

# DESEMPENHO OPERACIONAL DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA À TRACÇÃO ANIMAL, COM DIFERENTES SISTEMAS DE SULCADORES, REGULAGENS DE DISCO DE CORTE E COBERTURAS MORTAS, NO PLANTIO DIRETO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)<sup>1</sup>

Rogério de Araújo Almeida<sup>2</sup> e José Geraldo da Silva<sup>3</sup>

## ABSTRACT

PERFORMANCE EVALUATION OF AN ANIMAL TRACTION PLANTER WITH DIFFERENT SOIL OPENER SYSTEMS, COULTER SETTINGS AND MULCHINGS FOR BLACK BEANS DIRECT DRILLING (*Phaseolus vulgaris* L.)

In an essay, carried out in 1998, the performance of an animal traction planter for direct drilling of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) was evaluated. The experiment was carried out in a dystrophic dark red oxisol in the experimental fields of the Agronomy School of the Federal University of the State of Goiás, Brazil. Two levels of mulching, three soil opener systems, and two coulters settings were compared. Double disc opener reduced soil disturbance, required less power traction and energy.

KEY WORDS: Zero tillage, animal traction, planter machine.

## RESUMO

Em um experimento realizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, (GO), no ano de 1998, fez-se a avaliação do desempenho operacional de uma semeadora-adubadora à tração animal, no plantio direto do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi conduzido em um latossolo vermelho-escuro distrófico, textura média. Utilizaram-se dois tipos de cobertura morta, três sistemas de sulcador e duas regulagens para o disco de corte. O sistema de sulcador do tipo disco duplo defasado mobilizou menor volume de solo, exigiu menos potência no tracionamento e menor consumo de energia que os sistemas providos de sulcador do tipo facão.

PALAVRAS-CHAVE: Plantio direto, tração animal, semeadora.

## INTRODUÇÃO

Segundo Landers (1994) o plantio direto nas regiões do ecossistema cerrado se iniciou em Rio Verde (GO) em 1981. A partir de então, houve uma rápida expansão da utilização do sistema plantio direto no cerrado, alcançando cerca de dois milhões de hectares de área ocupada em 1996 (Pereira 1997) e dois milhões e oitocentos mil hectares em 1997 (Landers 1997). À margem desse processo, o pequeno agricultor continuava utilizando práticas tradicionais de manejo do solo (Casão Júnior & Ribeiro 1993). Nesta década de 1990, a pesquisa e a persistência de alguns

agricultores têm mostrado que o plantio direto pode ser viável também para o pequeno agricultor, com a utilização de equipamentos à tração animal ou mesmo manuais. Em 1993, a Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás iniciou trabalhos de pesquisa sobre plantio direto para pequenos produtores, desenvolvendo adaptações em uma matraca para ser utilizada no sistema (Almeida 1993). No ano seguinte iniciaram-se os estudos com a tração animal (Plantio 1996, Almeida 1997a, Almeida 1997b). As semeadoras utilizadas permitiram o desenvolvimento do sistema de plantio direto na região, todavia careciam de informações sobre seu desempenho nas condi-

1. Parte do trabalho de dissertação de mestrado do 1<sup>o</sup> autor, realizado na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Entregue para publicação em outubro de 1999.

2. Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, CP 131, 74.001-970. Goiânia, GO. E-mail: raa@agro.ufg.br.

3. Embrapa Arroz e Feijão. CP 179, 75.375-000. Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: jgeraldo@cnpaf.embrapa.br.

ções edafoclimáticas da região. Desse modo, foi conduzido este estudo, que teve por objetivo principal o desenvolvimento de adaptações e a avaliação de desempenho operacional de uma semeadora-adubadora à tração animal, no plantio direto do feijoeiro, utilizando-se diferentes sistemas de sulcadores, regulagens de disco de corte e coberturas mortas.

A presença da resteva no sistema de plantio direto implica a necessidade de semeadoras-adubadoras dotadas de discos de corte e elementos sulcadores apropriados para o corte de densas camadas de cobertura vegetal e para a deposição de sementes e adubo no solo não revolvido.

