

Cargas no depósito de fertilizante de uma semeadora-adubadora e desempenho operacional¹

Loads in the fertiliser tank of a seeder and operating performance

Renata Fernandes de Queiroz^{2*}, Wesley Araújo da Mota², Deivielison Ximenes Siqueira Macedo², Enio Costa² e Carlos Alessandro Chioderoli²

RESUMO - O desempenho operacional de máquinas agrícolas está sujeito a alterações devido a fatores como carga a ser tracionada e a velocidade de trabalho, podendo interferir diretamente nos processos agrícolas mecanizados. A melhor forma de obter essas respostas é por meio de ensaios de desempenho operacional. Objetivou-se com o trabalho determinar o desempenho operacional do conjunto mecanizado trator-semeadora com diferentes cargas no depósito de adubo e regime de marcha do trator. O delineamento constitui-se de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 com 4 repetições, sendo dois regimes de marcha (3 L e 4 L com velocidades médias de 1,25 e 1,80 m s⁻¹) e três cargas de fertilizantes no depósito da semeadora-adubadora de fluxo contínuo (100; 75 e 50%). Foram avaliados: patinagem dos rodados dianteiros e traseiros do trator, patinagem da semeadora, consumo horário em L h⁻¹ e L ha⁻¹, velocidade de deslocamento, força e potência média na barra de tração, capacidade de campo operacional (CCO), profundidade e número de sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de tukey a 5% de significância. A semeadora teve menor patinagem com carga de 100% no depósito de fertilizante. O consumo de combustível em L h⁻¹ não apresentou diferença significativa (p<0,05), sendo possível realizar o processo de semeadura com a maior carga e marcha sem alteração no consumo horário. O consumo por hectare foi menor na marcha 4 L, o qual teve maior velocidade de deslocamento, refletindo diretamente no menor tempo de semeadura por área. A marcha 4 L associada a carga de 100% no depósito de fertilizantes proporcionou melhor desempenho do conjunto trator-semeadora.

Palavras-chave: Patinagem. Potência. Consumo de combustível.

ABSTRACT - The operating performance of agricultural machinery is subject to modification due to such factors as the load under traction and working speed, and may interfere directly in the processes of mechanised agriculture. The best way of obtaining the response is by testing operating performance. The aim of this study was to determine the operating performance of a mechanised tractor-seeder under different fertiliser-tank loads and gear ratios. The experimental design consisted of randomised blocks in a 3 x 2 factorial scheme, with four replications, comprising two gear ratios (3 L and 4 L, with average speeds of 1.25 and 1.80 m s⁻¹) and three fertiliser loads in the tank of a continuous-flow seeder (100, 75 and 50%). The following were evaluated: slippage of the front and rear wheels of the tractor, slippage of the seeder, hourly consumption in L h⁻¹ and L ha⁻¹, displacement speed, pull and average power rating of the drawbar, operational field capacity (OFC), and the depth and number of seeds. The data were submitted to analysis of variance and compared by Tukey's test at 5% significance. The seeder displayed less slippage with loads of 100% in the fertiliser tank. Fuel consumption in L h⁻¹ showed no significant differences (p<0.05); the seeding process being possible at the highest load and greatest ratio with no change in hourly consumption. The consumption per hectare was lower at a gear ratio of 4 L, which gave increased displacement speed, directly reflected in a shorter seeding time per area. The 4 L ratio, together with a 100% load in the fertilizer tank, resulted in better performance of the tractor-seeder.

Key words: Slippage. Power rating. Fuel consumption.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170031

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/06/2014; aprovado em 08/08/2016

¹Pesquisa financiada pela bolsa de Mestrado - CNPq do primeiro e segundo autor, bolsa de doutorado - CAPES do terceiro autor

²Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Ceará/UFC, Av. Mister Hull, s/n, Campus do PICI, Bloco, 804, Caixa Postal, 12.168, Fortaleza-CE, Brasil, 60.450-760, renatafq@gmail.com, agronomowesley@gmail.com, derilsiqueira@hotmail.com, prof.eniocosta@gmail.com, ca.chioderoli@ufc.br

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).

O desempenho de máquinas agrícolas é importante para uma correta execução das operações, dentre elas, a semeadura direta (CORTEZ *et al.*, 2005), tendo em vista que o processo de semeadura em campo é uma das etapas mais exigentes em perfeição na sua realização (ALMEIDA; TAVARES-SILVA; SILVA, 2010), e por meio dela consegue-se maior conservação do solo, maior capacidade operacional e redução dos custos (CHIODEROLI *et al.*, 2010).

