

DESLIZAMENTO DAS RODAS DE ACIONAMENTO DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA EM FUNÇÃO DA CARGA DE ADUBO NO DEPÓSITO E DA VELOCIDADE OPERACIONAL

MARCONI RIBEIRO FURTADO JÚNIOR¹, HAROLDO CARLOS FERNANDES², DANIEL MARIANO LEITE³, ANDERSON CANDIDO DA SILVA⁴, PAULO ROBERTO FORASTIERE⁵

¹ Eng. Agrônomo, Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa – MG, Fone: (0XX31) 3899 – 3461, marconi.furtado@gmail.com.

² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

³ Lic. Ciências Agrícolas, Professor, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Petrolina – PB.

⁴ Eng. Agrônomo, Mestrando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

⁵ Eng. Agrônomo, Mestrando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A maioria das semeadoras-adubadoras utilizadas no Brasil apresenta os sistemas de dosagem, de sementes e de adubo, baseados no acionamento mecânico de uma roda de terra. O deslizamento desta roda implica na não distribuição da semente e do adubo, o que culmina na perda da uniformidade do estande de determinada cultura. Objetivou-se com este trabalho avaliar o deslizamento das rodas de acionamento de uma semeadora-adubadora em função da carga de adubo no depósito e da velocidade operacional. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre duas velocidades operacionais (4,61 e 6,62 Km h⁻¹) com cinco cargas de adubo no depósito (0, 60, 120, 180 e 240 Kg), no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O experimento foi realizado sobre solo preparado convencionalmente. Os parâmetros de interesse foram obtidos mediante a utilização de transdutores conectados a um sistema de aquisição de dados. O deslizamento das rodas de acionamento foi de 2,85 e 3,64% para as velocidades operacionais de 4,61 e 6,62 Km h⁻¹, respectivamente. A carga de adubo no depósito da semeadora-adubadora apresentou efeito quadrático e positivo no deslizamento das rodas de acionamento, com coeficiente de determinação (R²) de 65,39%.

PALAVRAS-CHAVE: Uniformidade de semeadura, qualidade de distribuição, patinagem.

SLIP OF ACTUATING WHEELS OF A SEEDER IN FUNCTION OF FERTILIZER LOAD ON THE DEPOSIT AND OPERATING SPEED

ABSTRACT: Most seeders used in Brazil presents the dosing systems, of seeds and fertilizer, based on mechanical actuation of a ground wheel. The slip of this wheel implies in a no distribution of seeds and fertilizer, which culminates in loss of uniformity of the stand of a particular culture. Aimed with this work evaluate the ground wheel slip of a seeder in function of fertilizer load and operating speed. The treatments were consisted of the combination

between two operating speeds (4.61 e 6.62 Km h⁻¹) and five fertilizer loads (0, 60, 120, 180 e 240 Kg), in a completely randomized design with four replications. The experiment was realized under conventional tillage system. The interest parameters were obtained by the utilization of transducers connected on a data acquisition system. The ground wheels slip was 2.85 and 3.64% for the operating speeds of 4.61 and 6.62 Km h⁻¹, respectively. The fertilizer load in the seeder deposit had quadratic effect on the ground wheels slip, with determination coefficient (R²) of 65.39%.

KEYWORDS: Sowing uniformity, distribution quality, slip.

INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário agrícola mundial por ser um país com elevada produção, figurando entre os cinco maiores produtores de cereais do mundo. Certamente esse quadro só foi possível graças ao desenvolvimento tecnológico dos vários processos inerentes a produção. O trator aparece como a principal fonte de potência na produção agrícola, sendo que tamanha importância está diretamente relacionada ao elevado número de tarefas que tal máquina é capaz de desempenhar ao longo do processo produtivo.

No cultivo de cereais como milho, soja e feijão, a propagação ocorre por meio de sementes, que precisam ser dosadas e depositadas no solo de maneira correta, de modo a garantir uma população adequada de plantas e uma boa produtividade. O equipamento que, acoplado ao trator agrícola, desempenha a função de dosar e depositar sementes no solo com espaçamentos previamente estabelecidos recebe o nome de semeadora. Quando esse mesmo dispositivo exerce, concomitantemente, a função de adicionar adubo de forma homogênea e controlada junto à semente, recebe então a denominação de semeadora-adubadora.

