

---

## DESEMPENHO DE TRATOR AGRÍCOLA ATUANDO COM 5% DE BIODIESEL EM OPERAÇÃO DE SEMEADURA<sup>1</sup>

Anderson de Toledo<sup>2</sup>, Rubens Andre Tabile<sup>3</sup>, Danilo Cesar Checchio Grotta<sup>4</sup>, Jorge Wilson Cortez<sup>5</sup>, Carlos Eduardo Angeli Furlani<sup>6</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho operacional de um trator agrícola atuando com 5% de biodiesel etílico destilado de amendoim, na semeadura de amendoim (*Arachis hypogaea*) em preparo convencional. Dois testes foram realizados, o primeiro variando a velocidade de deslocamento, mantendo constante a força de tração, e o segundo alterando a força exigida na barra de tração, sem variar a velocidade. Foram tomadas como variáveis para representar o desempenho operacional, a patinagem dos rodados do trator, capacidade de campo efetiva, consumo horário volumétrico e ponderal, consumo específico de combustível e consumo de energia por área. Tanto a alteração da velocidade como da força de tração, influenciaram o consumo de combustível. Os dois testes aplicados foram representativos para avaliar o desempenho operacional do trator.

**Palavras-chave:** consumo de combustível, força de tração, amendoim.

### ABSTRACT

#### PERFORMANCE OF AN AGRICULTURAL TRACTOR RUNNING ON 5% BIODIESEL IN SOWING OPERATION

This study was done to evaluate the operational performance of an agricultural tractor running on 5% peanut ethylic distilled biodiesel, in peanut (*Arachis hypogaea*) sowing operation in the conventional tillage. In the first test, the forward speed was varied while maintaining traction force constant, and in the second test forward speed was maintained constant while varying the traction. The operational performance of the tractor was determined with the use of parameters such as wheel slippage, effective field capacity, volumetric and pondered hourly fuel consumption, specific fuel consumption and energy consumption. The forward speed and traction force influenced the fuel consumption. The tests used were adequate to evaluate the operational performance of the tractor.

**Keywords:** fuel consumption, drawbar force, peanut.

---

Recebido para publicação em 09/10/2008. Aprovado em 20/03/2009

1 Extraído da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

2 Eng<sup>o</sup> Agrícola, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP. Bolsista CNPq. [andersondetoledo@gmail.com](mailto:andersondetoledo@gmail.com)

3 Eng<sup>o</sup> Agrícola, Doutorando em Engenharia Mecânica, USP/São Carlos-SP. Bolsista Capes.

4 Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Doutor em Agronomia, UNESP/Jaboticabal-SP.

5 Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/Jaboticabal-SP.

6 Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal SP. Bolsista de produtividade CNPq.

## INTRODUÇÃO

A semeadura é sem dúvida fator influente no desenvolvimento de qualquer cultura, quaisquer que sejam. A mecanização desta operação tornou possível sua realização em larga escala, com a utilização das semeadoras que, em sua maioria, são acopladas e tracionadas. O desempenho do conjunto mecanizado, no caso trator-semeadora, deve ser otimizado para se obter os melhores resultados.

O custo operacional destes conjuntos é representado praticamente pelo consumo de combustível, mais especificamente de energia, em função da capacidade operacional de produção, obtido pela exigência de tração da semeadora ao trator.

Desta maneira, Furlani et al. (2006) citam que a semeadura-adubação em processo mecanizado deve ser uniforme, rápida, precisa e econômica.

A força de tração necessária para a operação de semeadura de precisão, na direção horizontal ao deslocamento, incluída a resistência ao rolamento da máquina, com bom leito de semeadura, deve ser de 0,9 kN com variação de 25% por linha (somente semeadura) e de 3,4 kN com variação de 35% por linha (semeadura, adubação e aplicação de herbicida) (ASABE, 2006 b).

A ASABE (2006 a) recomenda, para a obtenção de máxima eficiência de tração, patinagem de 8 a 10% em solos não mobilizados e de 11 a 13% em solos mobilizados.

