

DESEMPENHO DE TRÊS SEMEADORAS-ADUBADORAS DE PLANTIO DIRETO PARA A CULTURA DO MILHO¹

Performance for three seeder-fertilizer no till machine for or the corn crop

Ariston Pinto Santos², Carlos Eduardo Silva Volpato³, Maria Cristina Cavalheiro Tourino⁴

RESUMO

Objetivou-se avaliar tecnicamente três semeadoras para plantio direto de milho, montou-se um experimento em área do Departamento de Engenharia Agrícola da UFLA, sob Latossolo Vermelho Distroférico argiloso (LVdf), utilizando-se as seguintes semeadoras: S1 - Semeato SHM 11/13; S2 - John Deere RT 907 e S3 - John Deere RT 907, com diferentes sistemas de abertura de sulcos para deposição de adubo, deslocando-se a três velocidades distintas, de V_1 (1,38 m.s⁻¹), V_2 (1,8 m.s⁻¹) e V_3 (2,22 m.s⁻¹). As variáveis quantificadas foram: patinagem, força média na barra de tração, potência média por mecanismo de semeadura, consumo horário e específico de combustível e capacidade de campo teórica. Adotou-se um delineamento estatístico em blocos casualizados, com parcelas subdivididas. A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que, com relação ao desempenho operacional do conjunto trator-semeadora, ocorreram diferenças significativas entre os três conjuntos quanto à força na barra e ao consumo de combustível. Quanto à patinagem e a potência, não ocorreu diferença significativa entre os conjuntos 1 e 2, apresentando menor valor, diferindo do conjunto 3. Para os parâmetros técnico-operacionais avaliados, a condição de melhor desempenho foi observada para S_1V_3 (Semeato SHM 11/13 e 2,22 m.s⁻¹).

Termos para indexação: Semeadora-adubadora, desempenho operacional, deposição de adubo.

ABSTRACT

With the aim of evaluating technically three sowing machines for no-tillage farming of corn, an experiment was established in the area of the Agricultural Engineering of the UFLA, under Typic Distroferric Red Latosol clayey (LVdf), by using the three following sowing machines: S1 - Semeato SHM 11/13; S2 - John Deere RT 907 and e S3 - John Deere RT 907, with different furrow opening systems for fertilizer placement, moving at three different speeds of V_1 (1,38 m.s⁻¹), V_2 (1,8 m.s⁻¹) e V_3 (2,22 m.s⁻¹). The variables quantified were: skidding, average power on the draw bar, average power per sowing mechanism, per hour and specific fuel consumption and theoretical field capacity. A statistical design in randomized blocks with split plot distribution was adopted. From the results obtained, it was possible to conclude that, as regard to the operational system of the tractor-sowing assembly present significant differences occurred among the three assemblies for the power on the bar and fuel consumption. As for skidding and power, no significant difference occurred between assemblies 1 and 2, differing from assembly 3. For the parameters techniques-operational evaluated of the better performance was observed for S_1V_3 (Semeato SHM 11/13 e 2,22 m.s⁻¹).

Index terms: Seeder-fertilizer, operational performance, fertilizer placement.

(Recebido em 28 de abril de 2006 e aprovado em 28 de novembro de 2006)

INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivo podem ser classificados em três grupos distintos: sistema convencional, no qual o solo é preparado e a sua superfície fica totalmente exposta; cultivo mínimo, qualquer sistema de cultivo com menor movimentação de solo e trânsito de máquinas em relação ao usualmente adotado numa determinada região; e plantio direto, no qual a deposição das sementes é feita diretamente no solo, sem haver nenhum preparo prévio. Derpsch et al. (1991) definem plantio direto como um sistema de plantio

no qual a semente é depositada diretamente no solo, onde os resíduos da cultura anterior permanecem na superfície e as plantas daninhas são controladas quimicamente. Comparado com outros métodos de preparo, é o único em que a energia de impacto das gotas de chuva é amortecida pela camada de cobertura morta e a erosão é controlada eficazmente. Segundo Muzilii (1985) o plantio direto é um processo de semeadura em solo não preparado, no qual as sementes são colocadas em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para se obter uma adequada cobertura e um adequado contato da semente com o solo.

¹Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

²Mestre em Engenharia Agrícola, Professor – Departamento de Engenharia Rural – Escola Agrotécnica Federal de Codó – Povoado Poraquê, s/n – Zona Rural – 65400-000 – Codó, Ma – aristonps@bol.com.br

³Doutor em Engenharia Agrícola, Professor – Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – volpato@ufla.br

⁴Doutor em Agronomia, Professor – Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – mcctouri@ufla.br

Caracteriza-se pela menor intensidade de mobilização e redução do tráfego de máquinas.

