

## Desempenho de um trator agrícola com diferentes lastragens e carregamentos na semeadora

### Performance of an agricultural tractor in different ballasting and loading in the seed

Thiago Martins Machado<sup>1</sup>, Matheus Caneles Batista Jorge<sup>1</sup>, Albertine de Oliveira Bizio<sup>1</sup>,  
Wellington Gonzaga do Vale<sup>2\*</sup>

---

#### RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o gasto energético e desempenho operacional de um trator agrícola em função da variação da lastragem (relação peso/potência) e carga vertical na semeadora. Para mensuração dos dados de campo foram utilizados os seguintes equipamentos: encoder para patinagem, fluxômetro para consumo de combustível, célula de carga para força na barra de tração e receptor GPS para velocidade. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3x2, sendo 3 valores de relação peso/potência e 2 valores de carga vertical na semeadora adubadora. A análise estatística constituiu na análise de variância (ANOVA) e, quando identificados efeitos significativos, teste de médias (Tukey). Menores consumos específicos e efetivos foram observados nas menores relações de peso/potência. A semeadora com o reservatório cheio e aumento da relação peso/potência do trator impactou no aumento do consumo efetivo de combustível. As menores patinagens ocorreram com a aplicação de 50% da carga na semeadora e também com a maior relação de lastragem.

**Palavras-chave:** Patinagem; Consumo de combustível; Semeadura

---

#### ABSTRACT

Therefore, the present work had the objective of evaluating the energy expenditure and operational performance of an agricultural tractor as a function of the ballasting variation (weight/power ratio) and vertical load on the seeder. To measure field data, the following equipment was used: encoder for skating, flowmeter for fuel consumption, load cell for drawbar force and GPS receiver for speed. The experimental design was completely randomized, in a 3x2 factorial scheme, with 3 values of weight/power ratio and 2 values of vertical load in the fertilizer seeder. Statistical analysis consisted of analysis of variance (ANOVA) and, when significant effects were identified, test of means (Tukey). Lower specific and effective consumptions were observed in the lowest weight/power ratios. The seeder with a full reservoir and an increase in the tractor's weight/power ratio had an impact on the increase in effective fuel consumption. The smallest slips occurred with the application of 50% of the load on the seeder and also with the highest ballasting ratio.

**Keywords:** Slip; Fuel consumption; Seeding

---

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT/Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais-ICAA

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe-UFS/Departamento de Engenharia Agrícola-DEAGRI

\*E-mail: valewg@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento significativo na demanda por alimentos ocasionou uma maior pressão sobre os sistemas produtivos (IPEA, 2014). Visto considerável aumento populacional e uma migração de grande parte da população das áreas rurais rumo aos grandes centros urbanos, houve necessidade de intensificar e aprimorar os processos produtivos, visando maior produção de alimentos. O Brasil é considerado importante produtor, com grande potencial de expansão na produção. Em 2012 o país apresentou cerca de 69.056 mil hectares destinados a produção agrícola (SAATH; FACHINELLO, 2018).

Arelado ao modelo atual de agricultura, há uma crescente demanda por sistemas de plantio que possibilite menor mobilização do solo e maior eficiência produtiva, sendo um destes a semeadura direta ou sobre palhada. O processo a semeadura direta, devido as características intrínsecas da operação, exigem um implemento mais robusto, capaz de cortar o solo e materiais orgânicos na superfície, a fim de depositar as sementes em profundidade e espaçamento corretos (CAMARGO, 2016).

Dentre os fatores importantes no processo de semeadura, a velocidade de deslocamento, assim como a carga na semeadora, compreende fatores importantes no consumo energético do conjunto trator/semeadora.

Segundo Queiroz *et al.* (2017) velocidades mais elevadas e cargas maiores na semeadora proporcionaram melhor desempenho por parte do conjunto trator/semeadora.

