

DEMANDA ENERGÉTICA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NA IMPLANTAÇÃO DA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO¹

JOSÉ GUILHERME LANÇA RODRIGUES²; CARLOS ANTONIO GAMERO³; FLÁVIA MEINICKE NASCIMENTO⁴ & JAIRO COSTA FERNANDES⁵

RESUMO: O sorgo forrageiro pode ser cultivado em áreas e situações ambientais secas e quentes, onde a produtividade de outras forrageiras pode ser normalmente antieconômica. O revolvimento do solo pode ser efetuado, somente nas linhas de semeadura (semeadura direta) ou na área total (preparo convencional), com arações, gradagens, subsolagem e escarificação (cultivo reduzido). A velocidade de deslocamento ideal para a semeadura é aquela em que o sulco é aberto e fechado sem remover exageradamente o solo, permitindo a distribuição das sementes em espaçamentos e profundidades constantes. Este experimento foi instalado e conduzido em condições de campo, em solo classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico, na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu. A pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho operacional e energético em quatro sistemas de preparo do solo e quatro velocidades de semeadura da cultura do sorgo. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância em esquema fatorial 4 x 4 e um delineamento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Foram determinados os seguintes parâmetros: velocidade média, força média de tração na barra, potência média na barra de tração, capacidade de campo teórica do conjunto trator-equipamento, consumo horário de combustível. Para as condições em que o experimento foi conduzido, concluiu-se que o consumo horário de combustível não foi influenciado pelos sistemas de manejo e foi inversamente proporcional ao aumento da velocidade de trabalho, e que a variação da velocidade na operação de semeadura não proporcionou acréscimo nos valores da força de tração média na barra do conjunto trator-semeadora-adubadora.

Palavras-chave: Forrageiras, manejo de solo, desempenho energético, velocidade de semeadura.

¹ Extraído da tese de doutorado do primeiro autor intitulada: desempenho operacional de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro

² Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Energia na Agricultura - FCA/UNESP, Botucatu/SP, Brasil, jglr@fca.unesp.br

³ Orientador e docente do Departamento de Engenharia Rural - Energia na Agricultura - FCA/UNESP, Botucatu/SP, Brasil, gamero@fca.unesp.br

⁴ Dra. em Agronomia pela FCA/UNESP - Campus de Botucatu.

⁵ Dr. em Agronomia pela FCA/UNESP - Campus de Botucatu.

ENERGY DEMAND FOR FARM MACHINERY IN THE IMPLEMENTATION CULTURE OF FORAGE SORGHUM

SUMMARY: Forage sorghum can be grown in areas and environmental conditions dry and warm, where the productivity of other forage plants can often be uneconomical. The soil disturbance can be made only on the lines of planting (direct seeding) or entirely from the area for seeding (conventional tillage), as plowing, harrowing, subsoiling and chiseling (minimum tillage). The displacement speed ideal for planting is one in which the groove is opened and closed without removing the over-ground, allowing the distribution of seed spacing and depth constant. The experiment was conducted in a soil classified as Typic Oxisol at Lageado Experimental Farm, Faculty of Agronomic Sciences, UNESP, Botucatu campus. This study aimed to evaluate the response of sorghum in four forward speeds (3, 5, 6 and 9 km h⁻¹) and four systems of soil management: SD (direct seeding), GP (harrow + sowing), LPG (disc harrow and two light disking + sowing) and CR (scarification and seeding). Data was subjected to analysis of variance in a factorial 4 x 4 and a randomized block design with split plots. The following parameters were determined: average speed, average strength of the drawbar, the average power drawbar, theoretical field capacity of the tractor-equipment, fuel consumption per hour. For the conditions under which the experiment was conducted, it was concluded that the hourly fuel consumption was not influenced by tillage systems and was inversely proportional to the increase of speed work, and that the change of speed in the sowing operation did not provide additional the values of average traction force on the bar of the tractor-planter.

Keywords: Sorghum, soil management, energy demand, speed of sowing.