A semeadora é o equipamento mais importante para o sucesso do plantio direto. Além da distribuição uniforme e da colocação adequada para garantir a germinação, a semeadora sob plantio direto desempenha a função de abertura do sulco e descompactação do solo, fazendo o corte da palha e o rompimento do solo na linha de semeadura. Comparando-se com a semeadora convencional, que trabalha sobre solo previamente preparado, pode-se concluir que, para semeadoras de mesma capacidade, a necessidade de tração será bem maior para as de plantio direto. Chaplin et al. (1988) relataram que a semeadora de quatro linhas para plantio direto necessitou de 3,3 kN de força de tração, 7,5 kW (10 cv) de potência na barra, 6,6 L.ha⁻¹ de consumo de óleo diesel, 2,5 ha.h⁻¹ de capacidade de campo teórica e 3,0 kWh.ha⁻¹ de consumo de energia, enquanto que a semeadora operando em solo preparado utilizou 1,9 kN, 5,1 kW (6,8 cv), 6,8 L.h⁻¹, 2,9 ha.h⁻¹ e 1,7 kWh.ha⁻¹, respectivamente.

Nos últimos cinco anos, a utilização de haste sulcadora para deposição do adubo em detrimento dos discos duplos vem crescendo entre os agricultores. Basicamente, a explicação resume-se no fato do mecanismo tipo haste romper melhor as camadas compactadas e também por trabalharem melhor em solos mais argilosos, diminuindo as perdas de tempo e insumos, por embuchamento. Segundo Daniel et al. (2000), esse fato fez com que a máquina de tração apresentasse maiores demandas de força, potência e consumo. Pesquisas têm demonstrado aumento significativo na demanda de força e potência por linha de semeadura.

Assim sendo, objetivou-se nesta pesquisa estudar as variáveis e interações máquina-solo-planta, investigando e avaliando tecnicamente o comportamento de três semeadoras adubadoras de precisão com sistemas de abertura de sulco diferentes no plantio direto de milho. Especificamente, avaliou-se o porcentual de patinação das semeadoras, a força média na barra de tração do trator, a potência média por mecanismo de semeadura, o consumo horário e específico de combustível e a capacidade de campo teórica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situado no município de Lavras, MG, com localização geográfica definida entre as coordenadas 21°15' latitude Sul e 44° 52' 30" longitude Oeste, altitude média de 918,8 metros, declividade média de 8% e exposição face Sul, caracterizado climaticamente por temperatura média anual normal de 19,4°C e precipitação total anual normal de 1530

mm, concentrada, principalmente, no período de outubro a março (clima classificado como Cwa.). O solo foi classificado pelo Departamento de Solos da UFLA, como sendo Latossolo Vermelho Distroférico típico argiloso (LVdf). A área vinha sendo utilizada desde 2002/2003 com semeadura direta de milho e, em 2004, foi feita semeadura direta de feijão, cultivar BRSMG Talismã, que foi semeado sobre a cobertura vegetal de resteva de milho e capim-colonião.

Foi utilizado como fonte de tração um trator Valtra 900L 4 x 2 tração TDA, motor Valmet diesel de injeção direta de 4 tempos, 4 cilindros, potência de 90 cv, a 2270 rpm. O equipamento utilizado para aplicação do dessecador foi um pulverizador de barras com 24 bicos, espaçado de 0,50 m. A máquina S₁ foi uma semeadora-adubadora de precisão SEMEATO SHM 11/13 com 4 linhas espaçadas de 70 cm, com disco liso de corte de palha e sulcador tipo haste (guilhotina) para fertilizantes e sulcadores de discos duplos defasados para sementes, mecanismo dosador do tipo discos horizontais com furos, rodas reguladoras de profundidade na parte posterior e rodas compactadoras em "V" (Figura 1A). A máquina S₂ foi uma semeadora-adubadora de precisão John Deere RT 907 VacuMeter™ com 4 linhas espaçadas de 70 cm, disco duplo defasado para corte de palha e sulco de fertilizante, disco duplo defasado para sementes, mecanismo dosador pneumático a vácuo, rodas reguladoras de profundidade laterais aos discos duplos de sementes, rodas de compactação em "V" (Figura 1B) e a máquina S₃ foi uma semeadora-adubadora de precisão John Deere RT 907 VacuMeter™ com 4 linhas espaçadas de 70 cm, disco de corte de palha liso e sulcador do tipo haste para sulco de fertilizante, disco duplo defasado para sementes, mecanismo dosador pneumático a vácuo, rodas reguladoras de profundidade laterais aos discos duplos de sementes e rodas de compactação em "V" (Figura 1C).