A patinagem do trator agrícola é um quesito importante na avaliação da eficiência de uma operação. Fato que o aumento da patinagem implica em menor eficiência de tração, maior consumo de combustível além de comprometer a operação. Segundo GOMES *et al.* (2016) o aumento da carga na barra de tração promove significativo acréscimo na patinagem do trator. Segundo norma ASAE (1989) a patinagem recomendada é de 8 a 10% para solos firmes e 11 a 13% para solos solto para fins de obter maior eficiência de tração.

Visando potencializar a eficiência trativa e energética, o processo de lastragem desempenha papel fundamental no controle da patinagem, incremento na eficiência e redução no consumo específico de combustível. O processo de acrescentar peso ao trator ou lastrear deve obedecer a critérios distribuição de cargas por eixo do trator. Em geral utiliza-se distribuição de 30-70 (30% da carga no eixo dianteiro e 70% no eixo traseiro) para tratores sem tração, 40-60 para tratores TDA e 50-50 para tratores 4x4.

O processo de lastragem deve acompanhar a determinação da relação entre peso e potência necessária para operação, segundo (MACHADO *et al.*, 2015) as relações de 50 kg cv-1, são para operações leves, relação peso potência de 55 kg cv-1 são para operações médias, e relações peso potência para operações pesadas acima de 60 kg cv-1. Essas relações peso potência mais elevadas ou mais baixas estão ligadas ao desempenho do trator em campo levando em consideração as variáveis, patinagem.

Atrelado a modernização do setor agrícola, fato que o consumo energético teve acréscimo considerado, visto a necessidade maiores e sistemas de produção mais robusto e tecnificado. Todavia, inovações buscam desenvolver sistemas mais eficientes energeticamente, visto o alto custo das fontes de energia, principalmente de origem fóssil, sendo caso mais comum o diesel utilizado nos motores de combustão interna. Dados apontam que o consumo de óleo diesel em parâmetros energéticos no cultivo cruzado de soja, foi de 6,3 % no total de energia consumida e 3,7 % do total gasto com o plantio (RIQUETTI, 2014).

Baseado no exposto acima, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o gasto energético, desempenho operacional e patinagem de um trator agrícola em função da variação da lastragem e carga na semeadora.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do câmpus da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT/Sinop localizado nas coordenadas geográficas: latitude 11°50'53" Sul e longitude 55°38'57" Oeste, com altura média em relação ao nível do mar de 384 m, clima quente e úmido, sendo a média de temperatura anual de 27°C. Com relevo plano levemente ondulado, classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico com 50% de argila, 40% areia e 10% de silte.

A umidade do solo foi determinada através de método padrão termogravimétrico, utilizando uma estufa em 105°C para evaporação da água contida no solo. Já a resistência à penetração foi avaliada utilizando penetrômetro.

O ensaio foi realizado em área anteriormente utilizada para plantio de arroz de sequeiro, sendo mantido palhada na superfície do solo. Foi utilizado rotação de 2100 rpm no trator, 5ª marcha baixa, sendo feito duas cargas na semeadora, sendo carga cheia (100%) e meia carga (50%) dentro dos reservatórios de fertilizantes e sementes.

As especificações do trator e dos rodados utilizados durante o ensaio com a semeadora estão contidas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Especificações gerais do trator e rodado utilizados

<b>Trator</b>		
Modelo	Agrale 5075	
Tração	4 x 2 TDA	
Potência (cv)	100	
<b>Rodados</b>		
	Dianteiro	Traseiro
Pneus	380/85 R24	460/85 R34
Pressão (psi)	10	14

Para os ensaios, o trator foi preparado com 3 diferentes relações de peso/potência (lastragem) sendo elas: 58 kg cv<sup>-1</sup>, peso total de 5800 kg, com distribuição de 65% no eixo traseiro (3770 kg) e 35% no dianteiro (2030 kg), utilizando lastros sólidos e líquidos; 55 kg cv<sup>-1</sup>, peso total de 5500 kg, com distribuição de 65% no eixo traseiro (3300 kg) e 35% no eixo dianteiro (2200 kg), utilizando lastros líquidos e sólidos; 50 kg cv<sup>-1</sup>, peso total de 5000 kg, com distribuição de 65% no eixo traseiro (3000 kg) e 35% no eixo dianteiro (2000 kg), utilizando lastros sólidos.