1 INTRODUÇÃO

O valor do sorgo como planta forrageira é um assunto que tem merecido a atenção dos especialistas, em várias partes do mundo, especialmente devido a sua elevada tolerância ao estresse hídrico e menor exigência em fertilidade do solo. Quando usado para silagem é considerado nutricionalmente a segunda opção depois do milho, tendo em vista que seus grãos pequenos escapam da ação enzimática pela maior velocidade de trânsito no trato digestório dos animais.

Para a escolha de um sistema de manejo, considera-se a produtividade da cultura e as condições físicas que o mesmo promove no solo. O sistema de semeadura direta é caracterizado por implantar uma

cultura com mínima mobilização no solo sobre coberturas vegetais anteriores, necessitando, para isso, fazer uso da rotação de culturas, do uso de herbicidas e de semeadoras-adubadoras apropriadas.

As semeadoras-adubadoras para a semeadura direta têm apresentado problemas de desempenho operacional, em solos com elevados teores de argila. A resistência à penetração dos componentes rompedores, associada à retenção de água, tem exigido constante adaptação das máquinas. Como consequência, ocorrem problemas com a uniformidade de emergência das plantas e são freqüentes os problemas com corte irregular da vegetação, embuchamentos, abertura inapropriada do sulco, aderência do solo aos componentes, profundidade de semeadura, cobertura e contato inadequado do solo sobre as sementes.

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho operacional e energético em quatro sistemas de preparo do solo e quatro velocidades de semeadura da cultura do sorgo

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em área da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Botucatu, SP, localizada geograficamente nas coordenadas 22°49' Latitude Sul e 48°25' Longitude Oeste, com altitude média de 786 m, declividade entre 2 a 6 % com exposição oeste, no período de dezembro de 2007 a maio de 2008. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo C_{Wa}, subtropical, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A precipitação média anual é de 1.400 mm com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e a do mês mais frio entre 3 e 18 °C. O solo da área experimental está classificado, segundo EMBRAPA (2006), como Nitossolo Vermelho Distroférico.

A área experimental vinha sendo cultivada em sistema semeadura direta desde 1997, por meio de rotação de culturas com aveia preta (safra de inverno), soja (safra de verão), triticale (safra de inverno) e milho (safra de verão). A presente pesquisa foi conduzida sob restevas da cultura do milho (safra de verão) seguido de aveia preta (safra de inverno).

Na semeadura da cultura do sorgo, foi utilizada a cultivar BRS 610 com ciclo de 140 dias, apresentando pureza de 94% e poder germinativo de 90%.

Para a condução do experimento, foram utilizados os seguintes tratores: trator marca Ford New Holland, modelo 3030 (4x2), potência no motor de 38,5 kW (52 cv), utilizado na operação de dessecação da vegetação existente na área experimental antes da semeadura do experimento e também para a pulverização de inseticida, durante o ciclo da cultura. Trator marca John Deere, modelo 6600, com potência no motor de 89 kW (121 cv) e tração dianteira auxiliar (4x2 TDA) utilizado na operação de preparo e semeadura do sorgo na área experimental. Foram utilizados os seguintes equipamentos agrícolas: grade de discos pesada marca Marchesan, de arrasto, tipo deslocada, modelo GASPCR/10, com discos recortados de 32" e largura