Furlani et al. (2005 b) encontraram maiores consumos de combustível horário e operacional, com o aumento da velocidade de deslocamento, não observando mesmo comportamento para a força e potência na barra de tração em semeadura de milho, usando conjunto trator de 73,6 kW (100 cv) e semeadora de 4 linhas de 0,90 m.

Diferenças foram encontradas para potência na barra de tração, capacidade de campo teórica e consumo horário de combustível em semeadura com trator de 73,6 kW de potência e semeadora de 4 linhas por Furlani et al. (2006), sendo esses

fatores diretamente proporcionais ao incremento de velocidade.

Mercante et al. (2005) relatam que, em estudo da demanda energética em semeadura direta, o acréscimo da velocidade de deslocamento representou aumento da potência requerida na barra de tração, porém não interferiu na patinagem dos rodados motrizes, e esses valores se encontraram abaixo de 7%.

Assim, também demonstraram Bortolotto et al. (2006), que os valores médios de patinagem dos rodados não diferiram com o aumento da velocidade de deslocamento, em semeadura em solo não-mobilizado, mantendo-se na faixa de 10 a 12%.

Para Furlani et al. (2005 a), a patinagem também não foi influenciada pelo acréscimo da velocidade de semeadura para solo não-mobilizado, estando abaixo de 6% neste caso. Porém, em solo mobilizado por escarificação, a patinagem sofreu variação positiva com a velocidade, situando-se em 12% para a maior velocidade.

De acordo com Lopes et al. (2003), o consumo de combustível de tratores agrícolas é influenciado pela lastragem do trator, pela carga imposta na barra de tração, pelo tipo de pneu e pela velocidade de deslocamento.

Conforme afirmam Kucek & Ramos (2003), o biodiesel é alternativa interessante ao uso do diesel derivado do petróleo, por ser obtido de fontes renováveis, como o óleo vegetal e o etanol, e apresenta vantagens por ser biodegradável, não-tóxico e baixos índices de emissão de poluentes. Porém, segundo Lopes (2006), apesar das vantagens ambientais, o biodiesel necessita ter menor custo de produção para tornar o produto competitivo no mercado de combustíveis.

Ensaio realizados com mistura de biodiesel ao diesel comprovam o potencial dessa alternativa, sendo sugerida proporção de até 20%, mesmo considerando o aumento no consumo decorrente do balanço desfavorável entre o maior número de cetano e menor poder calorífico, (OLIVEIRA & COSTA 2002).

Em teste de bancada dinamométrica, Barbosa et al. (2008) avaliaram diferentes proporções de biodiesel, entre elas B5, em motor de ignição por compressão de trator agrícola e confirmaram que, em alguns casos para esta proporção, a potência no motor não diferiu da disponibilizada quando utilizado 100% de diesel mineral. Da mesma maneira, Corrêa et al. (2008) demonstraram em teste dinamométrico que a utilização da proporção B5 reduziu em apenas 0,01% a potência disponibilizada no motor em comparação ao diesel.

Grotta (2003) em operação de gradagem, utilizando trator com potência de 73,6 kW no motor, observou menor exigência de potência na barra de tração operando com biodiesel B100 (100% de biodiesel) quando comparado ao diesel, não encontrando diferenças para as outras misturas (B25, B50 e B75). E ainda, que o acréscimo de até 50% de biodiesel no diesel não interferiu nos consumos ponderal e específico de energia, portanto, nem no desempenho do trator.

Para Soranso et al. (2008), somente as proporções B75 e B100 apresentaram consumo superior à B0 (100% diesel) em operação de escarificação, utilizando um trator de 73,6 kW de potência no motor. Portanto, a proporção B5, para estes autores, não determinou diferenças na capacidade de campo operacional e na potência disponibilizada na barra de tração.

Ante o exposto, objetivou-se neste estudo avaliar o desempenho operacional de trator agrícola, atuando com 5% de biodiesel etílico destilado de amendoim adicionado ao diesel, na semeadura de amendoim em solo mobilizado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da UNESP/Jaboticabal – SP, com referências geodésicas 21°14' S e 48°16' W, altitude média de 559 metros, declividade média de 4% e clima Aw conforme classificação de Köppen. O solo é classificado como LATOSSOLO Vermelho

eutroférico típico, textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). Os valores médios de teor de água do solo e resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) são apresentados no Quadro 1.

