

EFEITO RESIDUAL DO PREPARO DO SOLO E VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO NA OPERAÇÃO DE SEMEADURA DA *Crotalaria juncea*

RESIDUAL EFFECT OF TILLAGE THE SOIL AND DISPLACEMENT SPEED IN THE SEEDER OPERATION OF THE *Crotalaria juncea*

Jorge Wilson CORTEZ¹
Carlos Eduardo Angeli FURLANI²
Rouverson Pereira da SILVA³
Danilo César Checchio GROTTA⁴

RESUMO

A operação de semeadura é muito importante para o estabelecimento das culturas, sendo responsável por significativa parcela do custo de produção de uma cultura. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de um trator agrícola sob dois sistemas de preparo do solo (sistema plantio direto e convencional), juntamente com três marchas na operação de semeadura da crotalária, que proporcionaram velocidades teóricas de 4, 5 e 7 km h⁻¹. O experimento foi conduzido no campo experimental da UNESP de Jaboticabal, SP, Brasil, e conduzido pela equipe técnica do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 x 3 com quatro repetições. Foram mensurados: força de tração, potência na barra, capacidade de campo efetiva, consumo de energia, consumo horário de combustível, consumo efetivo, consumo ponderal e consumo específico, como também a patinação nos rodados do trator. Os resultados indicaram que não há diferença entre os sistemas de preparo do solo quanto aos parâmetros de desempenho do trator. Quanto à escolha da marcha, as velocidades maiores incrementam a potência, a capacidade de campo efetiva e o consumo horário, entretanto diminuem o tempo efetivo de trabalho por hectare, o consumo efetivo e o consumo específico.

Palavras-chave: consumo de energia, potência na barra de tração, patinação

ABSTRACT

The sowing operation is very important for the establishment of cultures, being her responsible for great costs. The objective of the present work was to evaluate the performance of an agricultural tractor in the operation of *Crotalaria juncea* sowing in soil under two tillages (conventional and no-tillage) and three marches imposed to the tractor that provided theoretical forward speeds of 4, 5 and 7 km h⁻¹. The experiment was driven in experimental field of UNESP of Jaboticabal, SP, Brazil, driven by the technical team of the Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) in design completely with factorial array 2 x 3 with four repetitions. They were measured: drawbar force, drawbar power in the bar, field capacity, energy consumption, fuel consumption and travel reduction. The results indicated that there is no difference for the systems tillage as for the parameters of acting of the tractor. When the choice of the march, the largest increase the power, the field capacity and the fuel consumption (L h⁻¹) and reduce the time of work for hectare, of the field consumption and specific consumption.

Keywords: fuel consumption, power, travel reduction

¹ Engenheiro Agrônomo, Pós-Graduando em Agronomia (Doutorado – Produção Vegetal), Via de Acesso Prof. Dr. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, UNESP, Jaboticabal - SP, Brasil. jorge.cortez@yahoo.com.br Bolsista CAPES.

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, UNESP, Jaboticabal, Brasil.furlani@fcav.unesp.br Bolsista CNPq.

³ Engenheiro Agrícola, Prof. Ass. Dr., UNESP, Jaboticabal, Brasil. rouverson@fcav.unesp.br Bolsista CNPq.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pós-Graduando em Agronomia (Doutorado – Produção Vegetal), UNESP, Jaboticabal - SP, Brasil. dcgrotta@zipmail.com.br Bolsista CNPq.

INTRODUÇÃO

O estudo de diferentes sistemas de preparo do solo no Brasil é fundamental para tentar minimizar os impactos ocasionados pela movimentação do solo, e segundo CAMILO et al. (2004) o sistema conservacionista (Sistema Plantio Direto) vem minimizar os problemas ambientais decorrentes do uso agrícola do solo.

Outro item de importância para a semeadura é a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora, e MAHL et al. (2004), confirmam que a velocidade e a heterogeneidade do solo são fatores relevantes na avaliação da eficiência de conjuntos motomecanizados, e concluem que a condição da superfície do solo afeta a capacidade de campo operacional do conjunto.