Foi utilizado uma semeadora adubadora (Tabela 2) com discos duplos desencontrados para penetração no solo. O depósito de sementes foi carregado com 60 kg cada para simular carga cheia e 30 kg para meia carga, da mesma forma, o depósito de fertilizante foi carregado com 540 kg para simular carga cheia e 270 kg para meia carga.

**Tabela 2.** Especificações gerais da semeadora

<b>Semeadora</b>	
Modelo	Max PR 2136
Massa aprox. máquina (kg)	1780
Unidades de semeadura	5

Os dados de força na barra de tração foram coletados por uma célula de carga com capacidade de 10 toneladas instalada em um berço de aço para manter o nivelamento da mesma, para mensuração da patinagem foram instalados 2 encoders de 60 pulsos cada,

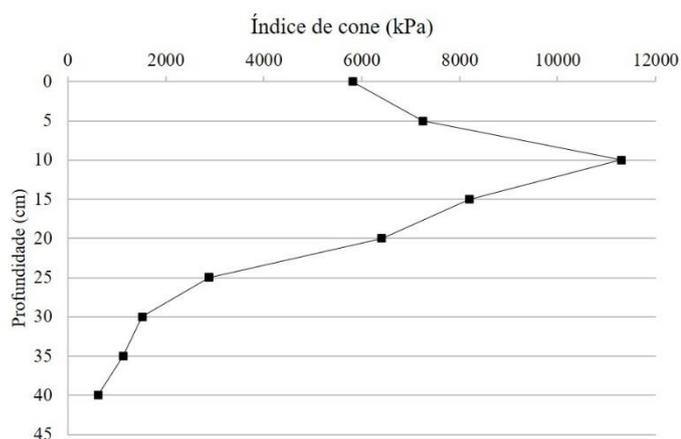
instalados no rodado dianteiro e traseiro. Para medição do consumo de combustível foram instalados 2 fluxômetros da marca *Oval* um antes da bomba injetora e outro no retorno, a velocidade foi implementada por um receptor GPS da marca *John Deere* modelo *StarFire 6000* com correção diferencial SF3. Para sincronização dos dados e armazenamento foi utilizada uma placa microprocessada que por *Blue touch* realizava a transmissão dos dados para um tablet que através de um programa denominado “Forçado”, tabulava os dados em forma de planilha em formato TXT com os dados de potência demandada na barra de tração, patinagem média, velocidade de trabalho, consumo horário de combustível para cada distância percorrida.

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3x2, sendo 3 valores de relação peso/potência-1 e 2 valores de carga na semeadora adubadora, resultando em 6 tratamentos com 4 repetições, cada parcela possuía 40 m. A análise estatística constituiu na análise de variância (ANOVA) e, quando identificados efeitos significativos, teste de médias (Tukey).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade do solo obteve variação entre 18% e 20% durante o período de realização dos experimentos. Além disso, inicialmente determinou-se a resistência à penetração medida pelo índice de cone (Figura 1).

**Figura 1.** Índice de cone determinado para a área experimental



É possível observar com a Figura 1 que a partir de 5 cm de profundidade ocorre o pico de compactação do solo, o mesmo vai até aproximadamente 15 cm, demonstrando compactação subsuperficial no solo. À medida que a profundidade aumenta a resistência a penetração diminui, característica típica de plantio direto.

A análise de variância está apresentada na Tabela 3. A interação significativa entre os tratamentos foram para velocidade, consumo horário, capacidade de campo efetiva, consumo efetivo, força média na barra de tração e força média por unidade de semeadura.

