

DESEMPENHO ENERGÉTICO DE UM CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA EM FUNÇÃO DO ESCALONAMENTO DE MARCHA E CARGA NO DEPÓSITO DE FERTILIZANTE EM SOLOS ARENOSOS

RENATA FERNANDES DE QUEIROZ¹, FRANCISCA NIVANDA DE LIMA ESTEVAM², WESLEY ARAÚJO DA MOTA³, CLICE DE ARAÚJO MENDONÇA⁴, CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI⁵

¹ Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE. E-mail: renatafq@gmail.com

² Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestrado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE.

⁴ Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola - Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE..

⁵ Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO – É crescente a utilização de máquinas e equipamentos agrícolas no campo, e para obter o melhor proveito dessa tecnologia é necessário o uso adequado dos conjuntos mecanizados de acordo com a realidade edafoclimática do local. Objetivou-se com o presente trabalho determinar o consumo energético do conjunto mecanizado trator-semeadora com diferentes cargas no depósito de fertilizante e diferentes escalonamentos de marcha em um solo de textura arenosa. O delineamento constitui-se de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 com 4 repetições, sendo três cargas verticais no depósito de fertilizante de uma semeadora-adubadora de fluxo contínuo (100%, 75% e 50%) que corresponde a 635, 476,25 e 317,5 kg e duas combinações de marcha (L3 e L4 a 1900 rpm), correspondendo as velocidades de 4,7 e 6,4 km h⁻¹. Foram avaliados: força e potência média na barra de tração, velocidade, capacidade de campo operacional e consumo de combustível em L h⁻¹ e L ha⁻¹. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. O desempenho energético do conjunto trator-semeadora obteve melhores resultados operacionais quando associada a maior carga no depósito de fertilizante e marcha L4, proporcionando melhor desempenho energético do conjunto mecanizado.

PALAVRAS-CHAVE: SEMEADURA DO ARROZ. CONSUMO DE COMBUSTÍVEL. POTÊNCIA NA BARRA

ENERGY PERFORMANCE OF AN ENTIRE TRACTOR-SEEDER ACCORDING TO THE ESCALATION OF MARCHES AND LOAD ON FERTILISER DEPOSIT IN SOIL SANDY

ABSTRACT - There is a growing use of agricultural machinery and equipment in the field, and to get the best out of this technology the proper use of mechanized sets according to edaphoclimatic reality of the place is necessary. The objective of this work was to determine the energy consumption of mechanized set of tractor-seeder set with different loads in the fertilizer tank and different escalation of marches in a sandy soil. The design consisted of randomized blocks in a 3x2 factorial arrangement with four replications, with three vertical loads of the fertilizer tank of a seeder of continuous flow (100%, 75% and 50%) corresponding to 635, 476.25 and 317.5 kg and two marches combinations (L3 and L4 at 1900 rpm), corresponding to the velocities of 4.7 and 6.4 km/h. Were evaluated: force and average power on the draw bar, speed, field operational capacity and fuel consumption in h⁻¹ L and L ha⁻¹. Data were subjected to analysis of variance and compared by Tukey test at 5% probability. The energy performance of the tractor-seeder set achieved better operating results when associated with a higher load on the storage of fertilizer and L4 march, providing better energy performance of the mechanized set.