Outro fator afetado pelos sistemas de preparo do solo é a força de tração, que segundo a ASAE (1999), para a operação de semeadoras de grãos graúdos (semeadora de precisão), na direção horizontal do deslocamento, já incluídos a resistência ao rolamento da máquina, com bom leito de semeadura, varia de 900 N ($\pm 25\%$) por linha (somente semeadura) e de 3.400 N ($\pm 35\%$) de variação por linha (semeadura e adubação).

No entanto, SILVEIRA et al. (2005) trabalhando em um Latossolo Vermelho não observaram influência da velocidade de deslocamento na força de tração, mas a potência demandada foi diretamente influenciada pela mesma. Já ARAÚJO et al. (2001) concluíram que, em solos muito argilosos, a potência no motor exigida para tracionar uma semeadora com sete linhas para soja e com haste sulcadora, dobrou, quando a velocidade de operação aumentou de 4,5 para 7,7 km h⁻¹, ou seja, passou de 30,9 kW para 58,1 kW.

Nesse enfoque, FURLANI et al. (2002) ao avaliar diferentes sistemas de preparo, concluíram que em solos onde não ocorre mobilização exige-se mais força de tração, comparado com solos preparados. De acordo com NAGAOKA e NOMURA, (2003) a velocidade de semeadura tem influência direta no desempenho das semeadoras, e relatam que velocidades de 5 a 7 km h⁻¹ são consideradas ideais.

Estes resultados pressupõem que os sistemas de preparo do solo poderão interferir na força de tração, na potência, no consumo de combustível e na patinagem do trator, e espera-se também que, com o aumento da velocidade ocorra incremento dos itens anteriores.

Diante do apresentado, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de um trator agrícola em sistemas de preparo (sistema plantio direto e convencional), juntamente com três marchas na operação de semeadura (crotalaria), que proporcionaram velocidades teóricas de 4, 5 e 7 km h⁻¹.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção e conduzido pelo Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) do Departamento de Engenharia Rural pertencente à UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 21°14'S e longitude 48°16'W, com altitude média de 559 m, declividade média de 4%, com uma área de aproximadamente 2,0 ha.

A semeadura foi realizada em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999). O clima de acordo com a classificação de Köppen é Cwa, ou seja, subtropical úmido, com estiagem no período do inverno.

Foi utilizado o Trator Valtra BM 100, 4 x 2 TDA, 73,6 kW (100 cv) de potência no motor, com massa de 5.400 kg e 40% de lastro no eixo dianteiro (pneus 14.9 – 24 R1 de 3,8 m de perímetro e pressão de inflação de 124 KPa (18 psi)), e 60% de lastro no eixo traseiro (pneus 23.1 – 26 R1 de 4,9 m de perímetro e pressão de inflação de 152 KPa (22 psi)). O motor do trator trabalhou com diesel no regime de trabalho de 2000 rpm.

Para armazenar e gravar os sinais gerados pelos transdutores, o trator foi instrumentado com um sistema de aquisição de dados micrologger CR23X de marca CAMPBELL SCIENTIFIC, INC. Para mensurar a velocidade instantânea foi utilizada uma unidade de radar localizada na lateral direita do trator, tipo RVS II, com inclinação de 45° em relação ao solo. O tempo de cada parcela foi coletado por meio do sistema de aquisição de dados, o qual dispõe de cronômetro interno com precisão de centésimos de segundos.

A força de tração foi obtida por meio de uma célula de carga de 100 kN fabricada por M. SHIMIZU, modelo TF 400 com temperatura de utilização de -20 a 80° C com alimentação recomendada de 10 a 12 V. Essa célula está posicionada em um berço de sustentação na barra de tração, de tal modo que, quando o pino de trava da barra é liberado, todo o esforço realizado na operação de semeadura é registrado pela célula de carga, que de acordo com a sua fabricação fornece o valor da força de tração em kgf, sem o auxílio de formulas para se chegar ao resultado.