Diversos fatores podem influenciar na qualidade da operação com máquinas agrícolas. A velocidade é um deles, e no processo de semeadura ela pode interferir diretamente na patinação dos rodados e conseqüentemente na distribuição longitudinal das plântulas, bem como na profundidade das sementes e do fertilizante (GARCIA *et al.*, 2011).

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 velocidade ideal deve corresponder à abertura e fechamento do sulco sem a remoção excessiva, permitindo uma uniformidade entre as sementes (SOUZA JÚNIOR; CUNHA, 2012).

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).

O trabalho teve como objetivo verificar o desempenho operacional de um conjunto mecanizado trator semeadora-adubadora com diferentes cargas no depósito de fertilizantes e escalonamento de marchas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do 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 19,6 m, com classificação climática, segundo Köppen 1936 de 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 e 6,40% de silte.

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 3 x 2, com 4 repetições, sendo dois escalonamento de marchas (3 L e 4 L a 1.900 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 4 x 2 TDA (tração dianteira auxiliar), de 88,26 kW (120 cv), com a tração dianteira ligada. Equipado com pneus diagonais, eixo dianteiro com pneus 14.9-24 R1e traseiro 18.4-34 R1. O trator foi preparado para atividade média, com relação peso potência de 55 kg por cv, totalizando 6.600 kg, com distribuição de 65% no eixo traseiro e 35% no eixo, com lastros sólidos e líquidos.

A semeadora-adubadora 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 utilizados 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 3 L e 4 L com a lebre acionada no sistema de multitorque, na rotação de 1.900 rpm. Já as cargas de fertilizante na semeadora foram de 635, 476,25 e 317,5 kg, correspondendo, respectivamente, a 100, 75 e 50% da capacidade de carga do depósito de fertilizantes.

As características avaliadas foram: patinagem do rodado dianteiro (PRD), patinagem do rodado traseiro (PRT), patinagem do rodado da semeadora (PS), consumo de combustível em $L h^{-1}$ e $L ha^{-1}$, profundidade de semeadura, número de semente por metro, velocidade de deslocamento, capacidade de campo operacional (CCO), e força e potência média na barra de tração demandada na atividade.

Os valores da força na barra de tração foram obtidos por meio de célula de carga marca HBM, modelo U 10M, com alcance de 1,25 kN a 500 kN. 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 N. O cálculo da demanda de potência média na barra de tração foi realizado de forma indireta em função da força e da velocidade.

A patinagem dos rodados do trator foi determinada por meio do número de voltas dos rodados do trator com carga e sem carga. A determinação da patinagem da roda da semeadora foi em função do perímetro da roda e o percurso na parcela, ou seja, o número de voltas teóricas em relação ao número de voltas reais.

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

$$CCO = 0,75 \times LT \times V \times 0,36 \quad (1)$$

em que:

CCO = capacidade de campo efetiva ($ha h^{-1}$); 0,75 = eficiência de campo do conjunto trator-semeadora; LT = largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m); V = velocidade real de deslocamento ($m s^{-1}$); 0,36 = fator de conversão de unidade.

Todos os dados foram submetidos a análise do coeficiente de assimetria e curtose para verificar a normalidade dos dados, onde valores maiores que 3 e menores que -3, representam grande desvio da distribuição normal, portanto deve-se desconsiderar a hipótese de normalidade (OLIVEIRA, 2010). A análise estatística foi realizada através do software SISVAR. Foi realizada a

análise de variância sendo os dados submetidos ao teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o descrito por Oliveira (2010) os dados de assimetria e curtose demonstraram que os valores das médias para todas as variáveis encontravam-se entre os intervalos de -3 e 3. Abaixo seguem as tabelas com os resumos da análise de variância, Tabela 1 e 2. Nas tabelas pode-se observar que somente houve diferença entre médias para as variáveis de patinagem dos rodados da semeadora, consumo de combustível em $L ha^{-1}$, velocidade, força, potência e CCO.

