. Speed effects were not observed for medium and maximum draw bar pull and for wheel drive slip. As expected, such effects were observed only for hourly consumption fuel, power (medium and maximum) and operational capacity. The data obtained showed that the tractor was overmeasured for the operation.

Key words: draw bar pull, power requested, wheel drive slip.

Introdução

No plantio direto, as semeadoras assumem papel importante, já que elas devem levar a bom termo as operações de abertura de sulco e deposição de sementes e de fertilizante (Faganello, 1989). A precisão de plantio é um importante fator na eficiência do uso da terra, pois todo o processo produtivo é dependente dos resultados obtidos na semeadura (Oliveira *et al.*, 2000).

A utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, quando feita de maneira adequada, melhora a eficiência operacional, aumenta a capacidade efetiva de trabalho, facilita as tarefas do homem no campo, possibilita a expansão das áreas de plantio, proporciona melhores produtividades e permite atender ao cronograma de atividades em um tempo hábil (Modolo, 2003).

Siqueira *et al.* (2001), estudando o desempenho de

quatro semeadoras-adubadoras diretas comerciais equipadas com disco de corte, sulcadores do tipo haste para fertilizantes e discos duplos para sementes, concluíram que as semeadoras avaliadas apresentaram desempenhos diferenciados quanto ao esforço de tração, necessidades de potência e consumo de energia, indicando que é possível selecionar semeadoras-adubadoras para o sistema de semeadura direta com menores exigências energéticas. Os mesmos autores colocam ainda que, considerando as médias de velocidades, os esforços máximos foram aproximadamente 20% superiores aos valores médios obtidos. Para todos os valores de forças encontrados, observou-se efeito da velocidade de deslocamento, com menores valores obtidos com a menor velocidade. As tendências obtidas para os esforços de tração foram semelhantes às obtidas para as potências.

Oliveira (1997) detectou incremento na demanda

de potência com o aumento da velocidade de 5,0 para 7,0 km h⁻¹ e um aumento significativo no consumo de combustível. Siqueira *et al.* (2001), avaliando quatro semeadoras-adubadoras na operação de semeadura direta de soja, detectaram aumento significativo no requerimento de força de tração e potência média e máxima na barra de tração quando a velocidade de deslocamento variou de 4,7 para 8,3 km h⁻¹.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora para plantio direto na cultura da soja.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Maringá, Estado do Paraná, situado a 23° 21' 12'' latitude Sul e 52° 04' 21'' longitude Oeste, com altitude média de 530 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, conforme Embrapa (1999). O experimento foi conduzido sob semeadura direta sobre os resíduos da colheita da cultura de inverno - aveia preta. Anterior à cultura de inverno, a área experimental havia sido escarificada. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado composto por três tratamentos e quatro repetições. A área foi dividida em doze parcelas experimentais com área útil de 75 m² (5 x 15 m) e espaçamento de 5 m entre as parcelas para manobra e estabilização do conjunto motomecanizado. Os tratamentos foram denominados: T1 = conjunto trator-semeadora, operando à velocidade de 4,2 km h⁻¹; T2 = conjunto trator-semeadora, operando à velocidade de 5,2 km h⁻¹ e T3 = conjunto trator-semeadora, operando à velocidade de 6,5 km h⁻¹.

O trabalho teve duas fases: a primeira, na Fazenda Experimental Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá (UEM), onde foram realizadas instalação, a calibragem dos instrumentos e a regulagem da semeadora-adubadora e a segunda os ensaios realizados no local do experimento, sendo precedidos pelos testes para aferição dos instrumentos.

Utilizou-se um trator marca Massey Ferguson, modelo 292 (105 cv, 4x2, TDA), e uma semeadora-adubadora de precisão marca Marchesan, modelo PST3-TRA, equipada com 9 linhas espaçadas a 0,45 m; corte de cobertura: disco liso com 15" de diâmetro; sulcador de fertilizantes: haste sulcadora com tubo condutor e para sementes: discos duplos defasados com 13"x 15" de diâmetro; controle de profundidade: duas rodas compactadoras e reguladoras com banda de borracha flexível e cobertura das sementes: duas rodas estreitas em "V". Na condução dos ensaios, utilizaram-se sacos de areia distribuídos uniformemente nas caixas de semente e fertilizante da semeadora-adubadora, equivalendo a 50% da sua capacidade, conforme descrito em Coelho

(1996).