A semeadora-adubadora é um dispositivo constituído de mecanismos que possibilitam a dosagem e deposição da semente e do adubo no solo da maneira correta, sendo boa parte desses mecanismos acionados por uma roda que é também responsável pela sustentação da máquina e que em alguns casos pode controlar a profundidade de trabalho da máquina.

A roda de acionamento, ao longo de seu movimento, está sujeita ao aparecimento de uma diferença percentual entre as velocidades de translação e tangencial periférica, caracterizando então o deslizamento desse dispositivo. Esse deslizamento, no entanto, difere daquele apresentado por rodas motrizes e que é caracterizado pela maior velocidade tangencial periférica em detrimento da translacional. Pela análise do comportamento de uma roda movida sobre superfície deformável, como descrito em Goering et al. (2003), é possível pressupor que o índice deslizamento e a resistência ao rolamento da roda de acionamento serão dependentes da carga vertical aplicada sobre o eixo.

As semeadoras-adubadoras são providas de dois reservatórios, sendo um destinado para adubo e o outro para sementes. A diferença entre o peso da máquina com os depósitos cheios e completamente vazios é muito grande, o que acarreta numa variação acentuada da carga aplicada sobre o eixo da roda de acionamento da semeadora.

Segundo Vale (2007), toda vez que a roda de acionamento da semeadora-adubadora desliza, interrompe-se o acionamento dos mecanismos de distribuição de adubo e semente, acarretando em falhas no plantio. A formação de um estande adequado é de extrema importância para garantir índices de produtividade satisfatórios para qualquer cultura comercialmente explorada.

O deslizamento dos rodados de acionamento e a uniformidade de distribuição de semeadoras-adubadoras, e suas implicações na formação do estande final de plantas já foram anteriormente estudadas (VALE et al., 2010; MATTAR, 2010; MAHL, 2006; GARCIA ET AL., 2011; FRABETTI et al., 2011; ALBIERO et al., 2012).

De acordo com o exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da carga de adubo no depósito e da velocidade operacional no índice de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área experimental pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa-MG. O solo classificado como argissolo vermelho amarelo distrófico segundo a classificação da Embrapa (1999), com declividade média de 1%.

O experimento foi realizado em esquema fatorial com duas velocidades (4,61 e 6,62 Km h⁻¹, correspondentes às marchas B1 e B2, respectivamente, no regime de rotação nominal do motor – 2250 rpm) e cinco níveis de carga no depósito de adubo (0, 60, 120, 180 e 240 Kg), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

A área experimental foi submetida ao preparo convencional do solo, constituído de uma aração e duas gradagens, e logo em seguida foram demarcadas as parcelas com dimensões de 2 metros de largura por 20 metros de comprimento. Foram coletadas amostras de solo da área na camada de 0 a 0,2 metros de profundidade, com o intuito de se determinar a densidade do solo e o teor de água, conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). A resistência do solo à penetração foi obtida para a camada de 0 a 0,3 metros de profundidade, utilizando-se um penetrômetro da marca DLG[®], modelo PNT – 2000.

Foi utilizado um trator da marca John Deere[®], modelo 5705, com 62,52 kW (85 cv) de potência, turboalimentado e com tração 4 x 2 com tração dianteira auxiliar (TDA). Durante a operação o trator permaneceu com 300 kg de lastro dianteiro e 75 kg em cada roda traseira. A tração dianteira auxiliar permaneceu desligada em todos os testes realizados.

Foi utilizada uma semeadora-adubadora da marca SeedMax[®], modelo 2123, com capacidade para 240 Kg de adubo e 45 litros de semente por unidade de distribuição, chassi de 1,73 metros com três unidades de distribuição, espaçadas para a cultura da soja (0,45 m). A máquina conta com duas rodas laterais afixadas ao chassi, que são responsáveis pela sustentação da máquina e acionamento dos mecanismos dosadores de adubo e semente. A semeadora-adubadora estava equipada com pneus da marca Maggion[®], modelo 5.60-15, com pressão interna ajustada para 137,9 kPa e raio de rolamento de 0,32 m. O reservatório de sementes de cada unidade distribuidora permaneceu vazio durante a realização dos testes.

Para a determinação da velocidade real de deslocamento do trator utilizou-se um radar de efeito Doppler, fabricado pela Dickey John[®], modelo Radar II, o qual foi acoplado ao chassi do trator.