Para medir o consumo de combustível foi utilizado um sistema ligado automaticamente com o acionamento do sistema de aquisição de dados e precisão de 1 mL L⁻¹. Constituído por um medidor de fluxo Flowmate Oval – MIII com vazão de 100 L h⁻¹, montado em série com sensor de temperatura tipo resistência de platina um Pt 100 (LOPES et al. 2003).

Para avaliar a patinagem das rodas motrizes do trator foram utilizados sensores geradores de pulsos, modelo GIDP 60 12 V, localizados no centro de cada uma das rodas, os quais realizam conversão de movimentos rotativos ou

deslocamentos lineares em pulsos elétricos, gerando 60 pulsos por giro dos rodados do trator.

Para sementeira utilizou-se a sementeira-adubadora de precisão Marchesan, modelo Cop Suprema, com sete linhas de sementeira, dotada de disco de corte para palhada de 18" (45,7 cm), haste sulcadora de adubo com as seguintes características: 2,7 cm de espessura da ponteira, 1,0 cm de espessura da haste, distância do disco de corte a haste de 12 cm, relação entre a altura e comprimento da ponteira (H/L) de 1,06 e ângulo de ataque de 20°; disco duplo desencontrado de 16" (40,6 cm) para deposição da semente. A máquina possui distribuidor de sementes pneumático, sendo utilizado disco para sementes, com 64 furos. O depósito de sementes possui capacidade para 200 kg, tendo a sementeira-adubadora 3070 kg de massa. A sementeira foi regulada para distribuir 19 sementes de *Crotalaria juncea* S2 por metro no espaçamento de 45 cm. Estas apresentavam pureza de 95%, germinação de 70% e valor cultural de 66,5%, sendo a Crotalaria da safra 04/05.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 3, sendo dois sistemas de preparo e três marchas impostas ao trator na operação de sementeira, com quatro repetições. Os sistemas de preparo foram o preparo convencional (PC) e o sistema plantio direto (SPD), as marchas impostas ao trator foram 2º L alta (M1), 3º L alta (M2) e 4º L alta (M4), que correspondem as velocidades teóricas de 4, 5 e 7 km h⁻¹, respectivamente. O preparo convencional foi realizado na instalação da cultura antecessora, o feijão, tendo sido realizado uma aração a 30 cm e duas gradagens niveladora a 10 cm de profundidade, na condução da cultura ocorreram duas pulverizações e a colheita mecanizada, com o mesmo trator desse ensaio. Dessa forma na hora da sementeira da crotalaria (cinco meses após o preparo do solo), o solo, apresentava restos vegetais dessa cultura o que proporcionou cobertura de 90%. No sistema plantio direto ocorre rotação de culturas, como milho, feijão e soja. Na sementeira foi utilizada a haste sulcadora da sementeira em ambos os preparos.

O sistema de aquisição de dados armazena um valor de força total (kgf) por segundo e a força de pico foi obtido pelo maior valor dos dados coletados na parcela, sendo seu valor transformado para N, pela multiplicação do fator 9,8.

Para o cálculo da potência média na barra de tração (PB) demandada pelo trator na operação de sementeira utilizou-se a Eq. 1, enquanto que a potência de pico foi calculada por meio do maior valor de força na parcela.

$$PB = FT \cdot v \quad (1)$$

em que,

PB: potência média na barra de tração (kW);
FT: força média de tração na barra (kN); e
v: velocidade real de deslocamento (m s⁻¹).

O cálculo da capacidade de campo efetiva (CcE) foi realizado pela Eq. 2. O tempo efetivo (Tef) foi obtido pelo inverso da CcE.

$$CcE = \frac{Lmr \cdot v}{10} \quad (2)$$

em que,

CcE: capacidade de campo efetiva (ha h⁻¹)
v: velocidade real de deslocamento, (km

h⁻¹),

Lmr: largura média de trabalho do implemento (m), e

10: fator de conversão para (ha h⁻¹).