Anterior à semeadura, realizaram-se duas amostragens na profundidade de 0-10 cm, para determinação do teor de água e densidade do solo para cada parcela, conforme Embrapa (1979). Também foi realizada amostragem da matéria seca sobre o solo presente no interior de um quadrado (1 m²), conforme (Levien, 1999).

Utilizou-se um sistema de aquisição de dados da marca Campbell Scientific, modelo CR23X, para monitorar e armazenar continuamente, a uma frequência de 20 Hz, os sinais analógicos (células de carga) e de impulso (patinagem, radar, medidor de consumo e rotação), gerados pelos transdutores. Os dados posteriormente foram transferidos para um computador.

Para determinar a força necessária para tracionar a semeadora, utilizou-se uma célula de carga marca Transtec, modelo N-400, com capacidade de carga nominal de 5 tf, inserida entre o trator e a semeadora e nivelada horizontalmente. A força de tração máxima foi obtida verificando-se, dentre os dados armazenados no sistema de aquisição de dados, o maior valor de força para cada parcela experimental.

Para determinar a velocidade instantânea de deslocamento, utilizou-se uma unidade de radar da "Dickey-John", modelo DjRVS II, com erro menor que +/- 3% para velocidades entre 3,2 e 70,8 km h⁻¹. O radar foi fixado em uma chapa de ferro, parafusada no monobloco do trator, no lado esquerdo. O radar foi montado segundo um ângulo de 35° +/- 5°, conforme especificação do fabricante. Para a obtenção da velocidade, foi fixada a rotação do motor em 1.750 rpm.

A determinação da patinagem das rodas motrizes do trator foi realizada utilizando-se geradores de impulsos da S e E Instrumentos de Teste e Medições, modelo GIDP-60-12V, equipamentos eletromecânicos utilizados para conversão de movimentos rotativos ou deslocamentos lineares em impulsos elétricos, gerando uma relação precisa de 60 impulsos por volta. Os suportes usados para fixação dos geradores de impulsos são semelhantes aos construídos por Silva (1997).

O consumo de combustível foi determinado utilizando-se medidores de fluxo da Oval, modelo LSN40, com sinal de saída do tipo impulso e precisão de 1 mL/impulso. Um dos medidores foi instalado na linha de alimentação de combustível antes dos filtros secundários e o outro medidor quantificava o volume de combustível que retornava dos bicos injetores.

Para determinação da rotação do motor, utilizou-se um sensor ótico infravermelho e uma roda dentada com 60 ranhuras, a qual gerava uma relação de 60 impulsos por ciclo. A roda dentada foi acoplada na tomada de potência do trator, juntamente com o sensor ótico infravermelho. Através do catálogo do

fabricante do trator foi possível determinar qual a relação de transmissão existente entre a rotação do motor e a TDP. Conhecendo a relação de transmissão e o número de impulsos gerados pela roda dentada acoplada à TDP, determinou-se a rotação do motor.

A potência média e máxima (kW) resultaram da multiplicação da força de tração (média e máxima, respectivamente, kgf) pela velocidade de deslocamento (m s^{-1}), respectivas aos tratamentos e pelo fator de conversão (0,0098096).

A capacidade operacional foi determinada conforme Galetti (1987).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância para comparação das médias.

Resultados e discussão

Os valores médios obtidos para o teor de água no solo, densidade do solo e matéria seca sobre o solo (amostrados no dia do ensaio) são apresentados na Tabela 1. Observa-se que os tratamentos não obtiveram diferença significativa para essas variáveis, indicando homogeneidade das parcelas experimentais.

Tabela 1. Valores médios obtidos para o teor de água do solo (%), densidade do solo (g cm^{-3}) e matéria seca sobre o solo (kg ha^{-1}).

Tratamentos	Teor de água no solo (%)	Densidade do solo (g cm^{-3})	Matéria seca sobre o solo (kg ha^{-1})
T1	11,2 A	1,49 A	729,35 A
T2	11,2 A	1,50 A	629,43 A
T3	11,6 A	1,51 A	753,28 A
CV (%)	2,65	5,9	22,78

Letras iguais na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos para a rotação do motor (rpm) são apresentados na Figura 1, na qual pode ser observado que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores obtidos ficaram próximos da rotação desejada de 1750 rpm, que, segundo o escalonamento de marchas do trator, resultaria nas velocidades desejadas.