A velocidade tangencial periférica das rodas de acionamento da semeadora-adubadora foi obtida utilizando-se transdutores magnéticos indutivos, marca Autonics[®], modelo PRCM 18, associados às engrenagens das rodas de acionamento (Figura 1), as quais serviram como sistema referencial. Os transdutores foram conectados ao sistema de aquisição de dados Spider 8[®] e configurados pelo software Catman 2.2[®], ambos disponibilizados pela HBM[®].



FIGURA 1. Transdutor indutivo utilizado para determinar a velocidade angular das rodas de acionamento da semeadora-adubadora.

Os índices de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora foram obtidos conforme equação 1.

$$D = \frac{V_{tt} - V_{rd}}{V_{tt}} 100 \quad (1)$$

em que,

D – Deslizamento (%);

V_{tt} – Velocidade tangencial periférica dos rodados (Km h^{-1}); e,

V_{rd} – Velocidade real de deslocamento do conjunto (Km h^{-1}).

Na análise dos dados de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora foi considerado também a influência do lado da roda no chassi (esquerdo e direito). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a influência da velocidade e da carga de adubo no depósito nos índices de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora. Posteriormente, ajustou-se um modelo de regressão linear para descrever o comportamento do índice de deslizamento em função dos fatores com influência significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise de variância para os índices de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora.

TABELA 1. Análise de variância para o efeito dos tratamentos (V – Velocidade operacional, C – Carga de adubo e P – Posicionamento da roda) no deslizamento percentual da roda de acionamento. **Analysis of variance for the effects of treatments (V – Operational speed, C – Fertilizer load and P – Wheel positioning) in the slip percentage of actuating wheel.**

| Fonte de variação | Grau de liberdade | Soma de quadrados | Quadrado médio | F |
|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Velocidade (V) | 1 | 13,7200 | 13,7200 | 5,4980* |
| Carga (C) | 4 | 194,9323 | 48,7331 | 19,5288* |
| Posição (P) | 1 | 1,9375 | 1,9375 | 0,7764 ^{ns} |
| V X C | 4 | 14,4230 | 3,6058 | 1,4449 ^{ns} |
| V X P | 1 | 0,7050 | 0,7050 | 0,2825 ^{ns} |
| C X P | 4 | 50,3520 | 12,5880 | 5,0444* |
| V X C X P | 4 | 11,4897 | 2,8724 | 1,1511 ^{ns} |
| Resíduo | 60 | 149,7270 | 2,4955 | - |
| Total | 79 | - | - | - |

(*) Significativo e (^{ns}) Não significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados evidenciaram que os fatores carga e velocidade, atuando independentemente, exercem influência significativa nos índices de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora.

O índice de deslizamento médio das rodas de acionamento foi de 2,85% para a velocidade de 4,61 Km h⁻¹ e de 3,64% para a velocidade de 6,62 Km h⁻¹, sendo estatisticamente diferentes de acordo com os resultados da Tabela 1.

Como a interação tripla foi não significativa, a soma de quadrados foi recalculada sem essa fonte de variação e não houve mudança na significância dos demais fatores. A interação entre carga e posição apresentou-se significativa na análise de variância, sendo necessário o estudo do fator posição dentro de cada carga estudada. Na Tabela 2 estão apresentados os resultados do estudo do fator posição dentro de cada nível do fator carga.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para o desdobramento da interação entre posição e carga. **Summary of analysis of variance for the unfolding of the interaction between position and load.**

| Fontes de variação | Grau de liberdade | Soma de quadrados | Quadrado médio | F |
|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Posição/Carga(0) | 1 | 27,9312 | 27,9312 | 8,6728* |
| Posição /Carga(60) | 1 | 3,3306 | 3,3306 | 0,9991 ^{ns} |
| Posição /Carga(120) | 1 | 7,1958 | 7,1958 | 2,7486 ^{ns} |
| Posição /Carga(180) | 1 | 0,0306 | 0,0306 | 0,0168 ^{ns} |
| Posição /Carga(240) | 1 | 2,9412 | 2,9412 | 1,3279 ^{ns} |
| Resíduo | 60 | 144,587 | 2,4100 | - |

(*) Significativo e (ns) Não significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os índices de deslizamento entre as duas rodas de acionamento foram estatisticamente

diferentes quando a semeadora-adubadora operou com o depósito de adubo completamente vazio, o que pode ser explicado pela baixa de carga sobre o eixo das rodas.