de trabalho de 1700 mm, com controle remoto para a regulagem da profundidade de trabalho e levante através do sistema hidráulico. Grade de discos leves marca Marchesan, de arrasto tipo deslocada, modelo GNL, com 32 discos de 20" e largura de trabalho de 2550 mm. Escarificador da marca Jan, modelo Jumbo Matic JMHD-7, de arrasto, levante no sistema hidráulico; equipado com sete hastes protegidas com sistema de segurança por mola plana, espaçadas a 350 mm, ponteiras de 60 mm de largura, 430 mm de comprimento, e ângulo de 24° com a horizontal; conjugado com discos de corte flutuantes de 457 mm (18") inseridos à frente de cada haste, cilindro destorroador/nivelador na parte posterior, com largura de 2.800 mm e massa de 1.075 kg. Pulverizador marca Jacto, modelo Condor M12-75, tanque com capacidade para 600 L de calda, barra com 12 m de comprimento, 24 bicos (tipo leque), espaçados com 0,5 m, tendo a pressão do manômetro de 40 libras pol⁻²: utilizado para dessecação da vegetação existente na área experimental antes da semeadura da cultura do sorgo. Para a aplicação de inseticida, usou-se bicos (tipo cone), com a pressão do manômetro para 50 libras pol⁻². Triturador de resíduos vegetais marca Jan, modelo Tritton 2300, com largura de corte de 2,3 m, equipado com 32 pares de facas curvas oscilantes e reversíveis. Semeadora-adubadora de fluxo contínuo, para semeadura direta, marca Semeato, Modelo PHS1517, de 17 linhas, espaçadas à 170mm, equipada com reservatório de semente para 385kg e de adubo para 576 kg. Para a regulagem da semeadora-adubadora, foram levados em conta os resultados obtidos nas análises do solo e da semente, considerando o seu grau de pureza e poder germinativo. A semeadura foi realizada a 30 mm de profundidade, na quantidade de 12 kg ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo 4 preparos do solo: SD (Semeadura direta); GP (Gradagem Pesada + semeadura); GPL (Gradagem pesada + duas gradagens leves + semeadura) e CR (Cultivo reduzido e semeadura) e 4 velocidades teóricas: 3, 5, 6 e 9 km h⁻¹. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A velocidade média do trator foi determinada através da relação entre a distância e o tempo gasto para percorrer a parcela de 20 metros. O tempo gasto foi obtido com um cronômetro. A velocidade média foi calculada pela equação 1 (GAMERO; LANÇAS, 1996):

$$V_m = \frac{\Delta d}{\Delta t} \cdot 3,6 \quad (1)$$

Em que:

V_m = velocidade média do trator (km h⁻¹);

Δd = distância (m);

Δt = tempo de percurso na parcela (s);

3,6 = fator de conversão.

A força média de tração na barra foi calculada utilizando-se as forças obtidas no percurso da parcela (GAMERO; LANÇAS, 1996), sendo calculada pela equação 2:

$$F_{tm} = \frac{\sum F_i}{n} \quad (2)$$

Em que:

F_{tm} = força de tração média (N);

$\sum F_i$ = somatório da força de tração instantânea (N);

n = número de dados registrados.

A potência média na barra de tração foi calculada através do produto da força de tração média requerida e a velocidade média do conjunto trator-equipamento, pela equação 3 (GAMERO; LANÇAS, 1996):

$$P_m = F_{tm} \cdot V_m \quad (3)$$

Em que:

P_m = potência média na barra de tração (W);

F_{tm} = força de tração média (N);

V_m = velocidade média do conjunto trator-equipamento ($m s^{-1}$).

A capacidade de campo teórica do conjunto trator-equipamento foi determinada através da multiplicação da largura do equipamento pela velocidade de trabalho. A capacidade de campo teórica foi calculada pela equação 4 (GAMERO; LANÇAS, 1996):

$$C_{ct} = L_t \cdot V_m \cdot 0,36 \quad (4)$$

Em que:

C_{ct} = capacidade de campo teórica ($ha h^{-1}$);

L_t = largura de trabalho do equipamento (m);

V_m = velocidade média de trabalho ($m s^{-1}$);

0,36 = fator de conversão.

Determinou-se o consumo horário de combustível, utilizando-se um fluxômetro instalado próximo ao filtro de combustível do trator, registrando unidades de pulsos que correspondiam o consumo em mL. Para a realização do cálculo em $L h^{-1}$ foram utilizados a quantidade de pulsos e o tempo gasto para percorrer a parcela. O consumo horário foi calculado pela equação 5 (GAMERO; LANÇAS, 1996):

$$C_h = \frac{\sum p \cdot 3,6}{\Delta t} \quad (5)$$

Em que:

C_h = consumo horário ($L h^{-1}$);

$\sum p$ = somatório de pulsos equivalentes ao gasto em mL para percurso na parcela;

Δt = tempo de percurso na parcela (s);

3,6 = fator de conversão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das médias, na Tabela 1, são provenientes da velocidade média na operação de semeadura. Pode-se verificar que a velocidade média do conjunto trator-semeadora apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, tanto para velocidade quanto para sistema de manejo. Comparando-se os sistemas de manejo do solo com relação às velocidades verifica-se que nas velocidades pré-estabelecidas de 3 e 5 km h⁻¹ não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Nas velocidades de 6 e 9 km h⁻¹, os tratamentos GPL e CR diferiram estatisticamente do tratamento SD, assim discordando de MAHL (2006).