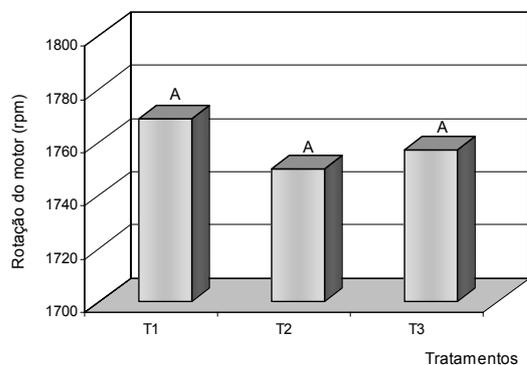


Figura 1. Rotação do motor. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = 1,72%.

Os valores obtidos para a força de tração média e máxima na barra (kN) exigida pela semeadora-adubadora não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, como pode ser visto na Figura 2.

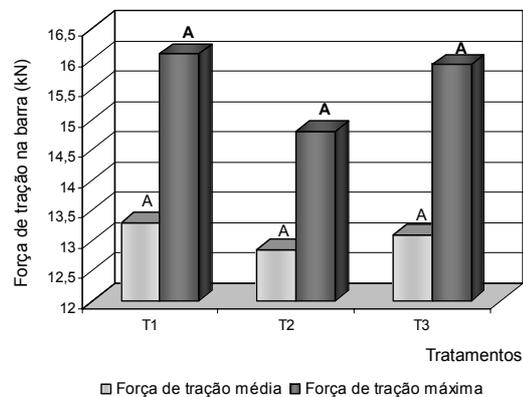


Figura 2. Força de tração média e máxima na barra exigida pela semeadora. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV para força de tração média = 4,92% e para máxima = 7,86%.

Pressupõe-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em função das condições serem homogêneas e das proximidades das velocidades de trabalho. Esses resultados são, de certa forma, concordantes com os de Levien *et al.* (1999).

Analisando os dados calculados para o deslizamento médio dos rodados traseiros apresentados na Figura 3, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Os valores da patinação apresentaram-se inferiores ao intervalo de 7% a 10%, recomendado pela *American Society of Agricultural Engineers* (1999) para operar com a máxima eficiência de tração em solos não mobilizados. Isso pode ser devido ao fato da potência disponível no trator estar muito além do que necessita a semeadora.

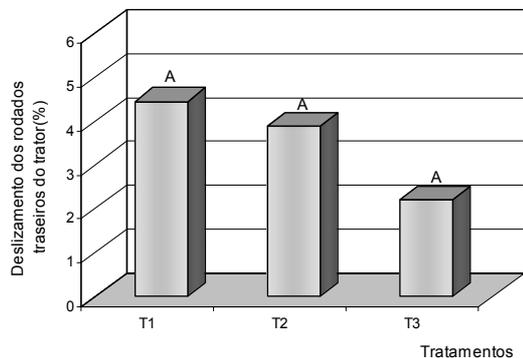


Figura 3. Deslizamento dos rodados traseiros do trator. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = 50,07%.

Os valores médios obtidos para consumo horário de combustível são apresentados na Figura 4, na qual

se observa que houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, o consumo horário de combustível foi influenciado pelo aumento da velocidade de deslocamento.

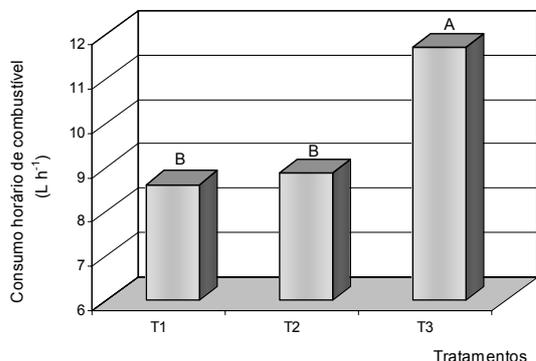


Figura 4. Consumo horário de combustível. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = 6,47%.

O tratamento T3 foi o que apresentou o maior valor absoluto do consumo de combustível (11,72 L h⁻¹), enquanto que os tratamentos T1 e T2 obtiveram o menor consumo (8,62 L h⁻¹) e não diferem estatisticamente. Os valores encontrados para consumo horário de combustível são semelhantes aos obtidos por Silva *et al.* (2002) e Mahl *et al.* (2002).

Na Figura 5 são apresentados os valores do requerimento da potência média (kW) e máxima na barra para tracionar a semeadora-adubadora. Observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos.