Com o acréscimo de carga no depósito de adubo, o atrito das rodas com o solo aumenta de forma homogênea entre os dois rodados, dessa forma os índices de deslizamento entre as duas rodas de acionamento não diferiram estatisticamente.

A influência da carga de adubo no depósito da semeadora-adubadora nos índices de deslizamento foi analisada por meio de regressão linear, não sendo considerados os valores obtidos na situação em que o implemento estava com o depósito de adubo completamente vazio, pois nesse caso houve uma diferença significativa do índice de deslizamento entre as duas rodas. Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de variância da regressão para o modelo ajustado e na Tabela 4 os resultados do teste t realizado para verificar a significância dos parâmetros ajustados.

TABELA 3. Análise de variância do modelo ajustado para estimar o índice de deslizamento das rodas de acionamento em função da carga de adubo. **Analysis of variance for the adjusted model to estimate the slip of actuating wheels in function of fertilizer weight.**

| Fonte de variação | Grau de liberdade | Soma de quadrados | Quadrado médio | F |
|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Regressão | 2 | 55,9610 | 40,9567 | 31,4133* |
| Resíduos | 29 | 39,2456 | 1,3533 | - |
| Falta de ajuste | 1 | 2,7393 | 2,7393 | 2,1010 ^{ns} |
| Erro Puro | 28 | 36,5063 | 1,3038 | - |
| Total | 31 | 92,2066 | - | - |

(*) Significativo e (^{ns}) Não significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 4. Resultados do teste t para os parâmetros estimados. **Test t results for the estimated parameters.**

| Variável | Grau de liberdade | Parâmetros estimados | Erro padrão | Valor de t |
|-----------|-------------------|----------------------|-------------|------------|
| β_0 | 1 | 4,8995 | 1,1450 | 4,2791* |
| β_1 | 1 | -0,0554 | 0,0174 | -3,1817* |
| β_2 | 1 | 0,0003 | 0,0001 | 4,3825* |

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t. Coeficiente de determinação ajustado (R^2): 65,39%.

De acordo com as Tabelas 3 e 4, verifica-se que os parâmetros estimados pela regressão foram significativos e que associados a não significância da falta de ajuste e ao resultado do teste t, pode-se caracterizar o modelo como válido para estimar o índice de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora a partir da carga de adubo presente no depósito. Na Figura 2 estão representados os valores observados e o modelo ajustado para descrever o índice de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora a partir da carga de adubo contida no depósito.

Analisando a Figura 2 é possível identificar que a partir da carga de adubo correspondente a 120 Kg, os índices de deslizamento aumentaram progressivamente com a adição de carga no depósito da semeadora-adubadora.

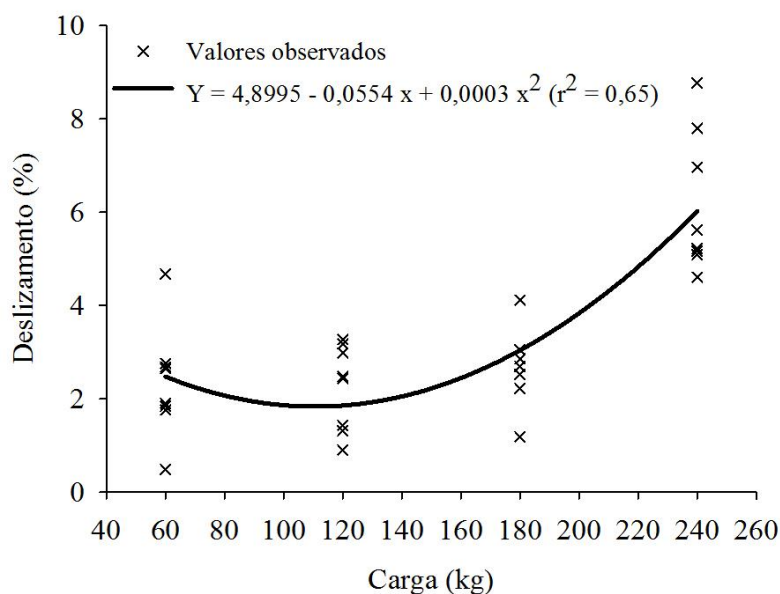


FIGURA 2. Unidade de radar utilizado para medição da velocidade de deslocamento do conjunto.