Tabela 1 - Valores médios das velocidades na operação de semeadura (km h⁻¹) do sorgo em função dos sistemas de manejo.

Sistemas de manejo	Velocidades na operação de semeadura (km h ⁻¹)				
	3	5	6	9	Médias
SD	3,10 aD	5,10 aC	5,62 bB	8,96 bA	5,71 b
GP	3,30 aD	5,20 aC	5,83abB	9,23abA	5,92 a
CR	3,10 aD	5,10 aC	6,05 aB	9,28 aA	5,91 a
GPL	3,30 aD	5,00 aC	6,01 aB	9,09 aA	5,88 ab
Médias	3,24 D	5,15 C	5,87 B	9,14 A	

DMS médias por sistemas de manejo = 0,17; DMS interação = 0,31; CV sistemas de manejo (%) = 2,82; CV velocidades na operação de semeadura (%) = 2,87. SD = Semeadura direta; GP = Grade pesada + semeadura; GPL = Grade pesada + duas gradagens leves + semeadura; CR = Escarificação + semeadura. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios para a força de tração são apresentados na Tabela 2. Observa-se que os sistemas de manejo influenciaram significativamente na força de tração do conjunto trator-semeadora-adubadora. O tratamento SD foi o que exigiu maior força, diferindo dos demais, para as quatro velocidades.

des estudadas. Os incrementos médios foram de 19,57; 25,60 e 33,10% para os tratamentos GP, CR e GPL.

Furlani et al. (2004), trabalhando com um trator com uma potência de 90,5 kW, 123,1 cv no motor, relataram que a força média de tração de uma semeadora, composta de seis linhas, espaçadas a 450 mm, com mecanismo sulcador tipo haste, em um solo semelhante ao do presente trabalho, exigiu uma menor força de tração nos tratamentos com semeadura direta e preparo convencional, diferindo significativamente dos dados obtidos para o solo escarificado. Andreolla e Gabriel Filho (2006) observaram que a demanda energética de força de tração é menor no cultivo reduzido do que no preparo convencional e na semeadura direta com haste ou disco.

Tabela 2 - Força média na barra de tração (kN), exigida pela semeadora-adubadora durante a semeadura do sorgo, em função dos sistemas de manejo e velocidades na operação de semeadura.

Sistemas de manejo	Velocidades na operação de semeadura (km h ⁻¹)				Médias
	3	5	6	9	
SD	10,87 aA	10,40 aA	10,83 aA	11,02 aA	10,78 a
GP	8,52 bA	8,52 bA	8,65 bA	8,96 bA	8,66 b
CR	7,50 bcB	7,95 bcAB	8,02 bcAB	8,60 bA	8,02 bc
GPL	7,11 cA	7,33 cA	7,43 cA	6,98 cA	7,21 c
Médias	8,50 A	8,55 A	8,73 A	8,89 A	

DMS médias = 0,86; DMS interação = 1,03; CV sistemas de manejo (%) = 9,22; CV velocidades na operação de semeadura (%) = 6,45. SD = Semeadura direta; GP = Grade pesada + semeadura; GPL = Grade pesada + duas gradagens leves + semeadura; CR = Escarificação + semeadura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Santos et al. (2008), comparando diferentes sistemas de preparo do solo em relação ao gasto energético, em diferentes velocidades de semeadura, verificaram que a velocidade de 9 km.h⁻¹ foi a que apresentou o maior gasto de energia na barra de tração. Verifica-se, na Tabela 2, que os valores para a força de tração não diferiram nas velocidades estudadas para SD, e que a operação de semeadura no tratamento GPL requereu uma menor força de tração. De modo geral esta menor força de tração exigida no tratamento GPL e CR foi decorrente do menor esforço exigido pelos mecanismos sulcadores tipo discos duplos defasados para adubos, em solos antes mobilizados pelos órgãos ativos da grade pesada e do escarificador. O mesmo comportamento foi constatado por Coelho (1988). Já Furlani et al. (2008) e Silveira et al.