Anteriormente à semeadura, o preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens niveladoras. Os equipamentos utilizados no preparo do solo foram: arado reversível montado, com três discos de 660 mm (26") de diâmetro e largura de corte de 0,9 m, marca Marchesan; grade niveladora de arrasto com 32 discos lisos de 458 mm (18") de diâmetro e largura de trabalho de 2,77 m, marca Piccin.

A semeadora-adubadora de precisão utilizada foi a Marchesan COP Suprema 7/4, com disco vertical pneumático para distribuição de sementes, discos duplos desencontrados para abertura do sulco de deposição do adubo (350 kg ha<sup>-1</sup>) e discos duplos para sementes (22 sementes por metro), rodas aterradoras-compactadoras duplas em "V", operando com 4 linhas de semeadura, com espaçamento entre linhas de 90 cm.

Para tracionar a semeadora-adubadora, utilizou-se trator Valtra BM100 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA), potência no motor de 73,6 kW (100 cv) a 2300 rpm, equipado com pneus 14.9-24 no eixo dianteiro e 23.1-26 no eixo traseiro, tipo R1, dotado de instrumentação necessária para medir as variáveis selecionadas, conforme Furlani et al. (2006).

O biodiesel utilizado no ensaio, obtido pelo processo de transesterificação, foi do tipo etílico (reação com etanol), destilado e produzido à base de óleo de amendoim, em proporção de mistura B5 (5% de biodiesel + 95% de diesel).

A escolha desta proporção em específico para a realização dos testes é referenciada na Lei 11.097 (BRASIL, 2005), que introduz o biodiesel na matriz energética brasileira, fixando em 5% em volume o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional, especificando o prazo de oito anos, a partir de sua publicação, para seu cumprimento.

O experimento foi realizado em três blocos com delineamento inteiramente casualizado, definidos por cada tratamento em ambos os testes, com 12 repetições dentro de cada bloco, como enunciado no Quadro 1. As parcelas experimentais possuíam 10 m de comprimento e 3,6 m de largura.

**Quadro 1.** Características do solo e níveis de cada tratamento nos dois testes realizados

	Tratamentos	Teor de água do solo (%)	RMSP* (MPa)	Velocidade (m s <sup>-1</sup> )	Força de tração (kN)	Marcha
Teste 1	V1	11,9	2,99	1,28	10,6	L2 rápida
	V2	12,9	3,00	1,50	10,5	L3 lenta
	V3	13,0	3,32	1,73	10,3	L3 rápida
Teste 2	FT1	12,5	2,36	1,67	8,0	L3 rápida
	FT2	15,0	3,16	1,64	11,0	L3 rápida
	FT3	15,0	3,16	1,58	15,8	L3 rápida

8

O teor de água do solo foi obtido com a retirada de amostras nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, em três pontos aleatórios dentro de cada bloco, utilizando-se o método gravimétrico padrão.

A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi obtida em um ponto por parcela até a profundidade de 50 cm, com penetrógrafo eletrônico, apresentando-se no Quadro 1 o valor médio deste parâmetro.

Para avaliar do desempenho operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora realizaram-se dois testes. No primeiro, a força requerida na barra de tração foi constante, com três velocidades de deslocamento definidas pela relação de transmissão escolhida no trator, denominadas de V1, V2 e V3.

No segundo teste, a velocidade de deslocamento do conjunto foi mantida constante, selecionando-se diferentes forças requeridas na barra de tração (FT1, FT2 e FT3) do conjunto de dados obtidos a campo.

A instrumentação instalada no trator (micrologger e sensores) realizou a aquisição e armazenamento da força requerida na barra de tração (kN), velocidade (m s<sup>-1</sup>), patinagem dos rodados (%), consumo e temperatura do combustível, permitindo calcular a potência exigida na barra de tração (kW), capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>), consumo horário volumétrico (L h<sup>-1</sup>),

ponderal (kg h<sup>-1</sup>) e específico (g kWh<sup>-1</sup>) e consumo de energia (kWh ha<sup>-1</sup>).