O experimento foi constituído de 27 subparcelas, formadas por tratamentos compostos de três semeadoras, três velocidades de deslocamento e três repetições. As velocidades utilizadas foram V₁ (1,38 m.s⁻¹), V₂ (1,8 m.s⁻¹) e V₃ (2,22 m.s⁻¹). As semeadoras foram reguladas para uma densidade meta de 6 plantas m⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas em três repetições. Nas parcelas foram dispostas as semeadoras e, nas subparcelas, as velocidades. Cada subparcela com dimensões de 30m x 2,10m, foi constituída por quatro linhas espaçadas de 70 cm, sendo as duas linhas externas consideradas como bordadura e as duas linhas internas consideradas como área útil. Todos os instrumentos eletroeletrônicos foram instalados no trator. O funcionamento instrumental, as regulagens e as aferições foram executados por meio de ensaios de campo dos conjuntos trator-semeadoras.



Figura 1 – Detalhes dos mecanismos de abertura do sulco para deposição do adubo.

A determinação da patinagem do trator foi feita utilizando-se a relação entre o tempo médio (s) registrado com carga e o tempo médio registrado sem carga para cada situação pesquisada. Os tempos com carga e sem carga foram obtidos pelo micrologger e também por cronômetro digital, obedecendo às mesmas condições de marcha e rotação do motor. Dessa forma, a patinagem do trator foi calculada de acordo com a Equação 1.

$$P = \left(1 - \frac{T_{sc}}{T_{cc}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

P = índice de patinagem (%)

T_{sc} = tempo médio gasto para percorrer o comprimento da parcela sem carga, em s

T_{cc} = tempo médio gasto para percorrer o comprimento da parcela com carga, em s

A força média na barra de tração foi determinada utilizando-se uma célula de carga colocada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho das semeadoras-adubadoras. Essa célula de carga foi interligada ao sistema de aquisição de dados que recebeu sinais de tensão (mV) registrando e armazenando os dados. Os dados armazenados foram posteriormente, transformados em unidade de força kN, utilizando uma curva de calibração. A célula de carga foi calibrada em uma máquina de ensaio universal.

Para a determinação desse parâmetro, foi calculada a potência média na barra de tração para todas as situações pesquisadas, dividindo-se pelo número de linhas de semeadura utilizado nas semeadoras que, nesse caso, foram em número de quatro mecanismos de semeadura para todas as semeadoras. Assim, a potência média na barra de tração por mecanismo de semeadura foi expressa pela Equação 2.

$$P = \frac{P_B}{4} \quad (2)$$

em que:

P = potência média na barra de tração por mecanismo de semeadura (kW)

P_B = potência média calculada na barra de tração, kW

O consumo de combustível foi medido por meio do fluxômetro eletromecânico através de pulsos elétricos que foram transformados em ml/seg pelo fluxômetro digital, e enviados para serem armazenados no banco de dados do micrologger que foi programado para registrar e armazenar os pulsos a cada 0,3 segundos. Os dados armazenados foram convertidos em litros por hora, em função do consumo registrado pelo fluxômetro, da densidade do óleo diesel (0,84 g.ml⁻¹) e do tempo de consumo por parcela, conforme a Equação 3.

$$C_h = \frac{\left(\frac{C}{\delta} \right)}{3600} \quad (3)$$

em que:

C_h = consumo horário médio de combustível, L.h⁻¹

C = consumo de combustível médio registrado nas parcelas, mg.s⁻¹

δ = densidade do óleo diesel, mg.L⁻¹

O consumo específico de combustível por unidade de potência na barra de tração foi calculado utilizando-se a Equação 4.

$$C_{ec} = \frac{C_h \cdot \delta}{P_B} \quad (4)$$

em que:

C_{ec} = consumo específico, g.kW.h⁻¹

δ = densidade do combustível em função da temperatura, g L⁻¹

C_h = consumo horário com base em volume, L h⁻¹

P_B = potência na barra de tração, kW

A capacidade de campo teórica média foi determinada em função das velocidades de deslocamento dos conjuntos e pela largura da faixa trabalhada conforme a Equação 5.

$$C_{ct} = \frac{V \cdot L}{10} \quad (5)$$

em que:

C_{ct} = capacidade de campo teórica, em ha.h⁻¹

V = velocidade de deslocamento do conjunto corrigida pela patinagem, km.h⁻¹

L = largura da faixa trabalhada pelo conjunto, m

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se a Tabela 1, verificam-se as diferenças significativas entre as semeadoras para todos os parâmetros avaliados.