(2005c) constataram que houve um aumento nos valores da força média de tração com o aumento da velocidade da semeadura. No tratamento CR, a velocidade de 3 km.h⁻¹ se diferenciou das demais, assim concordando com Levien (1999).

Os valores médios da potência na barra de tração da semeadora (Tabela 3) foram maiores no sistema de semeadura direta (SD) seguido do tratamento GP, que não diferiu estatisticamente do tratamento CR. O sistema de manejo GPL foi que exigiu uma menor potência média na barra de tração no conjunto trator-semeadora.

Tabela 3 - Potência média na barra de tração (kW), exigida pela semeadora-adubadora durante a semeadura do sorgo, em função dos sistemas de manejo e velocidades na operação de semeadura.

Sistemas de ma- nejo	Velocidades na operação de semeadura (km h ⁻¹)				Médias
	3	5	6	9	
SD	9,32 aD	14,90 aC	17,09 aB	25,31 aA	16,66 a
GP	7,98 abC	12,46 bB	14,03 bB	21,54 bA	14,00 b
CR	6,93 bD	11,00 bcC	13,47 bB	20,79 bA	13,05 b
GPL	6,67 aD	10,33 cC	12,51 bB	16,59 cA	11,52 c
Médias	7,72 D	12,17 C	14,27 B	21,05 A	

DMS médias = 1,43; DMS interação = 1,99; CV sistemas de manejo (%) = 10,11; CV velocidades na operação de semeadura (%) = 7,78. SD = Semeadura direta; GP = Grade pesada + semeadura; GPL = Grade pesada + duas gradagens leves + semeadura; CR = Escarificação + semeadura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando os valores de potência média na barra de tração dentro de cada velocidade, constatou-se, que o tratamento SD, dentro do conjunto, foi o que apresentou maiores valores de potência média, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos envolvidos. O tratamento GP, na velocidade de semeadura de 3 km h⁻¹, foi o que apresentou maior potência. No tratamento GPL, obteve-se uma menor potência média na barra de tração, não diferindo do tratamento GP nas velocidades de 3 e 6 km h⁻¹, e do tratamento CR, nas velocidades de 3; 5 e 6 km h⁻¹. Em todos os sistemas de preparo houve um acréscimo na potencia media na barra de tração com a evolução da velocidade, assim diferindo estatisticamente entre si, com ressalva para o sistema de manejo GP, que nas velocidades de 5 km h⁻¹ e 6 km h⁻¹ não diferiram estatisticamente.

Os sistemas de manejo influenciaram significativamente nos valores das médias da capacidade de campo teórica, sendo que o menor valor foi encontrado no tratamento SD, que não diferiu do tratamento GPL (Tabela 4). Neste caso, não houve diferenças estatísticas para a capacidade de campo teórica entre os sistemas de manejo nas velocidades de 3 e 5 km h⁻¹. Nas velocidades de 6 e 9 km h⁻¹, ocorreram efeitos estatisticamente significativos entre os sistemas de manejo. O tratamento SD, na velocidade de semeadura de 6 km h⁻¹, apresentou uma menor capacidade de campo teórica, mas não apresentou diferenças estatísticas em relação ao tratamento GP na velocidade de 9 km h⁻¹. O tratamento SD não diferiu do tratamento GP e GPL, concordando com os dados obtidos por Camilo et al. (2004), Cortez et al. (2005), Furlani et al. (2005b), Mahl (2006).

Tabela 4 - Valores médios da capacidade de campo teórica (ha h⁻¹) durante a semeadura do sorgo em função dos sistemas de manejo e velocidades na operação de semeadura.

Sistemas de manejo	Velocidades na operação de semeadura (km h ⁻¹)				Médias
	3	5	6	9	
SD	0,89 aD	1,46 aC	1,57 bB	2,21 Aa	1,53 b
GP	0,95 aD	1,47 aC	1,63 abB	2,31 abA	1,59 a
CR	0,93 aD	1,39 aC	1,69 aB	2,32 aA	1,58 ab
GPL	0,94 aD	1,41 aC	1,69 aB	2,27 abA	1,58 ab
Médias	0,92 D	1,43 C	1,64 B	2,27 A	

