Demanda energética de uma semeadora-adubadora sob diferentes velocidades de deslocamento e tipos de cobertura vegetal no plantio direto da soja

Virindiana Colet Bortolotto*, Raimundo Pinheiro Neto e Marciano Colet Bortolotto

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência. e-mail: vcbortolotto@pop.com.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar a demanda energética de uma semeadora-adubadora pneumática, submetida a três velocidades de deslocamento sob diferentes condições de cobertura do solo, na semeadura da cultura da soja. O experimento foi instalado em um solo, latossolo vermelho distrófico conduzido sob sistema de plantio direto há 8 anos. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de velocidades de deslocamento (5,56 km h⁻¹; 8,10 km h⁻¹ e 10,21 km h⁻¹) e condições de cobertura (vegetação espontânea, aveia preta dessecada e aveia preta dessecada e rolada). Os resultados mostraram que tanto a força de tração média como a máxima, bem como a potência média e máxima, foram influenciadas pelo tipo de cobertura do solo e da velocidade de deslocamento. O tipo de cobertura não influenciou no consumo de combustível, apenas a velocidade de deslocamento. O deslizamento dos rodados não foi influenciado por nenhum dos fatores estudados.

Palavras-chave: condições de cobertura do solo, força de tração, potência requerida, consumo de combustível, patinação do rodado traseiro do trator.

ABSTRACT. *Seeder-fertilizer energetic demand under different forward speeds and vegetable covering types in no-tillage soybean.* The aim of this work was to evaluate the pneumatic seeder energetic demand, submitted to three forward speeds, under different soil covering conditions, in soybean culture seedling. The experiment was carried out in HAPLOTOX Soil under no-tillage system, 8 years ago. The experimental design was split-plot, with four replications. The treatments were a combination of forward speeds (5.56; 8.10 e 10.21 km h⁻¹) and covering conditions of the soil (spontaneous vegetation, oat black desiccated and oat black desiccated and rolled). The results showed that medium and maximum draw bar pull, as well as power requirement, were influenced by the type of soil covering and forward speed. The covering type did not influence fuel consumption, although the forward speed did. The wheel drive slip was not influenced by any of the studied factors.

Key words: soil covering conditions, draw bar pull, power requirement, fuel consumption, wheel drive slip.

Introdução

Nos últimos anos, a semeadura direta vem expandindo-se rapidamente como alternativa aos sistemas de manejo convencionais do solo, devido as suas vantagens nos aspectos econômico e ambiental. O aumento da cobertura vegetal, associado a melhorias das propriedades físicas do solo, tem resultado na redução da erosão hídrica, além disso, são também conhecidas as vantagens relativas ao menor uso de máquinas (redução no consumo de combustível), a menor tempo para realizar as operações e o menor consumo de insumos químicos (fertilizantes e herbicidas) após sua adequada implantação (Muzilli, 1994). Segundo Argenta *et al.* (2001), o tipo de manejo da cobertura do solo pode interferir na decomposição da massa vegetal utilizada

como cobertura do solo bem como na qualidade da mesma, como adubo verde.

A utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, quando feita de maneira adequada, melhora a eficiência operacional, aumenta a capacidade efetiva de trabalho, facilita as tarefas do homem no campo, possibilita a expansão das áreas de plantio, proporciona melhores produtividades e permite atender ao cronograma de atividades em um tempo hábil (Modolo, 2003).

Mantovani *et al.* (1992) concluíram que as potências requeridas para acionamento de semeadoras-adubadoras eram menores do que as recomendadas nos catálogos promocionais. Segundo Pereira (1998), o gasto com combustível é um componente importante na composição dos custos de uma lavoura. Beutler *et al.* (2003a) concluíram que,

na semeadura direta, o aumento da resistência à penetração e a maior cobertura por resíduos culturais resultam em maiores patinagens. O valor da patinagem influi no desgaste do pneu, no consumo de combustível e na força de tração da barra (Reis *et al.*, 1999).

Beutler *et al.* (2003b), objetivando avaliar a demanda de tração exigida por uma haste sulcadora tipo facão em função do tipo de cobertura residual do solo (campo nativo, aveia e aveia + ervilhaca), número de linhas de semeadura (cultura do milho e da soja, 3 e 5 linhas, respectivamente) e da profundidade de atuação da mesma para deposição de adubo (6 cm e 12 cm), verificaram que a permanência do solo em campo nativo exigiu um maior esforço para tração do sulcador de adubo tipo facão na semeadura direta do que quando o mesmo foi cultivado com culturas de cobertura no inverno. O número de linhas e a profundidade de semeadura afetaram os esforços requeridos na tração do sulcador de adubo tipo facão.