Observando-se a Tabela 2 verifica-se que a semeadora 1 (S_1) e a semeadora 2 (S_2) foram estatisticamente iguais para os parâmetros patinagem, potência por haste e capacidade de campo, diferenciando-se da semeadora 3 (S_3). Observa-se que a patinagem e a potência por haste aumentaram e a capacidade de campo diminuiu, quando

utilizou-se semeadoras diferentes, de S_1 para S_3 . Este resultado valida bem o processo de aquisição dos dados, visto que era um resultado esperado e citado por muitos autores. Resultados semelhantes foram obtidos por Reis et al. (2003). As diferenças significativas na variação da força média de tração na barra, consumo horário e específico, demonstram a desigualdade dos conjuntos avaliados S_1 , S_2 e S_3 , ficando claro que, nessas ordens sequenciais, à medida que se muda de conjunto, foi requerida uma maior força de tração e maior consumo de combustível.

Analisando-se a Tabela 2 verificam-se diferenças significativas entre as velocidades de deslocamento. A velocidade V_1 e a velocidade V_2 são estatisticamente iguais, com relação à patinagem e consumo específico diferenciando-se da velocidade V_3 somente na patinagem. As velocidades V_1 , V_2 e V_3 influem significativamente na variação da força média de tração na barra, potência média por haste, consumo horário médio e capacidade de campo média, sem diferenças significativas no consumo específico médio de combustível. Observa-se que, à medida que se aumenta a velocidade, aumenta-se a patinagem e é requerida uma menor força de tração na barra e potência por haste, ocorrendo um aumento no consumo de combustível e na capacidade de campo. Analisando-se a influência da velocidade sobre a capacidade de campo, pode-se verificar um aumento desse parâmetro com o aumento da velocidade e de forma significativa para os três níveis avaliados, isto é, V_1 diferente de V_2 , que é diferente de V_3 . Essa análise é importante para a observação

Tabela 1 – Resumo da análise de variância (QM), para a patinagem (Pa-%), força na barra de tração (F-kN), potência por haste (P-kW), consumo horário (CH-L.h⁻¹), consumo específico (CE-g.kW. h⁻¹), capacidade de campo (C C-ha.h⁻¹). UFLA, Lavras, MG, 2004/2005⁽¹⁾.

F. V.	GL	Pa	F	P	CH	CE	CC
Semeadora	2	12,111**	16,593**	4,483**	13,37**	3.802,81**	0,0024**
Repetição	2	0,111*	0,259*	0,03ns	0,259*	2,926ns	0,00001ns
Erro 1	4	0,222	0,037	0,019	0,037	25,759	0,00001
Velocidade	2	3,444**	29,037**	8,822**	9,037**	471,704ns	0,74999**
V * S	4	0,222ns	0,315ns	0,17ns	0,648*	156,371ns	0,00007*
Erro 2	12	0,130	0,333	0,079	0,167	259,537	0,00002
Total corrigido	26	-	-	-	-	-	-
CV 1 (%)	-	8,16	1,22	1,57	1,89	1,29	0,16
CV 2 (%)	-	6,23	3,67	3,21	4,01	4,11	0,33
Média Geral	-	5,8	15,7	6,5	10,2	291,20	1,29

⁽¹⁾ Na análise de variância, “ns” representa ausência de significância. Os valores significativos são indicados como (**) e (*), para 1% e 5%, respectivamente.

do desempenho do conjunto motomecanizado, visto que, atualmente existe uma tendência muito forte em fazer com que as semeadoras-adubadoras sejam as maiores possíveis. Segundo Daniel (2005), citações de semeaduras com velocidades entre 9,7 km.h⁻¹ a 11 km.h⁻¹ em artigos científicos já são comuns. Essa ação acarreta, obrigatoriamente, aumento da fonte de potência, tornando os tratores utilizados na operação de semeadura cada vez mais possantes.