Phillips & Phillips (1984), Portella (1985), Rhoden (1985), Vargas (1985), Schulz (1987) e Landers (1994) sugerem que a semeadora para plantio direto deve ser capaz de: a) abrir sulcos com pouca remoção de terra e palha; b) cobrir as sementes, tirando o ar dos sulcos; c) não embuchar com palha ou terra; d) ter boa penetração e controle de profundidade; e) deixar as sementes em contato com o solo e não envolvidas na palha; e f) depositar o adubo em profundidade e distância adequadas para a semente.

Portella & Faganello (1985), buscando soluções para o manejo da resteva no PD., verificaram que o disco de corte plano frontal da semeadora era ineficaz para trabalhar em solos com elevada densidade de restos culturais. Experimentaram diversos arranjos facão/disco de corte, sem, todavia, obter cortes de 100% da resteva.

Portella *et al.* (1986) e Portella (1989), ao analisarem os sistemas sulcadores utilizados no Brasil, concluíram que: a) as semeadoras equipadas com triplo disco apresentam um alto rendimento operacional e o menor consumo de combustível, exigindo menos força de tração que os demais elementos sulcadores de solo, mas necessitando de um lastro adicional para obter boa penetração no solo; b) o rendimento operacional, a movimentação de solo e o consumo de combustível proporcionados por semeadoras equipadas com disco duplo defasado são similares àqueles apresentados nas semeadoras equipadas com triplo disco; c) os sulcadores tipo facão apresentam maior demanda de potência, maior volume de solo mobilizado e maior susceptibilidade ao embuchamento que os sulcadores dotados de discos.

Segundo Phillips & Phillips (1984), o sistema tipo facão oferece como vantagens a penetração em solos pesados e a deposição de adubo abaixo da superfície do solo. Os mesmos autores apontam como desvantagens: 1) não ser possível trabalhar em áreas

com pedras, tocos, raízes ou outros obstáculos; 2) exigir condições adequadas de umidade (quando o solo está muito seco e duro, esse tipo de sulcador tende a levantar torrões de solo, ou fazer muitas rachaduras perto da linha, levando a uma rápida secagem do solo); 3) embuchar, reduzindo o rendimento operacional; 4) produzir bolsas de ar e tender a deixar um pequeno túnel na zona de sementes, quando operando em condições de umidade elevada no solo; e 5) requerer maior potência para o tracionamento. Segundo Landers (1994), o facão fino tem as vantagens de deixar o adubo na linha da semente, de penetrar melhor em solo seco e de fazer um pequeno preparo do solo na linha de semeadura, descompactando o solo superficial.

Faganello *et al.* (1992) avaliaram no campo a *performance* dos mecanismos de corte e de sulcamento do solo: disco simples, plano liso; disco simples, plano recortado; disco simples, ondulado; disco simples, estriado; disco duplo, defasado liso; disco duplo, defasado recortado e disco duplo, defasado combinado. Segundo eles, discos planos e afiados cortam melhor os restos culturais depositados na superfície do solo e demandam menor peso para penetração, contrastando com os discos estriados e ondulados que possuem maior superfície específica.

Segundo Phillips & Phillips (1984), o peso em cima de cada disco é um fator importante para o corte da palha. Máquinas leves podem apresentar dificuldades de corte e de penetração dos discos no solo, o que pode ser resolvido pelo adicionamento de pesos ao chassis do equipamento. Em tração animal, a adição de peso é limitada visto que o animal pode não suportar a carga (Casão Júnior & Ribeiro 1993).

As necessidades de tração dos implementos dependem de variáveis como o solo, o próprio implemento e outras. O implemento pode influir no esforço de tração, devido ao tipo de ferramenta usada, às características do metal que está em contato com o solo, à superfície em contato com o solo, à curvatura, à forma e às condições da superfície da ferramenta na qual a força é aplicada. A largura e a profundidade do sulco, bem como a velocidade de deslocamento da máquina, também influem na necessidade de tração (Boller *et al.* 1991). Segundo Chang (1991), em condições normais de trabalho, o animal tem capacidade de tração em torno de 15 a 20% de seu peso. Cargas de pico instantâneas no valor de 200% de seu peso, ou mais, podem ser vencidas pelo animal através do uso de seu peso corporal, gerando um momento ou uma força de impacto. Se-

gundo Asae (1981), a força de tração requerida por uma semeadora-adubadora de precisão varia entre 110 a 200kgf por linha, incluindo a resistência ao rolamento do rodado.