Segundo Sattler (1995), os dados referentes à força de tração com semeadoras-adubadoras, obtidos no Brasil, ainda são muito escassos para permitir extrapolações seguras. No entanto, estudos nessa área têm aumentado bastante nos últimos anos, principalmente para comprovar ou não o conceito existente de que o plantio direto só é possível se for realizado com equipamentos pesados, sofisticados e robustos, com tratores de grande potência e, por isso, viável apenas nas grandes propriedades.

Siqueira *et al.* (2001), estudando o desempenho de quatro semeadoras-adubadoras diretas comerciais equipadas com disco de corte, sulcadores do tipo haste para fertilizantes e discos duplos para sementes, concluíram que as semeadoras avaliadas apresentaram desempenhos diferenciados quanto ao esforço de tração, necessidades de potência e consumo de energia, indicando que é possível selecionar semeadoras-adubadoras para o sistema de semeadura direta com menores exigências energéticas.

Este trabalho objetivou avaliar a demanda energética necessária por uma semeadora-adubadora em diferentes condições de coberturas do solo e em velocidades de deslocamento, na operação de semeadura da soja.

Material e métodos

Os ensaios foram realizados no sítio Cazarotto, localizado no distrito de Iguatemi, município de Maringá, região noroeste do estado do Paraná, tendo como localização geográfica o paralelo 23° 21' 12" ao Sul e o meridiano 52° 04' 21" a Oeste, com altitude em torno de 530 m. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfa. O solo foi classificado como latossolo vermelho distrófico

(Embrapa, 1999) com relevo suave ondulado. A área utilizada estava sendo cultivada sob sistema de plantio direto há 8 anos, com rotação de culturas do tipo aveia/soja, trigo/soja, milho/soja e pousio no inverno. Estabeleceram-se combinações entre condições de cobertura do solo e velocidades de semeadura. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas (split-plot), no qual os tratamentos principais eram condições de cobertura do solo (vegetação espontânea, aveia dessecada e aveia dessecada + rolada) e os tratamentos secundários as velocidades de deslocamento (5,56 km h⁻¹; 8,10 km h⁻¹ e 10,21 km h⁻¹). Os tratamentos (subparcelas) possuíam 4 repetições, e cada subparcela possuía 5 m de largura por 40 m de comprimento, sendo 25 m de comprimento útil, ficando o restante para manobras.

Utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão marca *Marchesan*, modelo PST3 - Suprema, ano de fabricação 1994, equipada com 8 linhas espaçadas a 0,43 m; corte de cobertura: disco liso com 18" de diâmetro; sulcador de fertilizantes: haste sulcadora com tubo condutor e para sementes: discos duplos defasados com 15" x 15" de diâmetro; controle de profundidade: duas rodas compactadoras e reguladoras com banda de borracha flexível e cobertura das sementes: duas rodas estreitas em "V". Foram utilizados na operação dois tratores: um da marca Valmet, modelo 880 (86 cv) e outro da marca Massey Ferguson, modelo 292 (105 cv). O primeiro foi utilizado para tracionar a semeadora e o segundo para tracionar o conjunto trator/semeadora por meio de um cabo de aço para que a célula de carga utilizada na aquisição de dados de força de tração ficasse nivelada.

O preparo da área experimental visando à instalação dos ensaios foi realizado durante o inverno, permanecendo pousio nas áreas destinadas aos tratamentos com vegetação espontânea, e implantação da cultura da aveia (19/06/2003) nas parcelas destinada as demais condições de cobertura do solo. Em 22/10/2003 realizou-se a dessecação em área total (tanto parcelas com vegetação espontânea como as com aveia preta) com herbicidas glyphosate e 2,4 D. As parcelas com aveia-preta, respectivas aos tratamentos onde a condição de cobertura do solo era aveia rolada, foram tombadas com rolo-faca, passado no sentido de semeadura da soja em 03/11/2003 (dia anterior aos ensaios).

Os testes foram realizados com sementes de soja (*Glycine Max* L.). Os reservatórios de sementes e de adubo foram abastecidos e mantidos em torno de 75% de sua capacidade.