Analisando o desdobramento da velocidade com o tipo de semeadora, as semeadoras S₁, S₂ e S₃ não foram afetadas significativamente pela variação da velocidade no consumo específico de combustível, mas, no consumo horário, S₁ e S₂ foram afetadas com V₁ e V₂ estatisticamente iguais entre si, com diferença significativas em relação a V₃. O consumo horário aumentou significativamente com o aumento da velocidade para a semeadora S₃, provavelmente por causa do aumento da patinagem, embora para ela, a diferença tenha sido significativamente

maior somente para a velocidade V₃. As semeadoras S₁ e S₂ foram afetadas significativamente pela variação da velocidade, na patinagem, força na barra de tração, potência por mecanismos de semeadura, consumo horário e capacidade de campo.

Entre os parâmetros avaliados para a semeadora S₂, somente a patinagem não é influenciada significativamente com o aumento da velocidade. A patinagem e o consumo horário oscilaram entre os menores índices de 4,3% e 8,7 L.h⁻¹ na S₁V₁ e os maiores índices, de 8,0% e 13,0 L.h⁻¹ na S₃V₃, com um aumento de 86% e 49%, respectivamente, entre os menores e os maiores índices registrados; a média geral da patinagem foi de 5,8% e do consumo horário de 10,2 L.h⁻¹ (Tabela 2). Apesar do aumento da patinagem e do consumo horário de combustível terem sido maiores em S₃V₃, esses valores observados estão bem próximos do lastro apropriado, segundo a metodologia de relação patinagem/lastro recomendada por Borgman et al. (1974) e bem próximos da

Tabela 2 – Médias da patinagem (Pa-%), força na barra de tração (F-kN), potência por haste (P-kW), consumo horário (CH-L.h⁻¹), consumo específico (CE-g.kW. h⁻¹), capacidade de campo (C C-ha.h⁻¹). UFLA, Lavras, MG, 2004/2005⁽¹⁾.

Tratamento	Pa	F	P	CH	CE	C C
Semeadora						
S ₁	5,0a	14,6a	6,2a	9,2a	278,4a	1,30b
S ₂	5,2a	15,4b	6,6a	9,8b	287,2b	1,29b
S ₃	7,1b	17,2c	7,2b	11,6c	308,1c	1,26a
Velocidade						
V ₁	5,2a	17,7c	7,5c	9,2a	287,4a	1,00a
V ₂	5,7a	15,4b	6,5b	10,1b	288,9b	1,29b
V ₃	6,4b	14,1a	5,9a	11,2c	297,3c	1,57c
Média geral	5,8	15,7	6,5	10,2	291,20	1,29
Desdobramento						
Velocidades d. semeadora 1						
S ₁ V ₁	4,3a	16,7c	7,0c	8,7a	282,1a	1,01a
S ₁ V ₂	5,0ab	14,3b	6,0b	9,0a	285,3a	1,30b
S ₁ V ₃	5,7b	12,7a	5,3a	10,0b	295,0a	1,59c
Velocidades d. semeadora 2						
S ₂ V ₁	5,0a	17,3c	7,4c	9,0a	272,4a	1,00a
S ₂ V ₂	5,0a	15,3b	6,5b	9,7a	275,9a	1,30b
S ₂ V ₃	5,7a	13,7a	5,8a	10,7b	286,8b	1,59c
Velocidades d. semeadora 3						
S ₃ V ₁	6,3a	19,0b	8,0b	10,0a	301,2a	0,98a
S ₃ V ₂	7,0a	16,7a	7,0a	11,7b	310,4a	1,27b
S ₃ V ₃	8,0b	16,0a	6,5a	13,0c	312,8a	1,55c

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

relação patinagem/condição do solo, para solo firme entre 10% e 15%, recomendado por Bowers (1978), e de acordo com ASAE (1989) que recomenda, para a máxima eficiência de tração em solos não mobilizados, uma patinagem entre 8,0% e 10%. Os valores maiores de patinagem, força de tração, potência por haste e consumo horário obtidos com a semeadora S_3 podem estar relacionados com o sistema de abertura de sulco para o fertilizante que é do tipo haste e disposto um pouco distante do disco de corte de palha. No caso da semeadora S_1 , embora o sistema seja o mesmo, sulcador e disco de corte estão posicionados juntos, formando sistema denominado guilhotina, o que facilita a abertura do sulco.