**Tabela 3.** Síntese da análise de variância para as variáveis analisadas

Fatores	V	CH	FmBT	FmBT US <sup>-1</sup>	P	CE	FmáxBT	PmBT	Cce	ConsEF
C	0,998	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,998	0,000
L	0,848	0,000	0,136	0,136	0,038	0,001	0,017	0,219	0,848	0,000
C X L	0,008*	0,026*	0,039*	0,039*	0,893	0,688	0,255	0,163	0,008*	0,018*
CV (%)	1,05	3,87	3,10	3,10	14,33	4,85	5,99	3,45	1,05	3,57

Pvalor\* inferior a 0,05 classifica os tratamentos como significativo ao nível de probabilidade de 5%. [Carga na semeadora (C); Lastragem (L); Velocidade (V); Consumo horário (CH); Força média na barra de tração (FmBT); Força média na barra de tração por unidade de semeadora (FmBT US<sup>-1</sup>); Patinagem (P); Consumo específico (CE); Força máxima na barra de tração (FmáxBT); Potência média na barra de tração (PmBT); Potência média na barra de tração por unidade de semeadora (PmBT US<sup>-1</sup>); Capacidade de campo efetiva (Cce); Consumo efetivo (ConsEf).]

#### Velocidade

Em relação a velocidade, observa-se que para 100% da carga vertical na semeadora não houve diferença estatística entre as relações de peso/potência, já para 50% de carga, a relação 50 Kg.cv<sup>-1</sup> apresentou a menor velocidade. (Tabela 4). Para relação peso/potência mais elevadas tem redução de patinagem e conseqüentemente aumento da velocidade.

**Tabela 4.** Velocidade média durante o ensaio em função da interação entre os tratamentos

Carga na semeadora	Velocidade (Km h <sup>-1</sup> )		
	Lastragem (Kg cv <sup>-1</sup> )		
	50	55	58
50% de carga	4,70 Bba	4,78 Aa	4,80 Aa
100% de carga	4,73 Ab	4,75 Aa	4,80 Aa
CV (%)	1,05		

Médias com as mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### Consumo horário

Observa-se que para 50% da carga na semeadora/adubadora, obtiveram os menores consumos, para as relações peso e potência mais elevados (Tabela 5). A relação de peso e potência 50 Kg.cv<sup>-1</sup> não se diferenciou para a variação de carga do implemento avaliado. Para a carga de 100% na semeadora houve aumento no consumo horário quando se elevou a relação peso potência.

Segundo Cordeiro (1994) e Neres *et al.* (2012) encontraram valores de consumo horário variando devido a diferença de solo e lastro utilizado, no entanto, os autores frisam ainda que no processo de semeadura é comum que se encontrem baixos níveis de consumo horário devido às condições superficiais do solo.

**Tabela 5.** Consumo horário durante o ensaio em função da interação entre os tratamentos

Consumo horário (L h <sup>-1</sup> )			
Carga na semeadora	Lastragem (Kg cv <sup>-1</sup> )		
	50	55	58
50% de carga	6,25 Aa	6,28 Ba	6,73 Ba
100% de carga	6,44 Aa	7,16 ABb	7,59 Ab
CV (%)	3,87		

Médias com mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### *Força média na barra de tração*

Para 100% carga, ocorreu uma maior demanda de força na barra de tração com ralação peso e potência de 55 e 58 Kg.cv<sup>-1</sup>, já para 50% de carga não houve diferença entre as interações com ele relacionadas (Tabela 6).

Implementos mais leves tendem a exigir menor esforço na barra, o que culmina em redução de gasto energético. Além disso, as condições físicas e químicas do solo, bem como situações de patinagem podem alterar a relação com o implemento, alterando também a força de tração média requerida.

**Tabela 6.** Força média requerida na barra de tração para o deslocamento do implemento durante o ensaio em função da interação entre os tratamentos

Força média na barra de tração (Kgf)			
Carga na semeadora	Lastragem (Kg cv <sup>-1</sup> )		
	50	55	58
50% de carga	536,5 Aa	530,75 Aa	538,50 Aa
100% de carga	627,75 Ab	672,25 Bb	646,00 ABb
CV (%)	3,10		

Médias com mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### *Força média na barra de tração por unidade de semeadura*

Para 50% de carga na semeadora/adubadora, não houve diferença das relações de peso e potência estabelecidas, ou seja, nessa faixa, todas as relações apresentaram a mesma força demandada por unidade de semeadura.