Anterior a semeadura, realizou-se amostragens para determinação do teor de água, densidade do solo, microporosidade, macroporosidade, porosidade total e matéria seca sobre o solo. Embora houvesse

diferentes condições de cobertura do solo, não foram encontradas diferenças estatísticas a 5% de probabilidade para essas variáveis, entre todas as subparcelas (tratamentos). Os valores variaram para o teor de água 12,93% a 14,33%; densidade do solo 1,60 g cm⁻³ a 1,70 g cm⁻³; microporosidade do solo 28,28 a 32,65%; macroporosidade 4,37 a 6,79%; porosidade total 35,06% a 37,01%; matéria seca de 3198,80 kg ha⁻¹ a 3737,80 kg ha⁻¹.

As variáveis estudadas na coleta de dados foram: tempo, velocidade de deslocamento, força de tração média e máxima por linha de semeadura, deslizamento do rodado traseiro do trator, consumo de combustível horário e em função da área trabalhada, consumo de energia e potência média e máxima.

As velocidades de deslocamento foram obtidas em função do escalonamento de marchas e rotação do motor (3ª. B reduzida a 1900 rpm (5,56 km h⁻¹); 1ª. B simples a 1900 rpm (8,10 km h⁻¹); 1ª. A simples a 1900 rpm (10,21 km h⁻¹)) do trator de marca Massey Ferguson, utilizado na semeadura. As velocidades fornecidas pelo fabricante para os escalonamentos de marchas e rotação do motor apresentado são um pouco superior às mencionadas.

Foi utilizado um sistema de aquisição de dados da marca *Campbel Scientific*, modelo CR23X, para monitorar e exibir os dados da célula de carga e dos geradores de impulso.

Para determinação da força de tração média e máxima utilizou-se uma célula de carga marca Transtec, modelo N-400, com capacidade de carga nominal de 5 tf. A força de tração por linha de semeadura foi obtida dividindo-se a força média pelo número de linhas (8).

Para determinar a velocidade instantânea de deslocamento utilizou-se uma unidade de radar da “*Dickey-John*”, modelo DjRVS II, com erro menor que ± 3% para velocidades entre 3,2 km h⁻¹ e 70,8 km h⁻¹.

A determinação da patinação das rodas motrizes do trator foi realizada utilizando-se geradores de impulsos da S&E Instrumentos de Teste e Medições, modelo GIDP-60-12V. A patinação dos rodados do trator foi obtida da relação entre o número de voltas registrado para cada rodado ao percorrer a parcela e o comprimento real da parcela experimental, de acordo com Silva (2000).

O consumo horário de combustível foi determinado utilizando-se medidores de fluxo da Oval, modelo LSN40, com sinal de saída do tipo impulso e precisão de 1 mL/impulso. O consumo de combustível em função da área trabalhada foi obtido dividindo-se o consumo horário pela capacidade de campo efetiva.

A potência média e máxima (kW) resultou da multiplicação da força de tração (kgf) pela velocidade

de deslocamento (m s⁻¹), respectivas aos tratamentos, e pelo fator de conversão (0,0098096). O uso de energia em função da área trabalhada foi obtido dividindo-se a potência média pela capacidade de campo efetiva, respectivas aos tratamentos.

Todos os parâmetros monitorados correspondem à média aritmética dos valores armazenados durante o deslocamento do conjunto trator/semeadora-adubadora em cada parcela experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de *Scott-Knott* a 5% de significância para comparação das médias.

Resultados e discussão

Os valores obtidos de tempo gasto em cada tratamento, na coleta dos dados, apresentados na Tabela 1, diferiu apenas em função da velocidade de deslocamento, com exceção do desdobramento para coberturas na velocidade 5,6 km h⁻¹, na qual a condição aveia rolada exigiu maior tempo e as demais não diferiram entre si.

Tabela 1. Valores médios obtidos para o tempo de coleta dos dados (s).

Velocidade (km h ⁻¹)	Tempo de coleta dos dados (s)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	16,13 Ba	16,18 Ba	16,63 Aa	16,31 a
8,10	11,10 b	11,28 b	11,25 b	11,21 b
10,21	8,90 c	8,93 c	8,68 c	8,83 c
Médias (Cob.)	12,04	12,13	12,18	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

As velocidades de deslocamento obtidas pelo radar (Tabela 2) não diferiram entre coberturas. As velocidades obtidas no radar foram em média 3% menor do que as apresentadas na tabela do fabricante. Considerou-se como tratamento para o fator velocidade a média entre as velocidades obtidas no radar e as calculadas. A menor velocidade obtida pelo radar, em relação a velocidade fornecida pela tabela do fabricante, pode estar relacionada com a força de tração requerida (Tabela 3), ocasionando patinação das rodas motrizes do trator e conseqüente redução da velocidade de semeadura. A diferença entre a velocidade obtida no radar e a calculada foi em média de 3%, dentro do erro previsto pelo equipamento de radar (erro ± 3%).