Empregou-se análise estatística descritiva para os dados obtidos, realizando análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro teste avaliado, com incremento da velocidade de deslocamento e força de tração constante, a potência na barra de tração aumentou linearmente, a capacidade de campo efetiva também aumentou e a patinagem dos rodados reduziu da maior para a menor velocidade, como demonstrado no Quadro 2.

Quando estudado o desempenho do conjunto, variando a força exigida na barra de tração sem alteração da velocidade, a potência requerida aumentou, não ocorrendo variações significativas para a capacidade de campo efetiva e patinagem, também apresentado no Quadro 2.

As Figuras de 1 a 6 demonstram o comportamento das variáveis de desempenho operacional analisadas (eixo das ordenadas), conforme variação na velocidade e na força requerida na barra de tração. No eixo das abscissas é representada a potência exigida, pois, esta variável é função e diretamente proporcional à velocidade e força de tração.

8

\*RMSP: Resistência mecânica do solo à penetração.

**Quadro 2.** Síntese da análise de variância para médias das variáveis<sup>9</sup>

<i>Tratamentos*</i>	Força de tração (kN)	Potência (kW)	Cc efetiva (ha h <sup>-1</sup> )	Patinagem (%)
V1 (1,28 m s <sup>-1</sup> )	10,6 a	13,6 a	1,7 a	14,2 b
V2 (1,50 m s <sup>-1</sup> )	10,5 a	15,7 b	1,9 b	12,8 ab
V3 (1,73 m s <sup>-1</sup> )	10,3 a	17,8 c	2,2 c	12,2 a
CV (%)	3,56	3,72	1,05	12,72

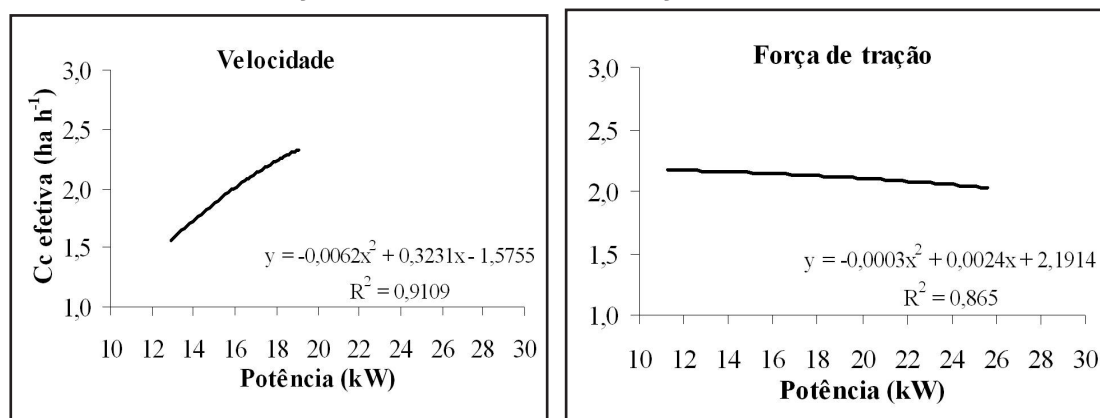
<i>Tratamentos*</i>	Velocidade (m s <sup>-1</sup> )	Potência (kW)	Cc efetiva (ha h <sup>-1</sup> )	Patinagem (%)
FT1 (8,0 kN)	1,67 a	13,4 a	2,2 a	11,2 a
FT2 (11,0 kN)	1,64 a	18,0 b	2,1 a	12,2 a
FT3 (15,8 kN)	1,58 a	24,9 c	2,1 a	12,8 a
CV (%)	2,87	4,03	0,97	15,62

10

A capacidade de campo efetiva foi influenciada positivamente pelo aumento na velocidade de deslocamento do conjunto, sem demonstrar diferença para a variação da força de tração, como representado na Figura 1. Este comportamento é esperado, pois esta variável é função somente da velocidade.