KEYWORDS: RICE SEEDING. FUEL CONSUMPTION. POWER IN BAR

INTRODUÇÃO: O trator tornou-se equipamento indispensável na agricultura moderna (SANTOS et al., 2014). Sendo usado praticamente em todas as fases do processo produtivo de várias culturas, também podendo ser utilizado, secundariamente, no processo de recuperação de áreas afetadas por saís, contribuindo assim com a sustentabilidade do sistema (MACEDO et al., 2013). As produções de grãos que visam o sistema sustentável devem ser baseadas em práticas conservacionistas e no uso racional do maquinário agrícola, principalmente tratores e semeadoras (FURLANI et al., 2008). No entanto, é importante conhecer a capacidade destas máquinas, a fim de selecionar a potência e os equipamentos que desempenharão as operações agrícolas em tempo hábil, evitando-se, desta forma, custos adicionais com máquinas superdimensionadas, situação corriqueira em propriedades agrícolas (GARCIA et al., 2006). Segundo Silveira et al. (2005) a velocidade de trabalho de uma semeadora também está diretamente relacionada à força requerida pelo trator para tracioná-la. Outros fatores também são responsáveis pela exigência de força na barra de tração como: modelo de haste sulcadora, profundidade de semeadura, adubação, teor de água, tipo de solo e seu preparo, tamanho e carga da semeadora (SILVEIRA et al., 2013). A carga vertical no depósito de adubo também é um fator de grande importância, tendo em vista que com o aumento da carga de fertilizantes prevê-se que ocorrerá aumento do consumo de combustível, força de tração e potência exigida pelo trator (FURLANI et al., 2006). Objetivou-se com o presente trabalho determinar o consumo energético do conjunto mecanizado trator-semeadora com diferentes cargas no depósito de fertilizante e diferentes escalonamentos de marcha em um solo de textura arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido na área experimental do grupo de pesquisa NIMPA (Núcleo Integrado de Mecanização e Projetos Agrícolas) no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, com coordenadas geográficas: latitude 3°44'S, longitude 38°34'W de Greenwich e altitude de 19,6m, com classificação climática de acordo com a classificação de Köppen é Aw', definida como tropical chuvoso. O solo foi classificado como um Argissolo Vermelho-amarelo, apresentando classe textural franco arenoso, com aproximadamente 10,60% de argila, 82,90% de areia, 6,40% de silte (EMBRAPA, 2013). O experimento foi instalado sobre área preparada anteriormente com a operação de aração e gradagem. O delineamento foi em sistema de blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2, com 4 repetições, sendo dois escalonamentos de machas (3 L e 4 L a 1900 rpm) e três cargas de fertilizantes na semeadora (100%, 75% e 50%). Cada parcela possuía 4,50 m de largura com 20 m de comprimento, totalizando 24 unidades experimentais. Foi utilizado trator 4x2 TDA, de 88,26 kW (120 cv), com a tração dianteira ligada. Equipado com pneus diagonais, eixo dianteiro com pneus 14.9-24 R1 e eixo traseiro 18.4-34 R1. O trator foi preparado para atividade média, com relação peso potência de 55 kg cv⁻¹, totalizando 6600 kg, com distribuição de 65% no eixo traseiro e 35% no eixo, com lastros sólidos e líquidos. A semeadora-adubadora de arrasto utilizada foi da marca Tatu de modelo SDA³ de fluxo contínuo, com 15 linhas e espaçamento de 0,80 m entre as linhas, com capacidade máxima no depósito de sementes de 595 L e 570 L no depósito de fertilizantes, discos duplos desencontrados para deposição de sementes e fertilizantes e roda compactadora em "V". Foi utilizado semente de arroz e o fertilizante com fórmula comercial (08-28-16) com densidade de 0,568 kg L⁻¹ e 1,114 kg L⁻¹ respectivamente, com carga final de 338 kg no depósito de sementes e 635 kg no depósito fertilizante. No trator foram selecionadas as marchas L3 e L4, na rotação de 1900 rpm. Já as cargas de fertilizante na semeadora foram de 635 kg, 476,25 kg e 317,5 kg, correspondendo, respectivamente, a 100, 75 e 50% da capacidade de carga do depósito de fertilizantes. As características avaliadas foram: força (F) e potência (P) média na barra de tração, velocidade (V), capacidade de campo operacional (CCO) e consumo de combustível em L h⁻¹ e L ha⁻¹. Os valores da força na barra de tração foram obtidos por meio de célula de carga marca HBM, modelo U 10M, com sensibilidade de 135 kW. Para a medição do consumo horário de combustível, foram utilizados dois medidores de fluxo marca "Flowmate" oval, modelo Oval M-III, modelo LSF 41 com precisão de 0,01 mL instalados em série. O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), e pela diferença entre os volumes de combustível determinados na entrada e no retorno da bomba injetora, obteve-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso. A velocidade foi obtida em função do espaçamento percorrido em cada parcela sobre o tempo. A força foi obtida por meio da média dos valores armazenados (em unidade kgf) e foram transformados para kN. O cálculo da demanda de potência média na barra de tração foi realizado de forma indireta em função da força e da velocidade. A capacidade de campo efetiva foi

obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e da velocidade de deslocamento equação 1, conforme Mialhe (1996).

$$CCe = LT \times V \times 0,36 \quad (1)$$

Em que:

CCe = capacidade de campo efetiva (ha h⁻¹);

LT = largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m);

V = velocidade real de deslocamento (m s⁻¹);

0,36 = fator de conversão de unidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade por meio do software SISVAR, para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O consumo em L h⁻¹ não diferiu estatisticamente para os tratamentos avaliados (p<0,05), conforme Tabela 1. Esses resultados devem ser ressaltados, pois indicam que a atividade de semeadura pode ser realizada na condição de maior carga, que proporcionou menor patinação nos rodados da semeadora, e na maior marcha, sem ter aumentado o consumo energético, tendo em vista que Furlani, Lopes e Silva (2005) trabalhando com três marchas e três sistemas de preparo de solo também não tiveram diferença de consumo de combustível entre as marchas utilizadas.