Tabela 2. Valores médios obtidos para a velocidade de deslocamento do trator no radar (km h⁻¹).

Velocidade (km h ⁻¹)	Velocidade de deslocamento do trator obtida no radar (km h ⁻¹)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	5,70 c	5,63 c	5,48 c	5,60 c

8,10	8,24 b	8,19 b	8,05 b	8,16 b
10,21	10,21 a	10,19 a	10,25 a	10,22 a
Médias (Cob.)	8,05	8,00	7,93	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios obtidos para a força média requerida (N).

Velocidade (km h ⁻¹)	Força média requerida (N)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	13538,00 Ab	13036,50 Ab	12297,20 Bb	12957,23 b
8,10	13458,90 b	13163,65 b	12661,30 b	13094,62 b
10,21	14606,93 Aa	14082,88 Aa	13516,75 Ba	14068,85 a
Médias (Cob.)	13867,94 A	13427,68 B	12825,08 C	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Os valores obtidos de força de tração média (N) necessária para tracionar a semeadora são apresentados na Tabela 3. Os valores foram estatisticamente significativos a 5% de probabilidade para o fator velocidade, cobertura do solo e seus desdobramentos (exceção desdobramento cobertura dentro da velocidade 8,10 km h⁻¹). A condição de cobertura do solo, vegetação espontânea, foi a que exigiu maior força de tração, seguida da aveia dessecada e, por último, a aveia rolada. No desdobramento das coberturas, a vegetação espontânea e a aveia dessecada não diferiram entre si. A desuniformidade das condições de cobertura vegetal, vegetação espontânea e aveia dessecada, pode ter influenciado nas diferenças estatísticas encontradas para os valores de força de tração em relação a aveia dessecada + rolada, pois essa última apresentava cobertura vegetal mais uniforme em função de ter sido rolada. Levien (1999) estudou condições de cobertura do solo em diferentes métodos de preparo do solo, e não encontrou diferença significativa para a variável força média de tração em função das condições de cobertura do solo, o que discorda com os valores encontrados.

Na Tabela 4 encontram-se os valores para a força de tração por linha de semeadura. Os valores foram estatisticamente significativos a 5% de probabilidade para o fator velocidade, cobertura do solo e seus desdobramentos. Para o fator cobertura, isoladamente, todas as condições de cobertura diferiram entre si, enquanto para o fator velocidade os maiores valores foram encontrados para a velocidade 10,21 km h⁻¹, já que as demais não diferiram entre si. A aveia rolada foi a que apresentou menores valores de força de tração por linha de semeadura. Os valores seguiram a mesma tendência da força de tração média. Os valores para a força de tração por linha de semeadura se apresentaram abaixo do intervalo de 3400 N ± 35%, apresentado pela ASAE (1999).

Tabela 4. Valores médios obtidos para a força de tração por linha de semeadura (N linha⁻¹).

Velocidade (km h ⁻¹)	Força de tração por linha (N linha ⁻¹)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	1692,25 Ab	1629,56 Ab	1537,15 Bb	1619,66 b
8,10	1682,36 b	1645,46 b	1582,66 b	1636,83 b
10,21	1825,87 Aa	1760,36 Aa	1689,60 Ba	1758,61 a
Médias (Cob.)	1733,49 A	1678,46 B	1603,14 C	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Para a força de tração máxima, os valores foram estatisticamente significativos a 5% de probabilidade para o fator velocidade e seu desdobramento (exceção velocidade 5,56 km h⁻¹ - Tabela 5). A condição de cobertura do solo, aveia rolada, foi a que obteve menor pico de força, já que a aveia dessecada e vegetação espontânea não diferiram. Para o fator velocidade, os maiores picos foram encontrados na velocidade 10,21 km h⁻¹, já que as demais velocidades não diferiram entre si. Os valores máximos de força de tração devem-se as irregularidades e desuniformidades do terreno, as diferenças de profundidade de semeadura ou aos embuchamentos momentâneos (Levien, 1999) ou mesmo devido as diferenças de resistência do solo ao corte (Modolo, 2003). Os picos obtidos foram 25% a 28% maiores que a força de tração média.