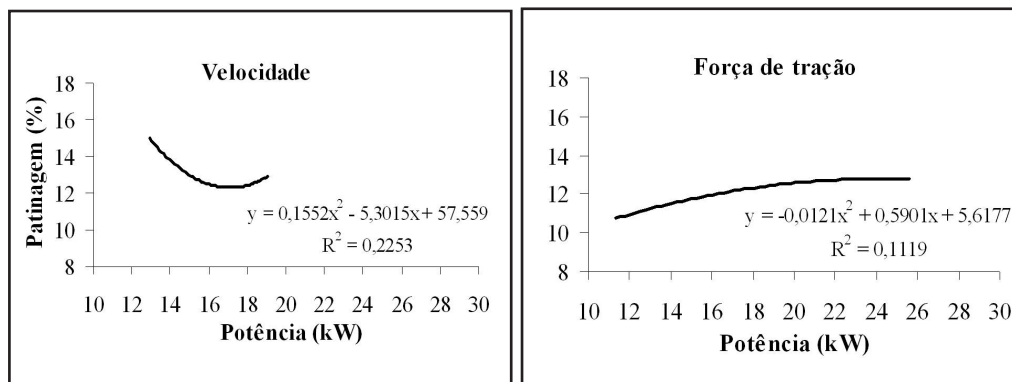
Nota-se um pequeno declínio na curva, com o aumento da força de tração, demonstra que o aumento excessivo da força de tração pode causar redução da velocidade e conseqüentemente da capacidade de campo efetiva.

A patinagem dos rodados motrizes do trator (Figura 2) foi influenciada significativamente pela alteração na velocidade de deslocamento, com redução de aproximadamente 15%, quando comparada a menor com a maior velocidade. Conforme recomenda ASABE (2006 a), os valores de patinagem para maior eficiência de tração, encontram-se entre 11 e 13% para solos mobilizados, como constatado para V2 e V3. Essa variável não sofreu influência quanto ao aumento no requerimento de tração, permanecendo dentro da faixa recomendada para este tipo de solo.

**Figura 1.** Capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>) em função do acréscimo na velocidade de deslocamento e força requerida na barra de tração


9 Velocidade de deslocamento (m s<sup>-1</sup>); força (kN) e potência (kW) requeridas na barra de tração; capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>) e patinagem dos rodados (%).

10 \*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 2.** Patinagem dos rodados motrizes (%) em função da velocidade de deslocamento e força requerida na barra de tração

No Quadro 3, são apresentadas as variáveis referentes ao consumo de combustível e energia, para os testes empregados. A variação da velocidade de deslocamento influenciou as variáveis de consumo, exceto o de energia, e a alteração da força de tração exerceu influência sobre as variáveis referentes ao consumo.

O consumo horário volumétrico e o consumo ponderal de biodiesel (Figuras 3 e 4) apresentaram comportamento similar, com a diferença que no cálculo do consumo ponderal considera-se a densidade do combustível em cada leitura, sendo portanto, mais representativo em termos de energia disponível.

**Quadro 3.** Síntese da análise de variância para médias das variáveis<sup>11</sup>

<i>Tratamentos*</i>	$C_{Vol}$ (L h <sup>-1</sup> )	$C_p$ (kg h <sup>-1</sup> )	$C_{ESP}$ (g kWh <sup>-1</sup> )	$C_e$ (kWh ha <sup>-1</sup> )
V1 (1,28 m s <sup>-1</sup> )	9,26 a	7,79 a	573 c	8,2 a
V2 (1,50 m s <sup>-1</sup> )	9,16 a	7,65 a	487 a	8,1 a
V3 (1,73 m s <sup>-1</sup> )	11,0 b	9,20 b	519 b	7,9 a
CV (%)	4,12	4,04	5,93	3,56
<i>Tratamentos*</i>	$C_{Vol}$ (L h <sup>-1</sup> )	$C_p$ (kg h <sup>-1</sup> )	$C_{ESP}$ (g kWh <sup>-1</sup> )	$C_e$ (kWh ha <sup>-1</sup> )
FT1 (8,0 kN)	11,05 b	9,30 b	700 c	6,2 a
FT2 (11,0 kN)	10,69 b	8,92 b	497 b	8,4 b
FT3 (15,8 kN)	9,86 a	8,22 a	330 a	12,2 c
CV (%)	5,43	5,33	7,88	4,16

12

Para a maior velocidade (1,73 m s<sup>-1</sup>), os consumos volumétrico e ponderal aumentaram significativamente, indicando que o aumento na velocidade foi determinante no aumento do consumo de combustível, corroborando com o relatado por Furlani et al. (2006).