Nos últimos dez anos, verificou-se um grande desenvolvimento de implementos agrícolas tracionados por animal para uso em plantio direto no Brasil, principalmente nos estados da Região Sul. Em termos de plantio, existem hoje dezenas de marcas e modelos à disposição dos agricultores. Todavia, embora muitos autores (BASF 1985, e Balbino *et al.* 1996) afirmem que as semeadoras já não constituem entrave à instalação do sistema de plantio direto na pequena propriedade, constata-se que estas ainda não atendem às exigências agrônomicas, necessitando portanto de muito trabalho de pesquisa (Faganello 1998).\*

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido num latossolo vermelho-escuro, distrófico, fortemente drenado, com 35,3% de argila, 14,2% de silte e 50,5% de areia, na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia (16°36' de latitude sul, 49°17' de longitude oeste e 730m de altitude), no ano de 1998. Como cultura principal utilizou-se o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar "pérola", pertencente ao grupo "carioca". Avaliou-se o desempenho operacional de uma semeadora-adubadora à tração animal, utilizando-se três sistemas de sulcadores (S1, S2 e S3), combinados com duas posições da roda limitadora de profundidade em relação ao disco de corte (E1 e E2) e dois tipos de cobertura de solo (C1 e C2). Os sistemas S1, S2 e S3 referem-se, respectivamente, a um sulcador único, tipo facão, para adubo e sementes; um sulcador tipo facão para adubo com outro tipo disco duplo para sementes e um sulcador tipo disco duplo defasado para adubo com outro tipo disco duplo para sementes. As posições E1 e E2 correspondem ao disco de corte com e sem encaixe, respectivamente, denominando-se encaixe a regulagem onde o disco de corte foi encaixado pela roda limitadora de profundidade, de tal forma que o corte da palha se dava no momento exato em que esta se encontrava presa pelos dois lados da roda (Figura 1). Para os tipos de cobertura de solo, C1 refere-se à cobertura propiciada pelo cultivo de milho (*Pennisetum americanum*) e C2 corresponde à cobertura propiciada pelas pró-

prias plantas daninhas nascidas espontaneamente na área. Utilizou-se um fatorial 2 x 2 x 3 (C1, C2 x E1, E2 x S1, S2, S3), no esquema de parcelas subdivididas, com duas repetições. Nas parcelas foram dispostas as coberturas vegetais e nas subparcelas as posições de encaixe e os tipos de sulcadores.

Efetuiu-se o preparo do solo com duas gradagens aradoras e uma leve. Uma semana depois, procedeu-se à semeadura do milho na metade superior da área experimental. A área foi irrigada por meio da aspersão convencional para garantir a germinação e o desenvolvimento do milho, assim como das plantas daninhas na metade inferior da área experimental. No florescimento do milho, aplicou-se 2,5 L.ha<sup>-1</sup> de glyphosate, na forma do produto comercial Roundup, com 480 g.L<sup>-1</sup> do ingrediente ativo, em toda a área. Nos dias 10 e 11 de setembro procedeu-se à semeadura do feijão. As coberturas vegetais encontravam-se devidamente secas e a área havia sido previamente irrigada para garantir um teor adequado de umidade. A semeadora-adubadora foi tracionada por um microtrator, marca Agrale, modelo 4100, em segunda marcha simples com 50% de aceleração no motor e regulada para distribuir 18,1 sementes por metro (80,0% de germinação e 283,2 gramas por 1.000 sementes) e 250 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante químico da fórmula 4-30-16, atendendo a recomendação de Moraes (1988). A barra de tração do microtrator foi posicionada a 400mm da superfície do solo. Aos 20 dias após a emergência, foi efetuado o controle de plantas daninhas com a aplicação de 1,0 L.ha<sup>-1</sup> de fomesafen, na forma do produto comercial Flex, com 250 g.L<sup>-1</sup> do ingrediente ativo, mais 1,0 L.ha<sup>-1</sup> de Fluosifop-P-Butil na forma do produto comercial Fusilade 125, com 12,5 g.L<sup>-1</sup> do ingrediente ativo.