O consumo de energia por área trabalhada foi obtido pela Eq. 3, descrita por SIQUEIRA e GAMERO (2000).

$$Cea = PB \cdot Tef \quad (3)$$

em que,

Cea: consumo de energia por área trabalhada (kW h ha⁻¹),

PB: potência média na barra de tração (kW),

e

Tef: tempo efetivo (h ha⁻¹).

O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e retorno, que resulta no volume realmente utilizado pelo trator durante a operação de sementeira. Para o cálculo do consumo de combustível horário (Ch), empregou-se a Eq. 4.

$$Ch = \frac{C \cdot 3,6}{t} \quad (4)$$

em que,

Ch: consumo horário de combustível (L h⁻¹);

C: volume consumido (mL);

t: tempo de percurso na parcela (s); e

3,6: fator de conversão.

Para o cálculo do consumo efetivo de combustível (CEC), empregou-se a Eq. 5.

$$CEC = \frac{Ch}{CcE} \quad (5)$$

em que,

CEC: consumo efetivo de combustível (L ha⁻¹);

Para o cálculo do consumo de combustível ponderal (Chp), empregou-se a Eq. 6.

$$Chp = \frac{Chv DC}{1000} \quad (6)$$

em que,
Chp: consumo ponderal de combustível, (kg h⁻¹),

DC: densidade do combustível (g L⁻¹) e equação de regressão (DC = 850 - 0,813 T + 0,0022 T²), onde T é a temperatura do combustível (°C), obtida por LOPES (2006) no mesmo local desse experimento e utilizado no mesmo trator, e
1000: fator de transformação.

Para o cálculo do consumo de combustível específico (CE), empregou-se a Eq. 7.

$$CE = \frac{DC Ch}{PB} \quad (7)$$

em que,
CE: Consumo específico de combustível (g kW h⁻¹);

Para o cálculo da patinação (Pt) utilizou-se a Eq. 8, descrita por SILVA et al. (2000).

$$Pat = \frac{\left(\frac{\sum Pulsos}{60} Per \right) - L}{\left(\frac{\sum Pulsos}{60} Per \right)} 100 \quad (8)$$

em que,

Pat: patinação das rodas motrizes, %,

Σ Pulsos: total de pulsos registrados em cada parcela experimental,

Per: perímetro do rodado do trator, m,

L: comprimento da parcela experimental, m,

e

60: fator de transformação.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância. Quando o valor do teste F foi significativo a 5% de probabilidade, foi realizado o teste de Tukey para a comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados de desempenho do trator agrícola, e pode-se observar que, apenas a potência média na barra de tração e a potência de pico na barra de tração foram influenciadas pela velocidade de deslocamento, no entanto, para a potência de pico as marchas M2 e M3 não diferiram. Com o aumento da velocidade de 4 para 5 km h⁻¹ ocorre aumento de 44,5% na potência média na barra de tração exigida, enquanto que de 5 para 7 km h⁻¹ ocorre aumento de 17,1%. Na potência de pico, com a passagem da velocidade de 4 para 5 km h⁻¹ ocorre aumento de 51,6%. Para os sistemas de preparo do solo não ocorreram diferenças, isso pode ser devido o preparo convencional do solo ter sido realizado seis meses antes da semeadura da crotalaria. Estes resultados concordam com o relato de SILVEIRA et al. (2005) segundo o qual com o aumento da velocidade ocorre incremento na potência demandada.

TABELA 1 – Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis força de tração (F = kN), potência na barra (PB = kW), força de tração de pico (FP = kN) e potência na barra de pico (PP = kW)

FATORES	F	PB	FP	PP
SISTEMAS				
PC	16,2 a	24,2 a	19,4 a	29,2 a
SPD	17,4 a	25,9 a	20,6 a	30,7 a
MARCHA				
M1	16,2 a	18,2 c	18,9 a	21,1 b
M2	16,8 a	26,3 b	20,4 a	32,0 a
M3	16,2 a	30,8 a	20,7 a	36,6 a
TESTE DE F				
Sistemas (S)	3,1 ns	2,5 ns	1,6 ns	2,5 ns
Marcha (M)	1,0 ns	46,6 **	1,6 ns	46,6 **
S x M	0,02 ns	0,03 ns	0,2 ns	0,03 ns
C.V. (%)	10,3	10,6	11,2	13,0

ns: não significativo (P>0,05); *: significativo (P<0,05); **: significativo (P<0,01); C.V.: coeficiente de variação.