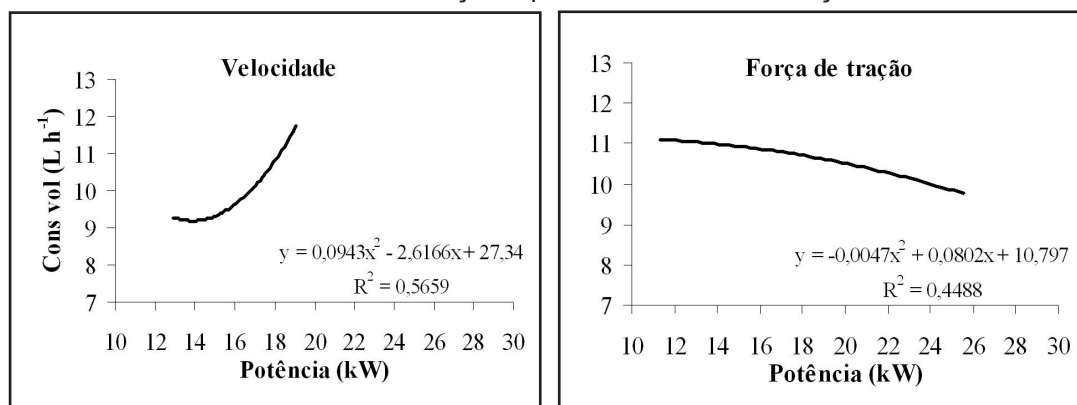
Quando avaliado o aumento da força de tração, ocorreu redução nos consumos para o tratamento FT3

comparado aos demais, comportamento tido como inesperado, que pode ser explicado pela pequena redução da velocidade desse tratamento, mesmo não havendo diferença estatística em relação a FT1 e FT2. Esta redução contraria o que afirmaram Furlani et al. (2006), avaliando o consumo de combustível em função da carga no depósito de adubo, com finalidade de exigir diferentes forças de tração.

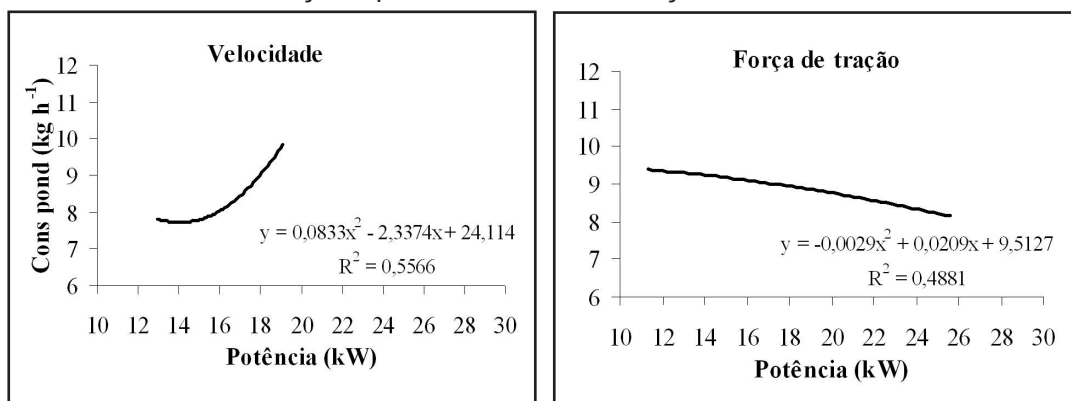
11 Consumo de combustível volumétrico ( $C_{Vol}$ , L h<sup>-1</sup>), ponderal ( $C_p$ , kg h<sup>-1</sup>), específico ( $C_{ESP}$ , g kWh<sup>-1</sup>) e de energia ( $C_e$ , kWh ha<sup>-1</sup>)

12 \*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 3.** Consumo horário volumétrico de combustível ( $L h^{-1}$ ) em função da velocidade de deslocamento e força requerida na barra de tração



**Figura 4.** Consumo horário ponderal de combustível ( $kg h^{-1}$ ) em função da velocidade de deslocamento e força requerida na barra de tração