A patinagem dos rodados apresentou valores considerados baixos para todos os tratamentos, comparados aos dados da ASAE (1989) que citam valores de patinagem adequados para solos mobilizados entre 11 - 13%, Tabela 3. Esses valores indicam que independente da marcha ou carga avaliada a patinagem não apresenta diferença significativa ($p < 0,05$). Esse resultado pode ser explicado em função da adequação do trator usado no experimento, isso porque, embora o trator estivesse seguindo os padrões técnicos, com a distribuição de carga adequada, a demanda de tração da semeadora utilizada é considerada baixa quando comparada a disponibilidade de potência do trator que possui potência de 88.260 W (120 cv), bem acima da potência requerida para tracioná-la, tendo em vista que Silveira *et al.* (2005) afirmaram que para uma semeadora de fluxo contínuo de 14 linhas é necessário trator de 55.200 W (75 cv) de potência para tracioná-lo, corroborando com Rodrigues *et al.* (2011) que trabalhando com semeadora de fluxo contínuo de 17 linhas e trator de 89.000 W (121 cv) em um Nitossolo Vermelho Distroférrico preparado com uma gradagem pesada e duas gradagens leves obtiveram resultados de força média de 8.660 N, semelhantes aos resultados do presente trabalho. Resultados semelhantes foram obtidos por Cortez *et al.* (2009), os pesquisadores não verificaram diferença estatística entre os percentuais de patinagem nos rodados do trator. Garcia *et al.* (2011) verificaram que com o aumento da velocidade houve um decréscimo da patinagem dos rodados do trator. Outro possível fator que pode estar associado à baixa patinagem dos rodados do trator pode ser a lastragem superior a requerida pela atividade.

A patinagem da semeadora não apresentou diferença significativa em função do escalonamento de marchas, não apresentando também interação significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$). Os valores médios observados para o tratamento carga

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para patinagem dos rodados dianteiros, rodados traseiros e rodados da semeadora, consumo de combustível por hora e por hectare

Causas de Variação	GL	Quadrado médio				
		PRD	PRT	PS	Consumo (L h ⁻¹)	Consumo (L ha ⁻¹)
Marcha	1	0,11	3,09	3,48	0,45	87,92
Carga	2	0,11	1,04	8,70	1,93	2,62
Marcha x Carga	2	0,14	0,94	2,89	0,79	0,71
Trata.	5	0,52	1,41	5,33	1,18	18,92
Bloco	3	0,37	1,40	4,80	0,17	0,27
Resíduo	15	1,05	2,30	2,03	3,18	4,29
Total	23					
Valor de F	M	0,10 ^{NS}	1,34 ^{NS}	1,71 ^{NS}	0,14 ^{NS}	20,48*
	C	0,11 ^{NS}	0,45 ^{NS}	4,27*	0,61 ^{NS}	0,61 ^{NS}
	M*C	1,09 ^{NS}	0,41 ^{NS}	1,42 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,17 ^{NS}
Valor de P	M	0,75 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,71 ^{NS}	0,0003*
	C	0,89 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,03*	0,55 ^{NS}	0,55 ^{NS}
	M*C	0,36 ^{NS}	0,67 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,78 ^{NS}	0,84 ^{NS}
DMS	C	0,89	1,32	1,24	1,55	1,80
	M*C	1,33	1,97	1,85	2,32	2,69
CV (%)		24,24	24,43	30,15	15,73	17,52

*(p<0,05); ^{NS} (não significativo). GL - graus de liberdade; PRD - patinagem do rodado dianteiro. PRT - patinagem do rodado traseiro. PS - patinagem semeadora; DMS - diferença mínima significativa; CV - coeficiente de variação

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para velocidade, força, potência, capacidade de campo operacional, profundidade de semente e número de sementes por metro

Causas de Variação	GL	Quadrado médio					
		Velocidade	Força	Potência	CCO	Profundidade semente	Nº Sementes m ⁻¹
Marcha	1	16,68	10107914	3330694639	0,52730	0,00001	513
Carga	2	0,005	3757706	125539016	0,00017	0,00001	16
Marcha x Carga	2	0,003	1255282	38614023	0,00012	0,00001	229
Tratamento	5	3,34	4026778	731800144	0,10558	0,00001	201
Bloco	3	0,01	1259059	31441184	0,00041	0,00001	2061
Resíduo	15	0,01	541885	16658093	0,00038	0,00003	977
Total	23						
Valor de F	M	1385,9*	18,65*	199,94*	1386,12*	0,339 ^{NS}	0,525 ^{NS}
	C	0,45 ^{NS}	6,93*	7,55*	0,45 ^{NS}	0,285 ^{NS}	0,017 ^{NS}
	M*C	0,31 ^{NS}	2,32 ^{NS}	2,32 ^{NS}	0,31 ^{NS}	0,348 ^{NS}	0,235 ^{NS}
Valor de P	M	<0,0001*	0,0005*	<0,0001*	<0,0001*	0,56 ^{NS}	0,47 ^{NS}
	C	0,64 ^{NS}	0,007*	0,0054*	0,64 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,98 ^{NS}
	M*C	0,73 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,1327 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,71 ^{NS}	0,79 ^{NS}
DMS	C	0,95	640	3.551	0,02	0,004	27,205
	M*C	0,14	960	5.303	0,03	0,006	40,626
CV (%)		1,98	7,48	7,41	1,98	10,08	35,15