Para a velocidade real de deslocamento, a capacidade de campo operacional e o tempo efetivo (Tabela 2), observam-se diferença estatística para no fator marcha de trabalho, enquanto que, o consumo de energia não diferiu para os sistemas de preparo e para as marchas, mas o sistema plantio direto apresentou aumento no consumo de energia de 7%. A velocidade real de deslocamento foi idêntica para os sistemas de preparo, e em relação às

marchas que proporcionavam velocidades teóricas de acordo com o escalonamento do manual do operador, foram próximas. A capacidade de campo efetiva, que é função da velocidade, aumenta com o incremento da mesma, como era de se esperar. No tempo efetivo de trabalho, com o aumento da velocidade ocasionada pela mudança de marcha, ocorre que o tempo por hectare seja diminuído.

TABELA 2 – Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis velocidade real ($V = \text{km h}^{-1}$), capacidade de campo efetiva ($\text{CcE} = \text{ha h}^{-1}$), tempo efetivo de trabalho ($\text{Tef} = \text{h ha}^{-1}$) e consumo de energia (kW h ha^{-1})

FATORES	V	CcE	Tef	Cons. energia
SISTEMAS				
PC	5,3 a	1,7 a	0,6 a	14,3 a
SPD	5,3 a	1,7 a	0,6 a	15,4 a
MARCHA				
M1	4,0 c	1,4 b	0,8 a	14,3 a
M2	5,6 b	1,7 a	0,6 b	15,0 a
M3	6,4 a	2,0 a	0,5 c	15,4 a
TESTE DE F				
Sistemas (S)	0,1 ns	0,1 ns	0,1 ns	3,7 ns
Marcha (M)	101,3 **	17,3 **	63,8 **	1,1 ns
S x M	0,1 ns	1,4 ns	0,1 ns	0,1 ns
C.V. (%)	6,3	13,06	8,8	10,0

ns: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P < 0,05$); **: significativo ($P < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação.

Na Tabela 3 observam-se os diferentes consumos de combustível e a patinação do rodado do trator. O consumo horário de combustível é afetado pela marcha de trabalho do trator, sendo a marcha M1 com o menor consumo de combustível devido a baixa potência exigida, assim, quando passou de 4 km h^{-1} para 5 km h^{-1} ocorreu aumento de 16% no consumo de combustível. O consumo efetivo de combustível foi afetado pelas marchas, sendo a marcha M1 com o maior consumo de combustível, devido ao maior tempo para realizar a

operação de semeadura em um hectare. O consumo específico é utilizado para comparação em função da potência consumida, por isso observa-se uma diminuição com a mudança de marcha, em virtude do aumento da potência exigida na barra de tração. O consumo ponderal não apresentou diferença significativa para os sistemas de preparo do solo e as marchas de trabalho, isso está relacionado ao fato dessa variável ser utilizada para comparação de motores, pois seu resultado é influenciado pela potência requerida na barra de tração.

TABELA 3 – Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis: consumo de combustível horário ($\text{Ch} = \text{L h}^{-1}$), consumo efetivo de combustível ($\text{CEC} = \text{L ha}^{-1}$), consumo ponderal ($\text{Chp} = \text{kg h}^{-1}$), consumo específico ($\text{CE} = \text{g kW h}^{-1}$) e patinação ($\text{Pt} = \%$).