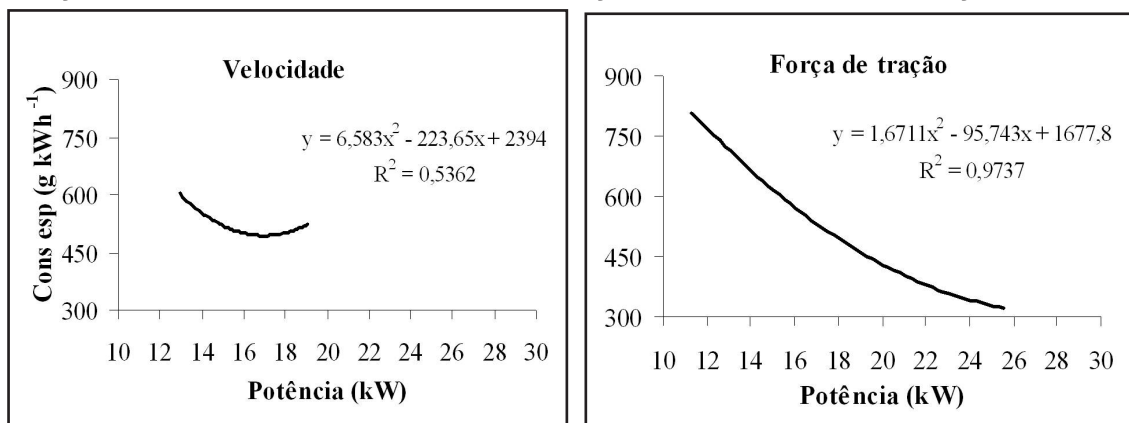
O consumo específico de combustível representa quanto combustível é necessário para gerar uma unidade de energia disponibilizada pelo trator na barra de tração, e seu comportamento neste estudo pode ser analisado na Figura 5.

A alteração na velocidade demonstrou influência sobre essa variável, sendo o menor valor encontrado para V2, sugerindo que esta é a melhor faixa de velocidade para obter-se a melhor relação entre consumo de combustível e energia consumida, nas condições encontradas neste experimento. Esta

alteração no consumo específico pela velocidade não foi observada por Furlani et al. (2004), visto que estes autores utilizaram velocidades mais elevadas que as testadas neste trabalho.

Quanto ao aumento da força de tração, o consumo específico reduziu significativamente, representando que há melhor aproveitamento energético do combustível consumido quando se eleva a exigência de tração, dentro de certos limites do conjunto, sem alterar a velocidade de deslocamento.

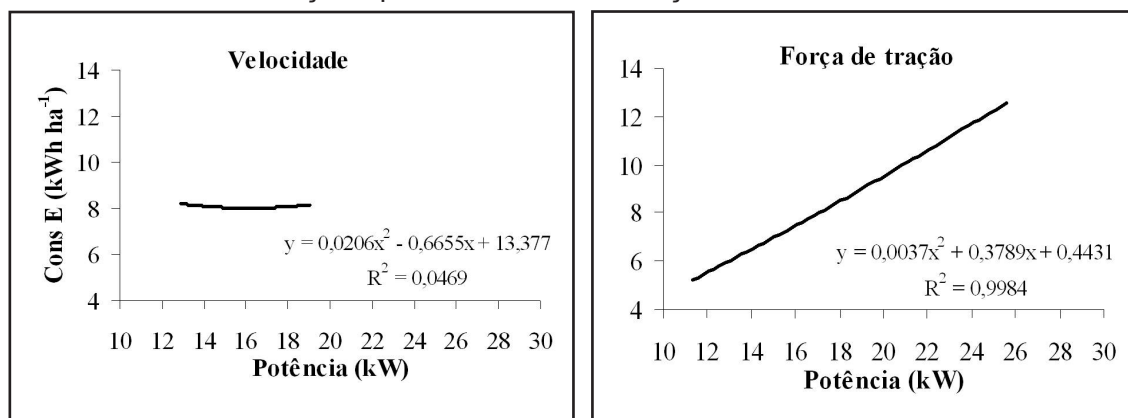
**Figura 5.** Consumo específico de combustível por unidade de energia ( $\text{g kWh}^{-1}$ ) em função da velocidade de deslocamento e força requerida na barra de tração



O consumo de energia por área trabalhada (Figura 6) não foi alterado pelas diferentes velocidades de deslocamento, verificando-se portanto, que esse fator é dependente e diretamente proporcional à variação na força

de tração. O aumento da força fez com que houvesse maior dispêndio de energia para realizar a operação em mesma área, como era esperado, devido à maior exigência de potência.