Para 100% de carga, a relação de e 58 Kg.cv<sup>-1</sup> apresentou a maior demanda de força por unidade. Alonso (2016) relata redução da força necessária na barra de tração com a redução de lastragem.

**Tabela 7.** Força média requerida na barra de tração por unidade de semeadura em função da interação entre os tratamentos

<b>Força média na barra de tração por US (Kgf US<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Carga na semeadora</b>	<b>Lastragem (Kg cv<sup>-1</sup>)</b>		
	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>58</b>
50% de carga	105,3 Ab	106,15 Ab	107,70 Ab
100% de carga	125,55 Ba	134,45 ABa	139,20 Aa
CV (%)	3,10		

Médias com mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### *Força máxima na barra de tração*

Para a relação peso/potência, os resultados demonstraram maiores forças demandadas para as maiores relações, sendo que 55 e 58 Kg.cv<sup>-1</sup> não apresentaram diferença entre si (Tabela 8).

Com relação a carga, a força máxima demandada na barra de tração foi maior para a maior carga vertical da semeadora, o que faz sentido, já que é requerido maior força para uma maior massa a ser transportada.

**Tabela 8.** Força máxima na barra de tração requerida para o deslocamento da semeadora durante o ensaio

<b>Lastragem (Kg cv<sup>-1</sup>)</b>	<b>Força máxima na barra de tração (kgf)</b>
50	654,30 a
55	699,34 ab
58	719,29 b
<b>Carga</b>	<b>Força máxima na barra de tração (kgf)</b>
50% carga	644,02 b
100% carga	737,93 a
CV (%)	5,99

Médias com mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### *Patinagem*

Na relação peso/potência, a relação de 58 Kg.cv<sup>-1</sup> apresentou o menor valor de patinagem, para 58 Kg.cv<sup>-1</sup> (Tabela 9). Pode-se deduzir para lastragem maior, menor será a patinagem, devido ao aumento da massa e conseqüentemente maior área de contato do

pneu com o solo e maior recalque do solo. Segundo (NASCIMENTO *et al*, 2016) o aumento da relação peso/potência reduz a patinação.

**Tabela 9.** Patinação do rodado do trator durante o ensaio em função dos tratamentos

<b>Lastragem (Kg cv<sup>-1</sup>)</b>	<b>Patinagem (%)</b>
50	4,20 a
55	4,73 ab
58	3,86 b
<b>Carga</b>	<b>Patinagem (%)</b>
50% carga	3,88 a
100% carga	4,69 b
CV (%)	14,33

Médias com mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

A patinação está ligada com a capacidade de lastragem, logo, uma boa lastragem implica em menores níveis de patinação. Resultados semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Neres *et al.* (2012) ao avaliar a influência de diferentes lastros no desempenho de um trator agrícola. A patinação excessiva, devido à falta de lastros no trator, pode causar desgaste prematuro nos rodados, promovendo menor eficiência de trabalho. No entanto, o excesso de carga favorece compactação no solo, uma vez que aumenta a pressão sobre a superfície de trabalho (CORRÊA *et al.*, 1997).

#### *Consumo específico*

Para maior relação peso/potência houve aumento no consumo (Tabela 10). Monteiro, Lanças e Guerra (2011) obtiveram dados semelhantes, onde os maiores consumos específicos foram observados para situações de alta lastragem. Em contrapartida, vai contra dados observados por Lopes *et al.* (2003), os quais, com incremento de lastragem a uma redução no consumo específico do trator. O aumento da carga vertical na semeadora teve redução no consumo específico devido a maior demanda de potência.

**Tabela 10.** Consumo específico de combustível em função dos tratamentos

<b>Lastragem (Kg cv<sup>-1</sup>)</b>	<b>Consumo específico (g kWh<sup>-1</sup>)</b>
50	709,5 a
55	732,5 a
58	791,63 b

<b>Carga</b>	<b>Consumo específico (g kWh<sup>-1</sup>)</b>
50% carga	778,25 a
100% carga	710,83 b
CV (%)	4,85

Médias com mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### *Potência média na barra de tração*

A variável potência média na barra de tração (Tabela 11) teve diferença significativa para ambos os tratamentos. Ao considerar diferentes relações de peso/potência, a menor potência média foi obtida em 50 kg cv<sup>-1</sup> e maior a 58 kg cv<sup>-1</sup>, semelhantes aos dados observados por Monteiro *et al.* (2013) retratando que, o incremento de lastragem no trator, proporciona um ganho de potência na barra de tração.

