

SEMEADORA-ADUBADORA: EXIGÊNCIAS EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE E DO ÂNGULO DE ATAQUE DA HASTE SULCADORA

CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI¹; ROUVERSON PEREIRA DA SILVA²; AFONSO LOPES²; JORGE WILSON CORTEZ³; DANILO CÉSAR CHECCHIO GROTTA⁴

¹ Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal (SP), furlani@fcav.unesp.br

² Prof. Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal (SP).

³ Mestrando (Produção Vegetal), Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal, SP, Bolsista Capes.

⁴ Doutorando (Produção Vegetal), Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Jaboticabal. Bolsista CNPq.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: A semeadura é decisiva para as culturas e no sistema plantio direto a haste sulcadora é essencial. O objetivo deste trabalho foi estudar a exigência da semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e do ângulo de ataque da haste sulcadora de adubo. O experimento foi realizado no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA), UNESP/Jaboticabal, utilizando-se três velocidades de deslocamento (5,0; 6,0 e 7,0 km.h⁻¹) e dois ângulos de ataque da haste sulcadora de adubo (65° e 77°), com quatro repetições. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3x2. Foram mensurados: capacidade de campo efetiva, consumo de combustível horário e por área, potência e força na barra de tração. A capacidade de campo, consumo horário e por área e potência sofreram efeito da velocidade, o que não aconteceu com a força de tração.

PALAVRAS-CHAVE: força de tração, consumo de combustível, sistema plantio direto

SEEDER: DEMANDS IN FUNCTION FORWARD SPEED AND OF THE ANGLE OF ATTACK OF THE FERTILIZER FURROW OPENERS

SUMMARY: The sowing is decisive for the cultures, in the no tillage the furrow openers is essential. The objective of this work was to study the demand of the seeder in function of the speed and of the angle of attack of the fertilizer furrow openers. The experiment was accomplished in the Laboratory of Machines and Agricultural Mechanization (LAMMA), DER-UNESP/Jaboticabal, using three speeds (5,0; 6,0 and 7,0 km h⁻¹) and two angles of attack of the fertilizer furrow openers (65° and 77°), with four repetitions. The experiment design was delineation completely randomized, with the factorial array 3x2. Were measured: field operational capacity, forward speed, hourly and area fuel consumption, drawbar power and draft force. The field operational capacity, hourly and area fuel consumption and drawbar had suffered effect of the speed, what it did not happen with the draft force.

KEYWORDS: draft force, fuel consumption, no tillage

INTRODUÇÃO: A busca por maior produtividade e menor custo de produção resultam em maior desenvolvimento de máquinas e implementos agrícolas, sempre buscando menor consumo de combustível e maior desempenho, aumentando a eficiência dos métodos de produção. Tourino & Klingensteiner (1983), citam que profundidade de semeadura e adubação, número de sementes germinadas, espaçamento entre plântulas, espaçamento lateral entre adubo e semente, força de tração média exigida, potência consumida e desempenho operacional da semeadora-adubadora são critérios de avaliação de máquinas. Casão Júnior et al. (1998) verificam que os sulcadores do tipo facão podem ter diferentes ângulos de ataque que facilitam sua penetração no solo. Siqueira et al. (2000), testando diferentes hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de sistema plantio direto em diferentes teores de água e profundidade de sulco, verificou que a maior profundidade exigiu maior força e potência na barra de tração. Segundo Silva et al. (2004) a mínima mobilização do solo, no sistema plantio direto, aliado ao tráfego de máquinas, pode ocasionar a formação de compactação nas camadas mais superficiais do solo, que interferem na permeabilidade, no desenvolvimento radicular das plantas e, conseqüentemente, na produtividade das culturas. Com isso, tem grande importância o mecanismo de abertura de sulcos de uma semeadora-adubadora, sendo que em determinados casos, torna-se