Avaliaram-se os seguintes itens: 1) a massa da semeadora adubadora em cada uma das regulagens; 2) a densidade de cobertura da superfície do solo conforme Lafien *et al.* (1981); 3) a massa seca da cobertura do solo (Popinigis 1977); 4) a umidade do solo (Embrapa, 1979); 5) a densidade do solo (Embrapa, 1979); 6) a resistência do solo à penetração (até 150mm, utilizando-se um penetrógrafo Penetrographer SC-60); 7) a mobilização do solo (volume de solo mobilizado e área da seção do sulco de semeadura); 8) o patinamento da roda da semeadora; 9) a velocidade de operação; 10) a capacidade teórica de trabalho; 11) a força para o tracionamento, (utilizando-se um dinamômetro desenvolvido para este fim, Figura 2); 12) a força específica; 13) a potência para o tracionamento; 14) a potência específica; e 15) o consumo de energia por área trabalhada.

\* Antonio Faganello, informação pessoal obtida durante o 6.º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, no minicurso Plantio Direto na pequena propriedade. Brasília, 16 a 20 de junho de 1998.

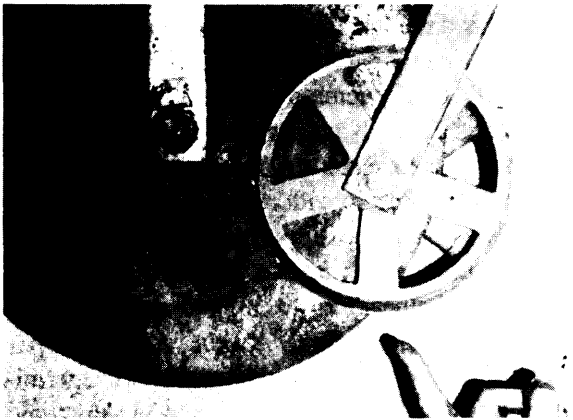


Figura 1. Detalhe do encaixe do disco de corte na roda limitadora de profundidade, possibilitado pelo desenvolvimento de uma roda limitadora com eixo duplo

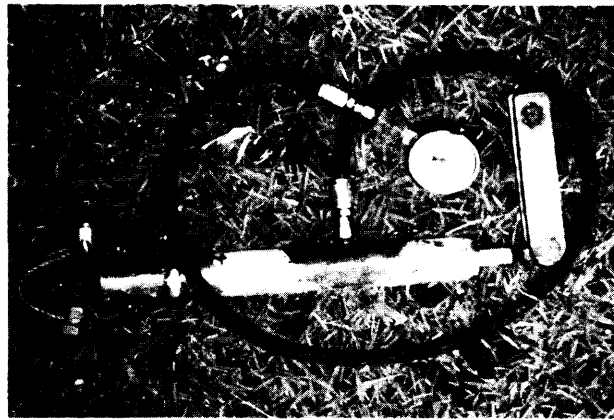


Figura 2. Dinamômetro desenvolvido para avaliação do esforço de tração

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadora-adubadora, acrescida de um contrapeso adicionado ao seu chassi para aumentar a eficiência no corte da palha e na abertura dos sulcos de semeadura, possuía massas de 76,1; 80,0 e 81,2kg, respectivamente, para as montagens com os sistemas sulcadores S1, S2 e S3. Os valores obtidos para a densidade, a umidade e a resistência do solo à penetração e para a densidade e a massa seca da cobertura vegetal são apresentados na Tabela 1.

A média de mobilização de solo pela semeadora, no sulco de semeadura, foi de 66,75 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Houve diferença significativa para esse parâmetro em função apenas do tipo de sulcador (Tabela 2). O tipo de sulcador S3 mobilizou um menor volume de solo que o S1 e o S2, que não diferiram entre si. Portella (1989) também observou maiores volumes de solo mobilizado, quando eram utilizados sulcadores do tipo facão.

O valor médio para a área da seção transversal do sulco de semeadura foi de 3,0 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>. A análise de variância detectou diferença significativa para a variável tipo de sulcador, não havendo diferença estatística para as demais variáveis e interações. O

tratamento com o sulcador S3 resultou em menor área da seção transversal do sulco de semeadura que os tratamentos com S1 e S2, que não diferiram entre si (Tabela 2).