Tabela 1. Valores médios obtidos velocidade, força, potência e capacidade de campo operacional na operação de semeadura do arroz em duas marchas e três cargas no depósito de fertilizante.

Causas de Variação		Consumo (L h ⁻¹)	Consumo (L ha ⁻¹)	Velocidad e (km h ⁻¹)	Força (kN)	Potência (kW)	CCO (ha h ⁻¹)
Marcha (M)	3 L	11,49	13,74a	4,7 b	9,19 b	12,02 b	0,83 b
	4 L	11,21	9,91b	6,37 a	10,49 a	18,57 a	1,13 a
Cargas (C)	C1	10,94	11,30	5,57	10,62 a	16,56 a	0,99
	C2	11,21	12,44	5,52	9,34 b	14,56 b	0,98
	C3	11,90	11,74	5,53	9,57 b	14,57 b	0,98
Valor de F	M	0,14 ^{NS}	20,48*	1385,9*	18,56*	199,72*	1386,12*
	C	0,61 ^{NS}	0,61 ^{NS}	0,45 ^{NS}	6,91*	7,51*	0,45 ^{NS}
	M*C	0,25 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,31 ^{NS}	2,33 ^{NS}	2,31 ^{NS}	0,31 ^{NS}
DMS	M	1,55	1,80	0,95	0,64	0,99	0,02
	C	2,32	2,69	0,14	0,96	1,47	0,03
CV (%)		15,73	17,52	1,98	7,49	7,42	1,98

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). CCO – Capacidade de campo operacional; C1 – carga de 100% no depósito de fertilizante; C2 – carga de 75% no depósito de fertilizante; C3 – carga de 50% no depósito de fertilizante; 3L – velocidade teórica de 4,5 km h⁻¹; 4L – velocidade teórica de 6,5 km h⁻¹.

O consumo operacional em L ha⁻¹ apresentou diferença significativa apenas na variável escalonamento de marcha, sendo que o consumo operacional foi maior na marcha que corresponde a menor velocidade (3L), conseqüentemente o tempo de operação em uma mesma área na menor velocidade será maior, resultando em maior consumo de combustível por área trabalhada. A CCO é dependente da velocidade de deslocamento, em condições de maior velocidade tem-se maior CCO e um menor consumo por hectare, conforme resultados encontrados no presente trabalho. A força na barra de tração apresentou diferenças significativas em ambas as variáveis estudadas (p<0,05). A maior carga da semeadora-adubadora (100% da capacidade do depósito de adubo) associada a marcha 4L demandou maior necessidade de força, pelo fato do aumento da carga a ser tracionada e por manter o equipamento no solo a uma velocidade maior e constante. Os resultado discordam de Furlaniet al. (2006) em que avaliaram o desempenho de uma semeadora pneumática com as mesmas variáveis estudadas na presente pesquisa, no entanto somente a carga no depósito de fertilizante alterou a força de tração. Segundo Oliveira et al. (2000), a potência é um produto da força de tração pela velocidade, sendo coerente com aumento de força ou velocidade o aumento na potência requerida. A marcha 4L utilizada no presente experimento em conjunto com a maior carga no depósito de adubo da semeadora (100%) foram as variáveis que demandaram maior potência, diferindo estatisticamente das demais

($p < 0,05$). Entretanto, mesmo demandando maior potência entre a combinação da marcha 4L com a maior carga no depósito de fertilizante, o consumo de combustível em $L\ ha^{-1}$ e CCO não obtiveram alteração com relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES: A marcha 4L e carga de 100% de adubo proporcionam melhor desempenho energético no consumo de combustível do conjunto trator-semeadora. A marcha 4L proporciona maior velocidade de deslocamento e capacidade operacional sem alterar o consumo energético do conjunto trator semeadora.

AGRADECIMENTOS: Centro Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPQ) pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 2005. 307 p.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p. 458-464, 2005.

FURLANI, C. E. A. et al. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de adubo. **Engenharia Agrícola**, v. 14, n. 4, p. 268-275, 2006.

FURLANI, C. E. A. et al. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 345-352, 2008.

GARCIA, L. C. *et al.* Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013. 353 p.

MACEDO, D. X. S. et al. Recuperação de Solos. **Cultivar Máquinas**, v. 126, p. 48-50, 2013.

MIALHE, L. G. Ensaio & certificação de tratores. *In*: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio & certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. cap. 8, p. 385-462.

OLIVIERA, M. L. et al. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

SILVEIRA, J. C. M. et al. Demanda energética de uma semeadora-adubadora em diferentes velocidades de deslocamento e rotações do motor. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 44-52, 2013.

SILVEIRA, J. C. M. et al. Força de tração e potência de uma semeadora em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de semente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 125-128, 2005.