necessária à utilização de haste sulcadora, principalmente em solos argilosos, para romper esta camada compactada. Em semeadoras-adubadoras, o maior esforço de tração pode ocorrer, também, pela maior profundidade de atuação dos órgãos ativos, especialmente discos de corte de resíduo e sulcadores para abertura de sulcos de adubação e semeadura (ASAE, 1999). Visando a otimização do conjunto trator semeadora-adubadora, é necessário o conhecimento da força de tração exercida pela semeadora e o requerimento de cada tipo de mecanismo sulcador (ASAE, 1996). Segundo ASAE (1999), a exigência de força de tração pelas semeadoras para sistema plantio direto varia de 1,82 a 3,4 kN por linha, para sulcador de discos e facão, respectivamente, de acordo com a textura do solo, podendo variar em $\pm 25\%$. Vieira & Reis (2001) recomendam para encontrar a melhor eficiência do conjunto trator-semeadora-adubadora, deve se obter a velocidade ideal de semeadura, que é aquela em que o sulco abre e fecha sem remover exageradamente o solo, permitindo a distribuição das sementes com espaçamentos e profundidades constantes. De modo geral, as semeadoras-adubadoras trabalham com velocidades entre 5 e 7 km.h⁻¹. Casão Júnior et al. (2000) observaram redução da profundidade do sulco em função do aumento da velocidade de deslocamento, onde a distribuição longitudinal de sementes a uma velocidade de 8 km.h⁻¹ mostrou um decréscimo na porcentagem de espaçamentos aceitáveis. Entretanto Silva (2000) observou que a uniformidade de distribuição de sementes não foi influenciada pela velocidade de deslocamento na implantação de lavouras de milho e soja. Oliveira (1997) verificou aumento da demanda de potência com o aumento da velocidade de semeadura; incremento no consumo horário de combustível com o aumento da velocidade de deslocamento na operação de semeadura; que a patinagem dos rodados em Latossolo foi maior que em Argissolo, independentemente da velocidade e do tipo de cobertura vegetal. A velocidade de deslocamento, como o ângulo de ataque do mecanismo sulcador, impõe ao conjunto trator-semeadora-adubadora aumento na demanda energética. E por este estudo o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho do conjunto trator semeadora-adubadora em função de três velocidades de deslocamento e dois ângulos de ataque da haste sulcadora de deposição de adubo.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, São Paulo, localizada nas coordenadas geodésicas: Latitude 21° 14' 48'' S e Longitude 48° 16' 44'' W, com altitude média de 559 m, declividade média de 4% e clima CWA (Subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa e relevo solado ondulado, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da Embrapa (1999). No dia da realização do experimento o solo encontrava-se com 15% de umidade no perfil a 0,20 m de profundidade. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com fatorial 3x2 com quatro repetições, combinando três velocidades (5,0; 6,0 e 7,0 km.h⁻¹) e dois ângulos de ataque na haste sulcadora de deposição de adubo (65° e 77°). As parcelas foram demarcadas com 20 m de comprimento por 3,5 m de largura e intervalos de 10 m. Foram utilizados um trator Valtra modelo BM100, 4x2 TDA, com potência de 73,6 kW (100 cv), no motor, tracionando uma semeadora-adubadora de precisão Jumil Exacta 2650, para sistema plantio direto de quatro linhas, com dosadores de sementes de discos horizontais perfurados e distribuidor pneumático a vácuo, haste para adubo, disco duplo para semente, capacidade de depósito de 700 kg de adubo e 100 kg de sementes. Durante a realização do experimento a semeadora-adubadora foi mantida com meia carga. Para determinar o tempo de percurso em cada parcela foi utilizado um sistema de aquisição de dados (micrologger CR23X da marca CAMPBELL SCIENTIFIC, INC., que dispunha de cronômetro com precisão de centésimos de segundo. A determinação da força na barra de tração foi obtida por meio de célula de carga (Fabricante M. SHIMIZU; TF400). Para medir o consumo de combustível foram utilizados dois medidores de fluxo, desenvolvidos por Lopes et al. (2003), ligado automaticamente com o acionamento do sistema de aquisição de dados. A velocidade real de deslocamento foi determinada com uma unidade de radar localizada na lateral direita do trator, tipo RVS. Para os cálculos de potência, capacidade de campo efetiva e consumo de combustível por área utilizaram-se as equações: (1), (2) e (3).

$$P = Ft \cdot V \quad (1) \quad Cce = \frac{L \cdot V}{10} \quad (2) \quad Co.A = \frac{C}{Cce} \quad (3)$$

em que: P: potência (kW); Ft: força de tração (N); V: Velocidade de deslocamento (km.h⁻¹); Co.A: consumo por área (L.ha⁻¹); C: consumo horário (L.h⁻¹); Cce: capacidade de campo efetiva (ha.h⁻¹); L: largura da semeadora-adubadora (m). Todos os sensores conectados ao sistema de aquisição de dados foram acionados na entrada da parcela, passando a armazenar os dados em forma de sinais e pulsos, sendo posteriormente descarregados, por meio de programa específico (Datalogger Support Software), a um microcomputador convencional via cabo, onde foram acessadas por planilhas eletrônicas (Excel) para serem tratados. Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, utilizando-se do programa ESTAT, versão 2.0. Quando o valor do Teste de F se mostrou significativo a 5% de probabilidade, aplicou-se o Teste de Tukey para comparação entre as médias (Pimentel Gomes, 1987). Para as interações significativas a 5% de probabilidade, realizou-se o desdobramento da análise de variância, considerando-se os fatores marcha e ângulo de ataque.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se na Tabela 1 que houve diferença significativa para a variável capacidade de campo efetiva para as três velocidades, onde o maior valor foi obtido na velocidade de 7,0 km.h⁻¹, como eram esperados. Não houve interferência da variação dos ângulos de ataque da haste sulcadora de adubo na capacidade de campo efetiva. Furlani et al. (2000) avaliando semeadora-adubadora de seis linhas para feijão encontraram capacidade de campo de 1,57 ha.h⁻¹, para o sistema plantio direto resultado semelhante ao encontrado na menor velocidade neste experimento.

Tabela 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis de capacidade de campo efetiva, consumo de combustível, força de tração e potência.