**Figura 6.** Consumo de energia por unidade de área ( $\text{kWh ha}^{-1}$ ) em função da velocidade de deslocamento e força requerida na barra de tração



## CONCLUSÕES

O incremento de velocidade fez com que a potência requerida na barra, a capacidade de campo efetiva e os consumos volumétrico e ponderal aumentassem, e a patinação dos rodados reduzisse, sem causar variações no consumo de energia.

A potência exigida na barra e o consumo de energia demonstraram aumento diretamente proporcional com a

força de tração, sem alterar a patinação.

O aumento da força de tração causou, redução nos consumos ponderal e volumétrico de combustível, diferença provavelmente gerada em função da velocidade obtida em cada tratamento, apesar de não diferirem estatisticamente.

Amelhor relação entre combustível consumido e energia disponível foi atingida com velocidade próxima a  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  e para força de tração superior a 15 kN.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASAE EP496.3 Agricultural Machinery Management. In: **ASABE Standards 2006**. St. Joseph, 2006 a. p.385-390.

ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASAE D497.5 Agricultural Machinery Management Data. In: **ASABE Standards 2006**: standards engineering practices data. St. Joseph, 2006 b. p.391-398.

BARBOSA, R. L.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; VOLPATO, C. E. S. Desempenho comparativo de um motor de ciclo diesel utilizando diesel e misturas de biodiesel. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1588-1593, set./out., 2008.

BRASIL. **Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005**. Disponível em: <[www.biodiesel.gov.br](http://www.biodiesel.gov.br)> Acesso em: 30 mar. 2009, 18:04.

BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTI, M. C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora para soja sob diferentes velocidades de deslocamento e cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.122-130, jan./abr., 2006.

CORRÊA, I. M.; MAZIERO, J. V. G.; ÚNGARO, M. R.; BERNARDI, J. A.; STORINO, M. Desempenho de motor diesel com misturas de biodiesel de óleo de girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.923-928, maio/jun., 2008.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

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**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.458-464, maio/ago. 2005 a.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; REIS, G. N. Exigências de uma semeadora-adubadora de precisão variando a velocidade e a condição de superfície do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.920-923, jul./ago., 2005 b.

FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N.; ZANETTI, L. A. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de adubo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.4, p.268-275, out./dez., 2006.

GROTTA, D. C. C. **Desempenho de um trator agrícola em operação de gradagem utilizando biodiesel etílico filtrado de óleo residual como combustível**. Jaboticabal: UNESP, 2003. 44 f. (Dissertação de mestrado)

KUCEK, K. T.; RAMOS, L. P. Recentes avanços na reação de transesterificação etílica do óleo de soja em meio alcalino. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BODIESEL, 1., 2003, Ribeirão Preto; **Anais...** Ribeirão Preto: LADETEL, 2003. 1 CD-ROM.

LOPES, A. **Biodiesel em trator agrícola: desempenho e opacidade**. Jaboticabal: UNESP, 2006. 158 p. (Tese de livre docência)

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; CASTRO NETO, P.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.2, p.375-379, 2003.

- MERCANTE, E.; SILVA, S. L.; MODOLO, A. J.; SILVEIRA, J. C. M. Demanda energética e distribuição de sementes de milho em função da velocidade de duas semeadoras. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.424-428, 2005.
- OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O. da. Biodiesel: uma experiência de desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 9., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Energia, 2002. v.1, p.445-453.
- SORANSO, A. M.; GABRIEL FILHO, A.; LOPES, A.; SOUZA, E. G.; DABDOUB, M. J.; FURLANI, C. E. A.; CAMARA, F. T. Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel etílico destilado de óleo residual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.553-559, 2008.