O índice médio de patinamento observado nas rodas motrizes da semeadora em operação foi de 11,02%, não sendo constatada diferença estatística para este parâmetro, em função das variáveis estudadas (Tabela 2). A patinagem das rodas motrizes leva à redução da quantidade de semente e de adubo dosada e distribuída pela semeadora. O resultado observado alerta para a necessidade de conferir a distribuição de semente e de adubo das semeadoras-adubadoras em condições reais de trabalho, uma vez que os valores encontrados nas regulagens teóricas podem sofrer alterações significativas no campo, em função do patinamento. Mantovani *et al.* (1992), avaliando a eficiência operacional de oito semeadoras-adubadoras de milho, encontraram um valor médio de 5,9 % para a patinagem da roda motriz, na condição de solo sob preparo convencional. Os maiores valores observados neste trabalho podem ser explicados pela menor massa sobre a roda motriz e pela superfície de solo não preparada.

Tabela 1. Densidade, umidade e resistência do solo à penetração e densidade e massa seca da cobertura vegetal, observados no experimento.

Cobertura	Densidade do solo (g.cm <sup>-3</sup> )	Umidade do solo (%)	Resistência à penetração (kPa)	Cobertura vegetal	
				Densidade (%)	Massa seca (kg.ha <sup>-1</sup> )
C1	1,50	18,1	1.047	94,5	5.197
C2	1,46	17,7	1.066	67,5	1.549

Tabela 2. Mobilização do solo, patinamento das rodas da semeadora, velocidade de operação e capacidade teórica de trabalho, em função da cobertura vegetal do solo, do tipo de encaixe do disco de corte e do tipo de sulcador, obtidos com uma semeadora-adubadora à tração animal, na semeadura direta do feijoeiro. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. 1998.

Variável	Mobilização do solo		Patinamento (%)	Velocidade (m.s <sup>-1</sup> )	Capacidade de trabalho (ha.h <sup>-1</sup> )
	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Área da secção x 10 <sup>-3</sup> (m <sup>2</sup> )			
<b>Cobertura</b>					
C1	71,29 a <sup>1</sup>	3,21 a	11,19 a <sup>1</sup>	0,72 a	0,1166 a
C2	62,21 a	2,80 a	10,86 a	0,72 a	0,1163 a
DMS	15,12	0,68	3,12	0,02	0,0037
<b>Encaixe</b>					
E1	69,46 a	3,12 a	11,83 a	0,71 a	0,1149 a
E2	64,04 a	2,88 a	10,21 a	0,73 a	0,1179 a
DMS	15,12	0,68	3,12	0,02	0,0037
<b>Sulcador</b>					
S1	73,66 b	3,31 b	10,71 a	0,71 a	0,1151 a
S2	91,15 b	4,10 b	11,30 a	0,72 a	0,1170 a
S3	35,44 a	1,59 a	11,07 a	0,72 a	0,1171 a
DMS	22,79	1,00	4,71	0,03	0,0056
CV (%)	24,9	24,9	31,1	3,5	3,5

1: As médias seguidas pela mesma letra na vertical, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A velocidade média da máquina durante a operação de semeadura foi de 0,72m.s<sup>-1</sup>. Não foram constatadas diferenças significativas nos valores de velocidade devido às variáveis cobertura vegetal do solo, sistema de encaixe do disco de corte e tipo de sulcador, bem como de suas interações (Tabela 2). Durante o ensaio observou-se que o esforço exigido para o tracionamento da semeadora em cada tratamento não diferenciou suficientemente para provocar elevação no patinamento das rodas do microtrator e, conseqüentemente, reduzir a velocidade de operação.

O valor médio para a capacidade teórica de trabalho foi de 0,1165 ha.h<sup>-1</sup>. A análise estatística dos dados mostrou tendências semelhantes às verificadas para a velocidade de operação (Tabela 2), havendo correlação positiva entre a capacidade teórica de trabalho e a velocidade de operação da semeadora-adubadora ( $r = 1,00$  e  $p < 0,01$ ), o que se explica pelo fato de o espaçamento entre linhas ter sido constante no experimento.

O esforço médio necessário ao tracionamento

da semeadora-adubadora nos diversos tratamentos foi de 75,19kgf. A análise de variância mostrou diferença significativa no requerimento de força de tração entre os diferentes tipos de sulcadores. Não houve diferenças estatísticas para os tipos de cobertura vegetal e de encaixe do disco de corte (Tabela 3). O sulcador S3 proporcionou menor requerimento de força de tração que os sulcadores S1 e S2. Estes demandaram esforços semelhantes para o seu tracionamento. Portella *et al.* (1986) e Portella (1989) também observaram menor esforço de tração para os sulcadores de disco, comparando-se com sistemas de facão. Houve correlação positiva entre o esforço necessário ao tracionamento e o volume do solo mobilizado e a área da secção transversal do sulco ( $r = 0,65$  e  $p < 0,01$ , para ambos os parâmetros). Os resultados conferem com os observados por Boller *et al.* (1991). Segundo esses autores, o esforço necessário à tração é maior para os sulcadores que mobilizam maiores volumes de solo.