Fatores	Capacidade de campo efetiva	Consumo horário	Consumo por área	Força de tração	Potência
Velocidade km.h ⁻¹ (V)	(ha.h ⁻¹)	(L h ⁻¹)	(L ha ⁻¹)	(kN)	(kW)
5	1,60 c	9,71 c	5,96 a	15,94 a	20,01 c
6	2,20 b	11,94 b	5,41 b	16,31 a	27,70 b
7	2,79 a	14,03 a	5,09 b	16,46 a	35,55 a
Ângulo (A)					
65°	2,20 a	11,53 b	5,32 b	15,98 a	27,36 a
77°	2,19 a	12,25 a	5,66 a	16,49 a	28,15 a
Teste F					
V	853,34 *	228,11*	20,57*	1,56 NS	454,86 *
A	0,13 NS	18,90*	9,21*	4,13 NS	3,54 NS
V x A	0,13 NS	0,02 NS	0,15 NS	0,14 NS	0,26 NS
C. V. (%)	2,62	3,40	5,03	3,77	3,71

NS: Não significativo(P>0,05);*:significativo(P<0,05);C.V:Coeficiente de variação

Analisando a variável consumo horário de combustível, observa-se diferença estatística significativa. Este aumentou com a velocidade, resultado também observado por Oliveira (1997). Para o consumo por área, as duas velocidades maiores foram iguais. Foram observados maiores consumos horário e por área utilizando-se o ângulo de ataque 77° da haste sulcadora de adubo, pois neste ângulo, obteve-se maior profundidade de trabalho, exigindo maior potência. Na variável força de tração não ocorreu nenhuma diferença significativa para os dois fatores (velocidade e ângulo de ataque da haste sulcadora de adubo), diferindo do resultado observado por Siqueira et al. (2001), onde houve maior força de tração em maiores velocidades de deslocamento e em maiores profundidades de abertura de sulcos (ASAE, 1999). Cortez (2004) avaliando uma semeadora-adubadora com sete linhas para a cultura da soja observou uma exigência de força de tração de 20,1 kN para a velocidade de 4 km h⁻¹, igual a menor deste experimento. Foi observado diferenças estatísticas significativas na variável potência para o fator velocidade e diferenças não significativas nos ângulos de ataque 65° e 77° da haste sulcadora de adubo. A maior exigência de potência foi obtida na maior velocidade (35,55 kW), resultados são semelhantes aos obtidos por Siqueira et al. (2001) e Silva (2000), que concluíram que em maiores velocidades de deslocamento há maior exigência de potência.

CONCLUSÕES: A capacidade de campo efetiva e consumo horário de combustível foram maiores na maior velocidade de deslocamento. O consumo de combustível por área foi maior com o ângulo de

ataque de 77° na haste sulcadora de adubo e na menor velocidade de deslocamento. A potência exigida foi maior na maior velocidade de deslocamento, não sendo afetada pelo ângulo de ataque da haste sulcadora de adubo. Os fatores velocidade e ângulo não afetaram a força de tração exigida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural Machinery Management Data. In: _____, ASAE standards 1996: standards engineering practices data. San Joseph, 1996. p. 332-39. (ASAE D-497.2).
- ASAE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data. In: _____. ASAE standards 1999: standards engineering practices data. San Joseph, 1999. p. 359-66. (ASAE D497. 4 JAN98).
- CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora Magnun-2850 em plantio direto no basalto Paranaense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.3, p.525, 2000.
- CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; RALISCH, R.; SILVA, A.L.; LADEIRA, A.S.; SILVA, J. C.; MACHADO, P.; ROSSETO, R. Avaliação do desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 PD no basalto paranaense. Circular Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, v.1, n.105, p.1-47, 1998.
- CORTEZ, J.W. Avaliação de semeadora-adubadora em coberturas, manejos e velocidades de semeadura na cultura da soja. Uberaba: FAZU, 2004. 59p. Monografia Graduação.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. p.412.
- FURLANI, C.E.A. Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na produtividade da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Botucatu: UNESP, 2000. 218p. Tese Doutorado
- 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, Lavras, v.5, n.1, 2003.
- OLIVEIRA, M.L. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. Viçosa: UFV, 1997. 50. Dissertação Mestrado
- SILVA, S.L. Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento. Botucatu: UNESP, 2000. 123p. Tese Doutorado
- SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H.; MAHAL, D., GERMINO, R. Avaliação da potência e área mobilizada de hastes sulcadoras em semeadoras-adubadoras diretas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro. Anais... Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2004. 1 CD-ROM.
- SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A.G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALIS. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine max* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1CD-ROM.
- SIQUEIRA, R.; OLIVEIRA, M.F.B.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISCH, R.; ARAÚJO, A.G. Demanda energética do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29, 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2000. 1CD-ROM.
- TOURINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13, 1983, Seropédica. Anais..., Seropédica: SBEA, 1983. p.103 1983.
- VIEIRA, L.B.; REIS, E.F. Máquinas para o plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.44, 2001.