FATORES	Ch	CEC	Chp	CE	Pt
SISTEMAS					
PC	11,8 a	6,9 a	9,8 a	418,6 a	8,9 a
SPD	11,8 a	6,9 a	9,8 a	391,2 a	8,5 a
MARCHA					
M1	10,2 b	7,3 a	8,5 a	475,9 a	8,9 a
M2	12,1 a	7,1 b	10,1 a	387,6 b	8,2 a
M3	13,0 a	6,5 b	10,8 a	351,1 b	9,0 a
TESTE DE F					
Sistemas (S)	0,1 ns	0,2 ns	0,01 ns	1,8 ns	0,1 ns
Marcha (M)	29,4 **	25,1 **	30,2 **	12,9 **	0,2 ns
S x M	0,1 ns	0,4 ns	0,1 ns	0,03 ns	1,0 ns
C.V. (%)	6,4	6,4	6,2	12,5	29,3

ns: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P < 0,05$); **: significativo ($P < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação.

Basicamente, o que interfere no consumo de combustível é o aumento da velocidade, pelo incremento de potência consumida, e o uso de equipamentos de mobilização do solo, como a haste sulcadora, o que concorda com CORTEZ et al. (2005), quando cita que o consumo horário de combustível foi diretamente proporcional ao aumento de velocidade, pelo aumento de potência exigida.

A patinação do trator não apresentou diferença entre os sistemas de preparo do solo e as marchas de trabalho, o que está relacionado com a correta lastragem do trator para essa operação agrícola, e se encontra dentro do padrão da ASAE (1989), que recomenda para a obtenção máxima de eficiência de tração patinagens de 8 a 10% em solos não mobilizados.

CONCLUSÕES

1) Não se observa efeito residual do preparo do solo em relação ao desempenho do conjunto trator/semeadora utilizado.

2) O aumento da velocidade proporciona redução do consumo efetivo de combustível ($L\ ha^{-1}$) e do consumo específico de combustível ($g\ kw\ h^{-1}$), o que aumenta a eficiência da operação.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Valtra do Brasil.

REFERÊNCIAS

1. ASAE. - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS Agricultural tractor test code. In: _____. **ASAE standards 1989**: standards engineering practices data. San Joseph, 1989. p. 44-48. (ASAE S209.5)
2. ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural Machinery Management Data. In: _____. **ASAE standards 1999**: standards engineering practices data. San Joseph, 1999. p. 359-366. (ASAE D-497.4).
3. ARAÚJO, A. G.; CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R. **Mecanização do plantio direto: problemas e soluções**. IAPAR: Londrina, 2001. 18 p. (Informe da pesquisa, nº 137)
4. CAMILO, A. J.; FERNANDES, H. C.; MODOLO, A. J.; RESENDE, R. C.; Influência de mecanismos rompedores e velocidades de trabalho no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 3, p. 203-11, 2004.
5. CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A., SILVA, R. P.; LOPES, A. Avaliação de uma semeadora-adubadora em plantio direto para a cultura da soja. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 268-276, 2005.
6. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
7. FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R. Semadora-adubadora de fluxo contínuo: desempenho operacional em função de diferentes condições de preparo e cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 60-67, 2002.
8. LOPES, A.; FURLANI, C. E. A., SILVA, R. P. Desenvolvimento de um protótipo para medição do consumo de combustível em tratores. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2003.
9. LOPES, A. **Biodiesel em trator agrícola: desempenho e opacidade**. 2006. 158 f. Tese (Livre-docência em Mecanização Agrícola) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal.
10. MAHL, D.; GAMERO, C. A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.
11. NAGAOKA, A. K.; NOMURA, R. H. C. Tratores: semeadura. **Cultivar Máquinas**, n. 18, p. 24-26, 2003.
12. SILVA, J. G.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p 7-12, 2000.
13. SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL, F. A.; SECCO, D. Demanda de potência e força de tração de uma semeadora na implantação do milho safrinha sob plantio direto. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 256-267, 2005.
14. SIQUEIRA, R.; GAMERO, C. A. Energia requerida em três sistemas de preparo do solo combinados com quatro condições de cobertura. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 1-14, 2000.

Recebido em 16/08/2007

Aceito em 03/04/2008