Tabela 3. Requerimentos de força e de potência e consumo de energia para o tracionamento, em função da cobertura vegetal do solo, do tipo de encaixe do disco de corte e do tipo de sulcador, obtidos com uma semeadora-adubadora à tração animal, na semeadura direta do feijoeiro. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. 1998.

Variável	Força (kgf)	Força Específica (kgf.m <sup>-2</sup> )	Potência (kw)	Potência Específica (kw.m <sup>-2</sup> )	Consumo de Energia (kw.h.ha <sup>-1</sup> )
<b>Cobertura</b>					
C1	75,41 a <sup>1</sup>	25.138 a	0,5322 a	176,63 a	4,57 a
C2	74,96 a	302.36 a	0,5273 a	211,76 a	4,54 a
DMS	11,99	12.319	0,09	82,84	0,73
<b>Encaixe</b>					
E1	73,86 a	27.550 a	0,5132 a	190,00 a	4,47 a
E2	76,51 a	27.823 a	0,5464 a	198,39 a	4,63 a
DMS	11,99	12.319	0,09	82,84	0,73
<b>Sulcador</b>					
S1	94,15 b	29.421 a	0,6567 b	204,51 a	5,70 b
S2	89,88 b	23.605 a	0,6391 b	167,04 a	5,44 b
S3	41,54 a	30.035 a	0,2934 a	210,98 a	2,52 a
DMS	18,07	18.562	0,1389	124,82	1,09
CV (%)	17,5	48,9	19,1	46,9	17,5

1. As médias seguidas pela mesma letra na vertical, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O valor médio da força específica para o tracionamento da semeadora-adubadora foi de 27.687 kgf.m<sup>-2</sup>. A análise de variância não detectou diferença significativa nesse parâmetro para as variáveis estudadas e suas interações (Tabela 3). Apesar de os tratamentos envolvendo S3 terem proporcionado menor secção de sulco mobilizado, eles exigiram menores esforços para tração, de tal forma que a tração específica resultante não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. A força específica para o tracionamento correlacionou-se negativamente com o volume do solo mobilizado e com a área da secção transversal do sulco ( $r = -0,55$  e  $p < 0,01$ , para ambos os parâmetros) e, ainda, com a velocidade de operação e com a capacidade teórica de trabalho ( $r = -0,44$  e  $p < 0,05$ , para ambos parâmetros).

O valor médio da potência exigida no tracionamento da semeadora-adubadora foi de 0,53 kw. A análise de variância mostrou diferença significativa para a variável tipo de sulcador, não havendo diferença estatística para as demais variáveis e interações (Tabela 3). Conforme foi constatado no

parâmetro força para o tracionamento, o sulcador S3 demandou menor potência que S1 e S2, que não diferiram entre si. Os resultados obtidos estão de acordo com Phillips & Phillips (1984), Landers (1994) e Portella (1989). Segundo eles, os sistemas de sulcadores com facão demandam maior potência para tracionamento, quando comparados aos de disco. Houve correlação positiva da potência exigida no tracionamento da semeadora-adubadora com a força para o tracionamento ( $r = 0,99$  e  $p < 0,01$ ), com o volume do solo mobilizado e com a área da secção transversal do sulco ( $r = 0,68$  e  $p < 0,01$ , para ambos os parâmetros).

O valor médio da potência específica por unidade de área observado foi de 194,2 kw.m<sup>-2</sup>. Não foram detectadas diferenças significativas entre os valores, influenciados pelas variáveis estudadas e suas interações (Tabela 3). Observa-se que a potência exigida na tração foi menor para os tratamentos com S3. A área da secção do sulco de semeadura, todavia, também foi menor nesses tratamentos, o que levou a valores estatisticamente semelhantes para a

potência específica por unidade de área. Houve uma correlação negativa da potência específica com o volume do solo mobilizado e a área da seção transversal do sulco ( $r = -0,54$  e  $p < 0,01$ , para ambos os parâmetros) e correlação positiva com a força específica para o tracionamento da semeadora ( $r = 0,99$  e  $p < 0,01$ ).