Tabela 5. Valores médios obtidos para a força de tração máxima requerida (N).

Velocidade (km h ⁻¹)	Força de tração máxima requerida (N)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	18042,50 b	16485,00 c	16962,50 b	17163,33 b
8,10	18155,00 Ab	17537,50 Ab	16475,00 Bb	17389,17 b
10,21	20040,00 Aa	19877,50 Aa	18407,50 Ba	19441,67 a
Médias (Cob.)	18745,83	17966,67	17281,67	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Os valores para o deslizamento do rodado do trator são apresentados na Tabela 6. Analisando os dados verifica-se que não houve diferenças estatísticas significativas para o fator velocidade, embora tenha sido encontrado para a força de tração. As condições de cobertura, isoladamente, apresentaram diferença, já que a aveia dessecada obteve maior valor. Os valores da patinação apresentam-se abaixo do intervalo de 8% a 10% recomendados pela ASAE (1989) para obtenção da máxima eficiência de operação em solos não mobilizados. Segundo Borgman *et al.* (1974), patinagens entre 0% e 5% indicam a retirada de lastros do trator. Outra conclusão é de que o trator poderia estar superdimensionado para a operação executada.

Tabela 6. Valores médios obtidos para a patinação do rodado traseiro do trator (%).

Patinação do rodado traseiro do trator (%)
--

Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	2,79	2,96	3,47	3,07
8,10	2,87	4,73	2,71	3,44
10,21	3,46	3,63	1,62	2,90
Médias (Cob.)	3,04 B	3,77 A	2,60 B	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Os valores médios obtidos para o consumo horário de combustível são apresentados na Tabela 7. Apenas o fator velocidade foi estatisticamente significativo, embora é possível verificar que o maior consumo de combustível encontra-se na condição de cobertura do solo, vegetação espontânea, e corresponde ao tratamento que também requisita maior força de tração, tanto média (Tabela 3) como máxima (Tabela 5). O consumo de combustível foi diretamente proporcional ao aumento de velocidade, já que todas as velocidades diferiram entre si.

Tabela 7. Valores médios obtidos para o consumo horário de combustível (L h⁻¹).

Velocidade (km h ⁻¹)	Consumo horário de combustível (L h ⁻¹)			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	10,83 c	11,13 c	10,35 c	10,77 c
8,10	13,71 b	13,65 b	12,96 b	13,44 b
10,21	15,79 a	15,21 a	16,20 a	15,73 a
Médias (Cob.)	13,44	13,33	13,17	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Os valores médios obtidos para o consumo de combustível em função da área trabalhada são apresentados na Tabela 8. Apenas o fator velocidade foi estatisticamente significativo, pois os valores foram inversamente proporcionais à velocidade.

Tabela 8. Valores médios obtidos para o consumo de combustível em função da área trabalhada (L ha⁻¹).

Velocidade (km h ⁻¹)	Consumo de combustível em função da área trabalhada (L h ⁻¹)			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	5,39 a	5,56 a	5,31 a	5,42 a
8,10	4,70 b	4,75 b	4,50 b	4,65 b
10,21	4,33 b	4,20 c	4,33 b	4,29 c
Médias (Cob.)	4,81	4,84	4,71	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Para a demanda de potência média requerida, os fatores cobertura do solo, velocidades de deslocamento e seu desdobramento foram estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 9). Observa-se que as condições de cobertura, vegetação espontânea e aveia dessecada, obtiveram maior requerimento de potência, enquanto aveia rolada, o menor. As maiores velocidades obtiveram maior demanda de potência.

Tabela 9. Valores médios obtidos para a potência média requerida (kW).

Velocidade (km h ⁻¹)	Potência média requerida (kW)			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	21,02 Ac	19,98 Ac	18,37 Bc	19,79 c
8,10	30,22 Ab	29,39 Ab	27,78 Bb	29,13 b
10,21	40,65 Aa	39,08 Ba	37,72 Ba	39,15 a
Médias (Cob.)	30,63 A	29,48 A	27,95 B	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

A demanda da potência máxima (kW) na barra de tração, exigida pela semeadora, é apresentada na Tabela 10. O fator velocidade de deslocamento foi estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade. Observa-se que a condição de cobertura, vegetação espontânea, foi a que obteve maior requerimento de potência, enquanto aveia dessecada e a rolada não diferiram entre si, seguindo a tendência da potência média bem como da força máxima de tração (Tabelas 9 e 5, respectivamente). O aumento da velocidade é diretamente proporcional ao aumento da demanda da potência. Os maiores valores de potência máxima foram encontrados na condição de cobertura vegetação espontânea, e isso se deve a menor uniformidade da vegetação.