A carga no depósito de adubo apresentou efeito quadrático e positivo no percentual de deslizamento apresentado pelas rodas de acionamento da semeadora-adubadora. O acréscimo da carga aplicada ao eixo de uma roda movida implica na redução do índice de mobilidade e no consequente aumento da resistência ao rolamento, conforme descrito em ASAE (2011). A maior resistência ao rolamento, no caso de uma roda movida, é responsável pela elevação dos valores de deslizamento, explicando os resultados encontrados no trabalho.

Os índices de deslizamento encontrados nesse experimento são próximos aos encontrados por Furlani (2008), que avaliando uma semeadora-adubadora operando sobre solo preparado convencionalmente, observou índices próximos a 4,5% para as velocidades de 3,4 Km h⁻¹ e 6,0 Km h⁻¹.

Os valores encontrados foram superiores aos encontrados por Mahl (2006), que observou valores em torno de 1,6% para uma semeadora-adubadora de plantio direto. Os menores índices encontrados por essa autora podem ser explicados pelo fato de ter sido utilizado um implemento de maior tamanho e capacidade, além de ser um equipamento de arrasto, o que propicia uma melhor distribuição do peso sobre os rodados de acionamento da semeadora-adubadora. Um solo preparado convencionalmente apresenta-se menos coeso, de modo que a força potencial que resiste ao cisalhamento é menor do que no sistema de plantio direto, onde o solo é mais coeso, apresentado assim um menor índice de deslizamento das rodas de acionamento.

CONCLUSÕES

- Os índices de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora foram influenciados pela velocidade e carga de adubo no depósito, não sendo observada interação entre esses fatores.

- Com exceção da carga de adubo zero, os índices de deslizamento entre as rodas de acionamento da semeadora-adubadora foram estatisticamente iguais.

- O deslizamento médio das rodas de acionamento aumentou com o aumento da velocidade operacional.
- O modelo ajustado para descrever os índices de deslizamento das rodas de acionamento da semeadora-adubadora em função da carga de adubo no depósito é estatisticamente plausível.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio na condução do trabalho.

REFERÊNCIAS

Albiero, D., Maciel, A. J. S., Milan, M., Monteiro, L. A., Mion, R. L. 2012. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. *Revista Ciência Agronômica* 43: 86-95.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS: *Agricultural Machinery Management Data: ASAE D497.7*. ASABE Standard. St. Joseph, Michigan. 2011.

EMBRAPA. 1997. *Manual e métodos de análise de solo*. Atual, Rio de Janeiro, Brasil. 212p.

EMBRAPA. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos (2ª edição)*. EMBRAPA-SPI, Rio de Janeiro, Brasil. 306p.

Frabetti, D. R., Resende, R. C., Queiroz, D. M., Fernandes, H. C., Souza, C. M. 2011. Desenvolvimento e avaliação do desempenho de uma semeadora punçionadora para plantio direto de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15: 199-204.

Furlani, C. E. A., Silva, R. P., Carvalho Filho, A., Cortez, J. W., Grotta, D. C. C. 2008. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32: 345-352 .

Garcia, R. F., Vale, W. G., Oliveira, M. T. R., Pereira, E. M., Amim, R. T., Braga, T. C. 2011. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. *Acta Scientiarum. Agronomy* 33: 417-422.

Goering, C.E., Stone, M.L.; Smith, D.W.; Turnquist, P.K. 2003. *Off-Road Vehicle Engineering Principles*. ASAE, St. Joseph, United States. 462 p.

Mahl, D. 2006. *Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho*. 143f. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil.

Mattar, D. M. P. 2010. *Influência do deslizamento da roda motriz de uma semeadora-adubadora de plantio direto no espaçamento longitudinal de sementes de milho*. 67f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

Vale, W. G. 2007. *Análise de desempenho de uma semeadora-adubadora de semeadura direta no norte fluminense*. 88f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos do Goytacazes, Brasil.

Vale, W. G. D., Garcia, R. F., Corrêa Júnior, D., Gravina, G. A., Klaver, P. P. C., Vasconcelos Júnior, J. F. S. 2010. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora direta. *Global science and technology* v. 3, n. 3, 67-74.