O valor médio do consumo de energia da semeadora-adubadora pela capacidade teórica de trabalho foi de  $4,55 \text{ kw.h.ha}^{-1}$ . Estatisticamente, os valores apresentaram comportamento semelhante aos da potência exigida na tração (Tabela 3). Isso ocorreu porque os valores da capacidade teórica de trabalho foram semelhantes, independentemente dos tratamentos aplicados. Houve correlação positiva entre o consumo de energia por área trabalhada e a força para o tracionamento da semeadora-adubadora ( $r = 1,00$  e  $p < 0,01$ ), a potência para o tracionamento ( $r = 0,99$  e  $p < 0,01$ ) e o volume do solo mobilizado e a área da seção transversal do sulco ( $r = 0,65$  e  $p < 0,01$ , para ambos os parâmetros).

## CONCLUSÕES

O sistema sulcador tipo disco duplo defasado mobilizou menor volume de solo, exigiu menores esforços e potência para o tracionamento e apresentou menor gasto de energia que os sistemas providos de sulcador do tipo facão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R. A. 1993. Adaptação da matraca ao plantio direto em pequenas propriedades. In Encontro Latino-Americano Sobre Plantio Direto na Pequena Propriedade, 1. Ponta Grossa, PR. p. 251-57. Anais.
- Almeida, R. A. 1997a. Plantio direto, um santo remédio contra a erosão. *Directions. Sustainable agriculture*. Washington: Partners of the Americas. p. 13-16.
- Almeida, R. A. 1997b. Projeto de extensão Apasa – Associação de Pequenos Agricultores do Serra-Abaixo. *Revista de Extensão Universitária*, 1 (2) : 77-85.
- Asae 1981. Agricultural machinery management data. *Agricultural Engineers Yearbook*, St. Joseph. p. 231-38.
- Balbino, L. C., J. A. A. Moreira, J. G. Silva, E. F. Oliveira & I. P. Oliveira. 1996. Plantio direto. In Araújo, R. S., C. A. Rava, L. F. Stone, & M. J. O. Zimmermann. (Coords.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Potafós. Piracicaba, SP. p. 301-52.
- Basf. 1985. Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto. São Paulo. 56p.
- Boller, W., V.A. Klein, A.U. Dallmeyer & P. Schons. 1991. Força de tração e potência para operar com uma semeadora-adubadora de precisão em solo sob preparo reduzido. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 20. Londrina, PR. SBEA, 2: 1111-125.
- Casão Júnior, R. & M. F. S. Ribeiro. 1993. A experiência do Iapar com plantio direto em pequenas propriedades no Paraná. In Encontro Latino-Americano Sobre Plantio Direto na Pequena Propriedade, 1. Ponta Grossa, PR. p. 359-73. Anais.
- Chang, C. 1991. Estudo da mecânica da tração animal. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 20. Londrina, PR. SBEA, 2 : 1226-236. Anais.
- Embrapa. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro, RJ.
- Faganello, A., R. A. Kochhann & J. A. Portella. 1992. Desenvolvimento de mecanismos de corte para semeadoras de plantio direto. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 21. Santa Maria, RS. SBEA, 2 : 1262-269. Anais.
- Lafren, J. M., M. Amemiya & E. A. Hintz. 1981. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, 36 (6) : 341-43.
- Landers, J. N. 1994. Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. APDC. 261p.
- Mantovani, E. C., S. Bertaux & F. E. C. Rocha. 1992. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27 (12) : 1579-586.
- Moraes, J. F. V. 1988. Calagem e adubação. In M. J. O. Zimmermann, M. Rocha, & T. Yamada. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Potafós. Piracicaba, SP. p. 261-301.
- Pereira, M. H. 1997. A segunda revolução verde. In Saturnino, H., & J. N. Landers. (Eds.). *O meio ambiente e o plantio direto*. p. 25-28. EMBRAPA-SPI.
- Phillips, R. E. & S. H. Phillips. 1984. *No tillage agriculture: principles and practices*. New York: Van Nostrand Reinhold. p. 254-69.
- Plantio direto, um santo remédio contra a erosão. 1996. *Revista Produtiva*, 1 (9) : 17-20.
- Popinigis, F. 1977. *Fisiologia de sementes*. Agiplan, Brasília. 289p.