DMS médias = 0,05; DMS interação = 0,09; CV sistemas de manejo (%) = 2,81; CV velocidades na operação de semeadura (%) = 3,88. SD = Semeadura direta; GP = Grade pesada + semeadura; GPL = Grade pesada + duas gradagens leves + semeadura; CR = Escarificação + semeadura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observando-se as médias na tabela 5, verifica-se que os sistemas de manejo não diferiram entre si, estatisticamente, no consumo horário de combustível. As médias do consumo horário de combustível se encontram inferiores às detectadas por Levien (1999) para o mesmo tipo de solo e sistemas de manejo semelhantes. Comparando-se os sistemas de manejo para cada velocidade empregada, nota-se que, nas velocidades de 3, 5 e 6 km h⁻¹, o consumo horário de combustível do trator não foi influenciado pelos sistemas de manejo (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios do consumo horário de combustível ($L h^{-1}$) durante a semeadura do sorgo em função dos sistemas de manejo e velocidades na operação de semeadura.

Sistemas de ma- nejo	Velocidades na operação de semeadura ($km h^{-1}$)				Médias
	3	5	6	9	
SD	8,01 aC	10,56 aB	10,93 aB	12,85 bA	10,58 a
GP	8,79 aC	10,90 aB	10,79 aB	13,02 bA	10,88 a
CR	8,91 aC	11,14 aB	12,11 aB	14,72 aA	11,72 a
GPL	8,88 aC	10,60 aB	11,98 aB	12,54 Ba	11,00 a
Médias	8,64 C	10,80 B	11,45 B	13,28 A	

DMS médias = 1,35; DMS interação = 1,45; CV sistemas de manejo (%) = 10,99; CV velocidades de semeadura (%) = 6,76. SD = Semeadura direta; GP = Grade pesada + semeadura; GPL = Grade pesada + duas gradagens leves + semeadura; CR = Escarificação + semeadura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já na velocidade de $9 km h^{-1}$ o tratamento CR apresentou um maior consumo horário de combustível diferindo dos demais, discordando de Mahl (2006) e Camilo et al. (2004), que constataram que houve maior consumo de combustível na semeadura direta. Analisando os valores das médias, na Tabela 5, verificou-se que os sistemas de manejo do solo não influenciaram no consumo operacional de combustível durante a realização da operação de semeadura. Estes resultados discordaram dos encontrados por Furlani et al. (2004), que encontraram no consumo um acréscimo e diferenças significativas em relação ao preparo escarificado, convencional e semeadura direta.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, concluiu-se que:

O consumo horário de combustível não foi influenciado pelos sistemas de manejo e foi inversamente proporcional ao aumento da velocidade de trabalho.

A variação da velocidade na operação de semeadura não proporcionou acréscimo nos valores da força de tração média na barra do conjunto trator-semeadora-adubadora.

5 REFERÊNCIAS

ANDREOLLA, R. M. V.; GABRIEL FILHO, A. Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 768-776, 2006.

CAMILO, A. J. et al. Influência de mecanismos rompedores e velocidades de trabalho no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 12, n. 3, p. 203-211, 2004.

COELHO, J. L. D. **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras-adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo do solo**. 1988. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

CORTEZ, J. W. et al. Avaliação de uma semeadora-adubadora em plantio direto para a cultura da soja. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 268-276, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF, 2006. 306 p.

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 Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 345-352, 2008.

FURLANI, C. E. A.; ROUVERSON, P. da S.; REIS, G, N dos. Exigências de uma semeadora-adubadora de precisão variando a velocidade e a condição da superfície do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 920-923, 2005.

FURLANI, C. E. A et al. Desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, em função do manejo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 388-395, 2004.

GAMERO, C. A.; LANÇAS, K. P. Ensaio e certificação das máquinas de mobilização periódica do solo. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: CNPq-PADCT, TIB, FEALQ, 1996. p. 463-514.

LEVIEN, R. **Condições de cobertura e método de manejo do solo para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 305 f. Tese (Doutorando Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 2006. 143 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2006.

SANTOS, A. P.; VOLPATO, C. E. S.; TOURINO, M. C. C. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 540-546, 2008.

SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; SECCO, D. Demanda de potência e força de tração de uma semeadora na implantação do milho safrinha sob plantio direto. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 256-267, 2005.