**Tabela 11.** Potência média demandada pela barra de tração em função dos tratamentos

<b>Carga</b>	<b>Potência média na barra de tração (kW)</b>
50	8,49 b
55	9,32 ab
58	9,66 a
<b>Lastragem</b>	
50% carga	6,94 b
100% carga	8,40 a
CV (%)	3,45

Médias com mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

#### *Capacidade de campo efetiva*

A relação de 58 Kg cv<sup>-1</sup> demonstrou melhor resultado para 50% da carga e 100%. (Tabela 12).

Conforme a amplitude nos pesos dos lastros aumentam, aumenta também a diferença na capacidade efetiva de campo. Lopes *et al.* (2005) ao avaliarem a influência de diferentes lastros líquidos na capacidade de campo, obtiveram valores semelhantes ao encontrados no presente trabalho. Os autores ainda destacam que a escolha adequada do tipo de pneu deve ser tão importante quanto a lastragem correta.

**Tabela 12.** Capacidade efetiva de campo no momento do ensaio em função da interação entre os tratamentos

<b>Carga na semeadora</b>	<b>Capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>)</b>		
	<b>Relação de lastragem</b>		
	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>58</b>

50% de carga	1,06 Ba	1,07 ABa	1,08 Ab
100% de carga	1,07 Ba	1,07 Aa	1,09 Aa
CV (%)	0,93		

Médias com mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

### *Consumo efetivo*

Observa-se que na menor carga há menor consumo efetivamente de combustível, uma vez que o consumo de combustível está ligado ao esforço que o trator sofre ao deslocar determinado implemento. Conforme observado na tabela 11 devido a menor potência exigida pela menor relação peso/potência impacta diretamente em consumo de combustível mais reduzido.

**Tabela 13.** Consumo efetivo de combustível durante o ensaio em função da interação entre os tratamentos

Carga na semeadora	Consumo efetivo (L ha <sup>-1</sup> )		
	Lastragem (Kg cv <sup>-1</sup> )		
	50	55	58
50% de carga	5,89 Bb	5,86 Bb	6,23 Ab
100% de carga	6,01 Ba	6,69 Ba	6,96 Aa
CV	3,57		

Médias com mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

## CONCLUSÕES

Menores consumos específicos e efetivos foram observados nas menores relações de peso/potência ou seja com lastreamento mais baixo.

As menores relações peso/potência no trator e reservatório cheio da semeadora apresentaram menor consumo específico.

A semeadora com o reservatório cheio e aumento da relação peso/potência do trator impactou no aumento do consumo efetivo de combustível.

Com a semeadora com o reservatório 100% carregado não houve diferença em relação a capacidade de campo efetiva em relação a variação da relação peso/potência.

Na menor relação peso /potência do trator o consumo horário não teve alteração em relação a carga no reservatório da semeadora.

As menores patinagens ocorreram com a aplicação de 50% da carga na semeadora e também com a maior relação de lastragem.

Variável potência média na barra de tração, retornou valores esperados quando correlacionados com relação de peso/potência, os quais, para menor lastragem obteve-se menor demanda de potência.

## REFERÊNCIAS

ALONSO, D. J. C. **Influência da lastragem e pressão de inflação do pneu de um trator agrícola no seu desempenho operacional trabalhando em solo na capacidade de campo.** 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Agricultural tractor test code. In: ASAE standards 1989: **Standards engineering practices data.** St. Joseph: ASAE, 1989. 5p.

CAMARGO, F. P.; ANGELO, J. A.; OLIVETTE, M. P. A. Expansão do plantio direto nas principais culturas no estado de São Paulo, 2011 – 2015. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 5-13, 2016.