*(p<0,05); ^{NS} (não significativo). GL - graus de liberdade; CCO - capacidade de campo operacional; DMS - diferença mínima significativa; CV - coeficiente de variação

Tabela 3 - Valores médios obtidos para patinagem das rodas dianteiras, rodas traseiras e das rodas da semeadora e consumo na operação de semeadura do arroz em duas marchas e três cargas no depósito de fertilizante

Causas de Variação		Patinagem (%)			Consumo (L h ⁻¹)	Consumo (L ha ⁻¹)
		PRD	PRT	PS		
Marcha (M)	3 L	4,16	5,86	-4,354	11,49	13,74 a
	4 L	4,30	6,58	-5,116	11,21	9,91 b
Carga (C)	C1	4,37	6,63	-3,94 b	10,94	11,30
	C2	4,15	5,96	-4,35 ab	11,21	12,44
	C3	4,18	6,07	-5,91 a	11,90	11,74

*($p < 0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). C1 - carga 1 (100%); C2 - carga 2 (75%); C3 - carga 3 (50%). DMS - diferença mínima significativa. PRD - patinagem do rodado dianteiro. PRT - patinagem do rodado traseiro. PS - patinagem semeadora

apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Esse resultado indica que na condição de trabalho com maior carga no depósito de fertilizante, ocorreu uma redução da patinagem da semeadora, com valores próximos a 4% o que, segundo Balastreire (2005) é ideal para semeadoras com rodados de borracha. Tal resultado pode estar relacionado ao lastro fornecido pelo adubo, proporcionando melhor contato dos rodados com o solo. Resultado semelhante foi encontrado por Furlani *et al.* (2010) em que uma menor patinagem dos rodados da semeadora proporcionou melhor distribuição de sementes. Os mesmos autores também verificaram que diferentes marchas, velocidades de trabalho, não influenciaram na patinagem da semeadora. Já Furlani *et al.* (2008), trabalhando com duas velocidades em dois sistemas de cultivo, verificaram uma menor patinagem no rodado da semeadora em velocidades inferiores, proporcionando uma melhor distribuição de sementes.

O consumo em L h⁻¹ não diferiu estatisticamente para os tratamentos avaliados ($p < 0,05$). Esses resultados devem ser ressaltados, pois indicam que a atividade de semeadura pode ser realizada na condição de maior carga, que proporcionou menor patinagem 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 obtiveram diferença de consumo de combustível entre as marchas utilizadas.

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 à menor velocidade (3 L), conseqüentemente o tempo de operação em uma mesma área na menor velocidade será maior, resultando em maior consumo de combustível por área trabalhada. Os resultados diferem dos encontrados por Rodrigues *et al.*

(2011) que constataram que em diferentes manejos e velocidades de trabalho houve o aumento do consumo horário de combustível conforme o acréscimo de velocidade.

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, Tabela 4. Resultados semelhantes foram obtidos por Furlani *et al.* (2008), onde os autores também verificaram o aumento da CCO com o aumento da velocidade. Já Cortez *et al.* (2008) afirmam que a CCO é dependente da velocidade, e com a mudança de marcha há o aumento de velocidade e uma diminuição do tempo para trabalhar em determinada área.

A velocidade na marcha 4 L foi maior do que a 3 L, situação já esperada tendo em vista que quanto maior a marcha o trator desempenhará maiores valores médios de velocidade, abaixo da velocidade teórica apontada pelo fabricante. Já para o fator carga na semeadora não houve alteração na velocidade do trator ($p < 0,05$). Furlani, Lopes e Silva (2005) também verificaram velocidades diferentes de acordo com regime de marcha.

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 à marcha 4 L 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 resultados diferem de Furlani *et 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.