Para a variável, uso de energia em função da área trabalhada (Tabela 11), tanto o fator velocidade de deslocamento como a condição de cobertura do solo foram estatisticamente significativos. A velocidade 10,21 km h⁻¹ obteve os maiores valores, pois, com aumento da velocidade a potência foi maior, refletindo em maior uso de energia por área trabalhada. A condição de solo, aveia rolada, obteve os menores valores, e os demais tratamentos não diferiram entre si.

Tabela 10. Valores médios obtidos para a potência máxima requerida (kW).

Velocidade (km h ⁻¹)	Potência máxima requerida (kW)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	28,10 c	25,27 c	25,31 c	26,19 c
8,10	40,76 Ab	39,15 Ab	36,17 Bb	38,69 b
10,21	55,75 Aa	55,18 Aa	51,43 Ba	54,12 a
Médias (Cob.)	41,50	39,87	37,63	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Valores médios obtidos para o uso de energia em função da área trabalhada (kW ha⁻¹).

Velocidade (km h ⁻¹)	Consumo de combustível em função da área trabalhada (L ha ⁻¹)			Médias (Vel.)
	Coberturas			
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	10,46 Ab	9,98 A	9,42 B	9,95 b
8,10	10,35 b	10,22	9,65	10,07 b
10,21	11,16 Aa	10,77 A	10,09 B	10,67 a
Médias (Cob.)	10,66 A	10,3 A	9,72 B	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusão

A velocidade de deslocamento não foi influenciada pelas condições de cobertura do solo. A força de tração foi influenciada pela velocidade de deslocamento e pelas condições de cobertura, pois a velocidade de 10,21 km h⁻¹ e a condição de cobertura, vegetação espontânea, obtiveram maiores valores, a mesma tendência ocorreu para a potência demandada. O deslizamento do trator não foi influenciado pelos tratamentos, mas apresentou valores bem abaixo do valor recomendado pela Asae (8% a 10%). Conclui-se que o trator estava superdimensionado ou com excesso de lastragem para essa operação. O consumo de combustível aumentou linearmente com as velocidades.

Referências

- ARGENTA, G. et al. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuá. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 36, n. 6, p. 851-860, 2001.
- ASAE, S209.5. Agricultural tractor test code. In: *ASAE standards 1989: standards engineering practices data*. St. Joseph: ASAE, 1989, p. 44-8.
- ASAE. Agricultural Machinery Management. In: *ASAE standards 1999: standards engineering practices data*. St. Joseph: ASAE, 1999, p. 359-336.
- BEUTLER, J. F. et al. Força de tração em haste sulcadora tipo facão, operando em diferentes resíduos culturais e configurações

da semeadora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBEA, 2003a. 1CD.

BEUTLER, J.F. et al. Patinagem em diferentes sistemas de preparo do solo. In: CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2003. Balcarce, 2003. *Resumenes...* Balcarce, Argentina, 2003b.

BORGMAN, D.E. et al. *Fundamental of machine operation*. Moline: John Deere Service, 1974.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 4ª. Aproximação. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1999. 169 p.

LEVIEN, R. *Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para a implantação da cultura do milho (Zea mays L.)*. 1999. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 1999.

MANTOVANI, E.C. et al. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. *Pesq. Agropecu. Bras.* Brasília, v. 27, n. 12, p. 1579-1586, 1992.

MODOLO, A.J. *Demanda energética de uma semeadora-adubadora com diferentes unidades de semeadura*. 2003. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

MUZILLI, O. Plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo. In: PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Programa Paraná Rural – *Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo*. 2. ed., Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1994. p. 158-177.

PEREIRA, J.P.G. Balanço energético na implantação da cultura do milho. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERIA RURAL, 5., 1998, La Plata. *Trabalhos publicados...* La Plata: Universidad Nacional La Plata, 1998.

REIS, A.V. et al. *Motores, tratores, combustíveis e lubrificantes*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1999.

SATTLER, A. Elementos rompedores de solo e distribuidores de sementes em semeadoras para plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1, 1995, Passo Fundo. *Resumos...* Passo Fundo, 1995.

SILVA, S.L. *Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento*. 2000. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2000.

SIQUEIRA, R. et al. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine max L.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: SBEA. 2001. 1 CD.

Received on July 09, 2004.

Accepted on June 30, 2005.