A força média na barra de tração e potência média por haste, oscilaram entre os menores índices de 12,7 kN e 5,3 kW por haste na S_1V_3 e os maiores índices de 19 kN e 8,0 kW por haste na S_3V_1 , com um aumento de perdas de 49% e 5%, respectivamente, entre os menores e os maiores índices registrados. A média geral da força na barra de tração foi de 15,7 kN e de potência por haste de 6,5 kW (Tabela 2). Resultados semelhantes, utilizando semeadora-adubadora de quatro linhas na semeadura de milho foram também encontrados por Casão Júnior et al. (1998) e Levien et al. (1999) e resultados diferentes com força média na barra tração de 8,48 kN, operando em velocidade mais baixa de 1,15 m.s⁻¹, foram encontrados por Chaplin et al. (1988) e Marques (1999) com força média na barra tração de 3,3 kN e 7,5 kW de potência na barra. Trabalhos publicados, como o de Casão Júnior et al. (2001), têm comprovado o aumento na demanda energética para semeadoras-adubadoras, com aumento da velocidade de deslocamento e a maior utilização do mecanismo para abertura de sulco do tipo haste (facão, botinha, etc.) em detrimento dos demais. Daniel (2005) comprova dificuldades de fabricantes verticalizados de semeadoras-adubadoras e tratores em assegurar a adequação do conjunto quando o agricultor troca o mecanismo de disco duplo de abertura do sulco para deposição do adubo, pelo de haste sulcadora.

A capacidade de campo oscilou entre o menor valor registrado em S_3V_1 de 0,98 ha.h⁻¹ e o maior valor registrado em S_1V_3 e S_2V_3 , de 1,59 ha.h⁻¹ e, à medida que a velocidade de deslocamento aumentou de V_1 para V_2 e para V_3 , com diferenças significativas para as três semeadoras S_1 , S_2 e S_3 , a média geral foi de 1,29 ha.h⁻¹, e as melhores capacidades de campo ocorreram na velocidade V_3 para as três semeadoras S_1 , S_2 e S_3 .

CONCLUSÕES

O uso de sistema de abertura de sulcos para deposição do fertilizante do tipo haste sulcadora (S_3)

aumenta as exigências de força de tração na barra, e potência por haste nas semeadoras, além dos consumos de combustível (horário e específico) e patinagem, em relação ao sistema de abertura de sulcos do tipo discos duplos (S_2).

A aproximação entre a haste sulcadora para fertilizante e o disco de corte de palha (S_1), proporcionou redução nos parâmetros patinagem, força de tração na barra, potência por haste e consumo de combustível (horário e específico) em comparação ao sistema semelhante utilizado na semeadora S_3 .

A capacidade de campo obtida pelas semeadoras S_1 e S_2 não se diferenciaram estatisticamente, sendo estatisticamente superiores a S_3 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural tractor test code**. Saint Joseph, 1989.
- BORGMAN, D. E.; HAINLINE, E.; LONG, M. E. **Fundamental of machine operation**. Moline: J. Deere Service, 1974. 304 p.
- BOWERS, W. **Matching equipment to big tractors of efficient field operations**. Saint Joseph: ASAE, 1978.
- CASÃO JÚNIOR, 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 do Instituto Agrônomo do Paraná**, Curitiba, n. 105, p. 1-47, 1998.
- CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A. G. **Dinâmica de semeadoras-adubadoras diretas em Marechal Cândido Rondon-PR: resultados de avaliação**. Londrina: IAPAR, 2001. 26 p.
- CHAPLIN, J.; JENANE, C.; LUEDERS, M. **Drawbar energy use for tillage operations on loamy sand**. Saint Joseph: ASAE, 1988.
- DANIEL, L. A. Semeadoras: como escolher. **Revista Cultivar Máquinas**, Pelotas, p. 10-12, jan. 2005.
- DANIEL, L. A.; VOLPATO, C. E. S.; LUCARELLI, J. R. de F. **Plantio direto: mecanização agrícola**. Brasília, DF: ABEAS/UnB, 2000. 126 p.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil:** sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

LEVIEN, R.; MARQUES, J. P.; BENEZ, S. H. Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays L.*), sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. CD-ROM.

MARQUES, J. P. **Manejo da vegetação espontânea para implantação da cultura do milho (*Zea mays L.*) em plantio**

direto e preparo convencional do solo. 1999. 98 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

MUZILLI, O. **O plantio direto no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1985.

REIS, E. F.; CUNHA, J. P. A. N.; FERNANDES, H. C.; RONDÓN, P. P. Influencia de mecanismos rompedores de solo no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Havana, v. 12, n. 4, p. 35-45, 2003.