Tabela 4 - Valores médios obtidos para 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		Velocidade (m s ⁻¹)	Força (N)	Potência (W)	CCO (ha h ⁻¹)
Marcha (M)	3 L	1,30 b	9.197 b	43.283 b	0,83 b
	4 L	1,77 a	10.495 a	66.844 a	1,13 a
Cargas (C)	C1	1,55	10.620 a	59.617 a	0,99
	C2	1,53	9.340 b	52.404 b	0,98
	C3	1,54	9.571 b	53.170 b	0,98

*(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

Tabela 5 - Valores médios obtidos para profundidade e número de sementes na operação de semeadura do arroz em duas marchas e três cargas no depósito de fertilizante

Causas de Variação		Profundidade de Sementes (m)	Número de Sementes m ⁻¹
Marcha (M)	3 L	0,052	84,333
	4 L	0,051	93,538
Cargas (C)	C1	0,052	88,750
	C2	0,052	87,625
	C3	0,050	90,500

*(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)

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 4 L, 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). Resultados semelhantes foram obtidos por Furlani *et al.* (2008) em que relataram a correlação entre força e velocidade em semeadoras-adubadoras, sendo que quanto maior a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado, maior é a exigência em força e conseqüentemente, em potência na barra de tração. Entretanto, mesmo demandando maior potência entre a combinação da marcha 4 L 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).

A profundidade de semente e o número de sementes não foram influenciados pelas variáveis estudadas, ou seja, não houve diferença significativa pelo teste de tukey (p<0,05) para o processo de semeadura, Tabela 5. No entanto, Melo *et al.* (2013) verificaram que a adequação do peso da semeadora de fluxo contínuo pode alterar a eficiência da qualidade de distribuição das sementes.

CONCLUSÃO

1. Uma maior velocidade associada á maior carga no depósito de adubo proporcionou melhor desempenho operacional do conjunto trator-semeadora;
2. A adoção de um escalonamento de marcha que proporcionou maior velocidade de deslocamento resultou em uma maior capacidade operacional sem alterar o consumo energético do conjunto trator-semeadora;
3. Maior carga no depósito de fertilizante proporcionou menor patinação nos rodados da semeadora.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. A. S. de; TAVARES-SILVA, C. A.; SILVA, S. de L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. *Revista Agrarian*, v. 3, n. 7, p. 63-70, 2010.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural tractor test code. In: **ASAE Standards 1989**: standards engineering practices data. San Joseph, 1989. p. 44-48.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 2005. 307 p.

- CHIODEROLI, C. A. *et al.* Desempenho de semeadora-adubadora em função do preparo de solo e espaçamento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 462-467, 2010.
- CORTEZ, J. W. *et al.* Avaliação de uma semeadora adubadora em sistema de plantio direto para a cultura da soja. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 268-276, 2005.
- CORTEZ, J. W. *et al.* Desempenho do trator agrícola no manejo da cultura de cobertura e pressão de inflação do pneu da semeadora. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 1, p. 72-80, 2009.
- CORTEZ, J. W. *et al.* Efeito residual do preparo do solo e velocidade de deslocamento na operação de semeadura da *Crotalaria juncea*. **Sciencia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 357-362, 2008.
- FURLANI, C. E. A. *et al.* Desempenho de um trator em função da velocidade e da pressão de inflação dos pneus da semeadora. **Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1726-1731, 2010.
- 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.
- 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.
- GARCIA, L. C. *et al.* Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.
- GARCIA, R. F. *et al.* Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 417-422, 2011.
- KOEPPEN, W. **Das geographische System der Klimate, Handbuch der Klimatologie** [The Geographical System of the Climate, Handbook of Climatology]. Borntraeger, Berlin, Bd, v. 1, 1-44, 1936.
- MACEDO, D. X. S. *et al.* Recuperação de Solos. **Cultivar Máquinas**, v. 126, p. 48-50, 2013.
- MELO, R. P. *et al.* Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 94-101, 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.
- OLIVEIRA, J. U. Estatística: uma nova abordagem. **Rio de Janeiro: Ciência Moderna**, 2010.
- 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.
- RODRIGUES, J. G. L. *et al.* Demanda energética de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro. **Revista Energia na Agricultura**, v. 26, n.1, p. 65-77, 2011.
- SANTOS, V. C. *et al.* Acidentes com máquinas agrícolas. **Cultivar Máquinas**, v. 139, p. 34-36, 2014.
- 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.
- SOUZA JÚNIOR, R. L.; CUNHA, J. P. A. R. Desempenho de uma semeadora de plantio direto na cultura do milho. **Revista Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 81-90, 2012.