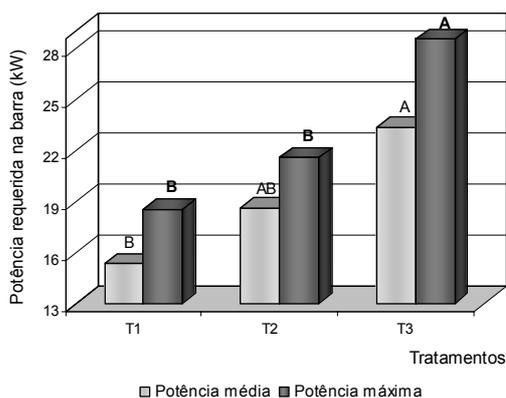


Figura 5. Potência média e máxima na barra requerida pela semeadora. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV para potência média = 13,38% e para máxima = 15,23%.

Verifica-se, analisando os resultados da Figura 5, que a maior demanda de potência (23,37 kW) foi encontrada no tratamento T3 e a menor potência (15,33 kW) no tratamento T1. Nota-se que, com o aumento da velocidade de T1 para T3, há um acréscimo significativo da potência média exigida.

Para a demanda de potência máxima (kW) na barra (Figura 5), verifica-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento T1 não apresentou diferenças significativas em relação ao tratamento T2, mas o tratamento T3 diferiu dos demais.

Observa-se que, com o aumento da velocidade (T1 para T3), houve também um aumento na potência máxima necessária, ou seja, houve um incremento de 153,8% no requerimento de potência máxima.

Os valores obtidos para capacidade operacional do conjunto trator-semeadora são apresentados na Figura 6, na qual se observa que houve diferenças significativas entre os tratamentos.

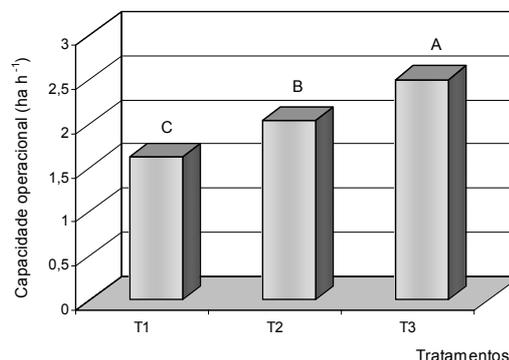


Figura 6. Capacidade operacional do conjunto trator/semeadora. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = 7,95%.

Verifica-se, observando a Figura 6, que tratamento o T3 apresentou a maior capacidade operacional em relação aos demais tratamentos. Nota-se, também, que no aumento da velocidade (T1 para T3) há um aumento da capacidade operacional.

Conclusão

Não se observou o efeito da velocidade para os parâmetros força de tração média e máxima, patinagem do rodado traseiro somente para o consumo horário de combustível, potência média e máxima, capacidade operacional, o que era esperado. Quando a velocidade de trabalho variou de 4,2 para 6,5 km h⁻¹, aumentou em 54% a capacidade operacional do conjunto trator-semeadora, houve um incremento de 35,9% no consumo de combustível e 52% na demanda de potência média na barra. Pelos dados obtidos, conclui-se que o trator estava superdimensionado para a operação realizada.

Referências

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural tractor test code. In: *ASAE Standards 1989: standards engineering practices data*. San Joseph, 1999. p.44-48.

- COELHO, J.L.D. Ensaio e certificação das máquinas para semeadura. In: MIALHE, L.G. *Máquinas agrícolas: ensaios e certificação*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996.p.551-70.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA / SNLCS, 1979.
- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 4ª. Aproximação. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1999. 169p.
- FAGANELLO, A. *Avaliação de sulcadores para semeadura*. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.
- GALETI, P.A. *Mecanização Agrícola: preparo do solo*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1987.
- LEVIEN, R. *Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (Zea mays L.)*. 1999. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 1999.
- LEVIEN, R. *et al.* Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays L.*), sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999, 1 CD-ROM.
- MAHL, D. *et al.* Demanda energética de semeadora-adubadora em função da velocidade de semeadura e condição de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. *Anais...* Salvador. 2002. 1 CD-ROM.
- MODOLO, A.J. *Demanda energética de uma semeadora-adubadora com diferentes unidades de semeadura*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.
- OLIVEIRA, M.L. *Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal*. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- OLIVEIRA, M. L. *et al.* Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.
- SILVA, S.L. *Projeto e construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas*. 1997. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.
- SILVA, P.R.A. *et al.* Avaliação da demanda energética de hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, v2002, Fortaleza. *Anais...* Salvador, 2002.
- SIQUEIRA, R. *et al.* Desempenho de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001.

Received on September 08, 2004.

Accepted on February 14, 2005.