CORDEIRO, M. A. L. **Estudo do efeito de lastragem no desempenho de um trator agrícola.** 1994. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.

CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; BERTELLA, O.; MORELLO, M.; YANAI, K. Adequação de lastro para o trator Agrale Deutz BX 4.150. **Pesq. Agropec. Bas**, Brasília, v. 32, n. 9, p. 951-957, 1997.

FILHO, A. G.; SILVA, S. L.; MODOLO, A. J.; SILVEIRA, J. C. M. Desempenho de um trator operando em solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, nº. 3, p. 781-789, 2004.

FILHO, C. A. C.; CORTEZ, J. W.; SANTOS, V. M. L.; ARCOVERDE, S. N. S.; NAGAHAMA, H. J. Ensaio de um trator agrícola em função da marcha e proporção de biodiesel. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 28, nº. 3, p. 135-142, 2013.

FRANCETTO, T. R.; ALONÇO, A. S.; BRANDELERO, C.; CHAGAS, G. S.; BECKER, R. S. Consumo efetivo de combustível em função do emprego de diferentes discos de corte associados

a uma haste sulcadora. **In:** XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2015, São Pedro. Jubileu de Ouro da SBEA. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2015.

GOMES, F. S.; REIS, E. F.; COUTO, R. F.; HOLTZ, V. Desempenho de um trator agrícola sob diferentes cargas e vazões de ar admitidas pelo motor. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 24, n° 2, 2016.

HELLMEISTER, M.; LANÇAS, K. P.; FIORESE, D. A.; MARASCA, I. Consumo específico de um trator, em função da carga e velocidade de deslocamento. In: Congresso de Iniciação Científica da Unesp, 24., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2012.

IPEA. **Agricultura: Evolução e Importância para a Balança Comercial Brasileira**. Texto para discussão, Brasília, 36 p. 2014.

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; NETO, P. C.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n. 2, p. 382-386, 2003.

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; REIS, G. N. Desempenho de um trator em função do pneu, lastragem e da velocidade de trabalho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 366-370, 2005.

MACHADO, T. MARTINS.; SASSAK M. H., ZANDONADI, R. SINAI DI.; REYNALDO, E. F. Desenvolvimento de um aplicativo para equilíbrio dinâmico de tratores agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22 p 942-956, 2015.

MONTEIRO, L. A.; LANÇAS, K. P.; GUERRA, S. P.S. Desempenho de um trator agrícola equipado com pneus radiais e diagonais com três níveis de lastros líquidos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 551-560, 2011.

MONTEIRO, L. A.; ALBIERO, D.; SOUZA, F. H.; MELO, R. P.; CORDEIRO, I. M. Rendimento na barra de tração de um trator agrícola com diferentes relações de peso e potência. **Varia Scientia Agrárias** (Online), v. 44, n. 1, p. 70-75, 2013.

NASCIMENTO, E. M. S.; AMORIM, M. Q.; ARAÚJO, K. L. B.; CHIODEROLI, C. A.; OLIVEIRA, J. L. P. Desempenho operacional de um conjunto microtrator-rotoencanteirador. **Nucleus**, Ituverava, v. 13, n. 2, p. 141-149, 2016.

NERES, J. S.; SANTOS, R. S.; MOREIRA, D. A.; SILVA, R. M. Desempenho operacional de um trator agrícola e suas implicações de uso em alguns atributos físicos de um latossolo amarelo em Altamira-PA. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 062-077, 2012.

QUEIROZ, R. F.; MOTA, W. A.; MACEDO, D. X. S.; COSTA, E.; CHIODEROLI, C. A. Cargas no depósito de fertilizante de uma semeadora-adubadora e desempenho operacional. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 48, n° 2, 7 p. 271-277, 2017.

RIQUETTI, N. B. **Produtividade, eficiência energética e econômica em semeadura cruzada de soja**. 2014. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de ciências agrônômicas, Botucatu, 2014.

SAATH, L. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212 2018.

ZOZ, F.; GRISSE, R. D. Traction and tractor performance. St Joseph: **Asae**. 2003. 46.