

ANÁLISE OPERACIONAL DE UM CONJUNTO TRATOR-ESCARIFICADOR EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE E DA PROFUNDIDADE

MARCONI RIBEIRO FURTADO JÚNIOR¹, HAROLDO CARLOS FERNANDES²,
PAULO ROBERTO FORASTIERE³, DIEGO WESLLY FERREIRA DO
NASCIMENTO⁴, ANDERSON CANDIDO DA SILVA⁵

¹ Eng. Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa (UFV), (31) 3899-3461, marconi.furtado@gmail.com

² Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa (UFV), (31) 3899-1883, haroldo@ufv.br

³ Eng. Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa (UFV), (31) 3899-2047, paulo.forastiere@gmail.com

⁴ Eng. Florestal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), (31) 3899-2047, diegoweslley89@hotmail.com

⁵ Eng. Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa (UFV), (31) 3899-2047, candidoagro@gmail.com

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da velocidade e da profundidade de trabalho das hastes no desempenho operacional de um conjunto trator-escarificador. Os tratamentos constituíram-se da combinação de três velocidades (4,0; 5,0 e 8,0 km h⁻¹) com três profundidades de trabalho das hastes (10,0; 18,0 e 25,0 cm). Foi utilizado um escarificador montado, conectado a um protótipo desenvolvido especificamente para a realização de ensaios com implementos com essa forma de acoplamento. Os parâmetros avaliados foram: força de tração, potência na barra de tração, consumo de combustível e a patinagem dos rodados do trator. A velocidade e a profundidade de escarificação apresentaram efeito linear e positivo nos parâmetros avaliados. A máxima força de tração foi de 15,9 kN e foi observada na combinação entre a maior velocidade e a maior profundidade. Nessa combinação também foram observados os valores máximos de: eficiência na barra de tração (31%), consumo de combustível (10,0 L h⁻¹), patinagem (25,3%) e potência demandada na barra de tração (20 kW). Os resultados sugerem que quanto maior a força necessária para tração maior será a potência, a patinagem, o consumo de combustível e a eficiência na barra de tração.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de combustível, eficiência energética, força de tração

OPERATIONAL ANALYSIS OF A TRACTOR-CHISEL PLOW SET AS FUNCTION OF SPEED AND DEPTH

ABSTRACT: The objective with this work is to evaluate the effect of speed and depth of chiseling in operational performance of a tractor-chisel set. The treatments constituted by the combination of three speeds (4.0; 5.0 e 8.0 km h⁻¹) with three work depth of the stems (10.0; 18.0 e 25.0 cm). Was used a full mounted chisel plow, connected to a prototype developed to test implements with this hitch system. The prototype presents the function of convert the hitch mode from mounted to towed and provides means to determine the traction force. The evaluated parameters were: drawbar force, drawbar power, fuel consumption, slip and drawbar efficiency. Speed and depth had linear and positive effect in the evaluated parameters.. Maximum drawbar force was 15.9 kN, observed at the combination of higher speed and most deep operation. In this point was also obtained the higher value of drawbar efficiency (35%), hourly fuel consumption (10.0 L h⁻¹), slip (25.3%) and drawbar power (20 kW). The results suggest which higher force demand provides higher values of power, slip, fuel consumption and drawbar efficiency.

KEYWORDS: Fuel consumption, energetic efficiency, traction force

INTRODUÇÃO

A força exigida para a tração dos escarificadores é função do número de hastes, da profundidade de trabalho, da velocidade operacional e da textura do solo. O conhecimento da demanda de tração é crucial para o processo de adequação entre trator e implemento, sendo possível observar na literatura científica estudos a respeito do comportamento da força de tração em função dos parâmetros operacionais para diversos implementos, incluindo o escarificador. A patinação dos dispositivos de tração é o fator mais influente na eficiência em tração dos tratores agrícolas, sendo caracterizada como discrepância entre a velocidade periférica e a translacional de um dispositivo de tração (DAMANAUSKAS e JANULEVIČIUS, 2015; TAGHAVIFAR e MARDANI, 2015). A eficiência de tração associa-se com a competência do trator agrícola em utilizar o combustível para desenvolver trabalho mecânico nas diversas operações por ele realizadas. Valores reduzidos de eficiência de tração culminam em menor aproveitamento da energia proveniente da queima do combustível, proporcionando consumo desnecessário e elevação dos custos inerentes a operação, além de aumentar as emissões de gases potencialmente nocivos à atmosfera oriundos da combustão de combustíveis fósseis (RASHED et al., 2016; WANG et al., 2016).

Com base na importância da utilização do escarificador para os sistemas conservacionistas de cultivo e na necessidade de melhorar a eficiência do uso da energia nas atividades agrícolas, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da profundidade e da velocidade de escarificação nos parâmetros operacionais de um trator agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental “Diogo Alves de Mello”, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Viçosa, Minas Gerais. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre três velocidades operacionais (4,0; 5,0 e 8,0 km h⁻¹) e três profundidades de trabalho das hastes do escarificador (10, 18 e 25 cm), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram executados em parcelas com 20 m de comprimento e 3 m de largura, resultando numa área útil de 60 m². Foi utilizado um trator John Deere[®], modelo 5705 4x2 com tração dianteira auxiliar (TDA) e potência de 62,56 kW (85 cv) no motor a 2150 rpm. Na execução do experimento o trator estava equipado com pneus Pirelli[®] TM 95 18.4-30 no eixo traseiro e Goodyear[®] Dyna Torque II 12.4-24 no eixo dianteiro, sendo ambos calibrados para a pressão de 96,53 kPa (14 psi) e desprovidos de lastro líquido. Foi utilizado um escarificador da marca Massey Ferguson[®], modelo 226, com 5 hastes espaçadas em 0,5 m, fornecendo uma largura de trabalho teórica de 2,5 m. A umidade, densidade e resistência à penetração do solo foi obtida para a camada de 0 a 30 cm. A patinação dos rodados do trator (p) foi obtida através da diferença percentual entre a velocidade translacional (velocidade real do conjunto) e a velocidade tangencial periférica dos rodados do trator. A potência demandada na barra de tração foi obtida pelo produto entre a força de tração (Ft) e a velocidade operacional (Vop) do conjunto trator-escarificador. O consumo horário de combustível foi obtido com fluxômetro conectado ao sistema de alimentação do trator. Os dados obtidos no experimento foram analisados por meio da metodologia de superfície de resposta, onde os parâmetros operacionais avaliados foram descritos por modelos de regressão, ajustados em função da velocidade e da profundidade de operação das hastes do escarificador. Os modelos foram selecionados com base no coeficiente de determinação, no comportamento do fenômeno estudado e na significância dos coeficientes de regressão com a utilização do teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área experimental era cultivada no sistema de plantio direto e havia sido dessecada em momento anterior a execução do experimento. A textura do solo foi classificada como argilosa. A camada de 0 – 30 cm apresentou umidade média de 18,05% e densidade de 1,43 g cm⁻³. Na Figura 1(a) é apresentado o comportamento da resistência do solo à penetração em função da profundidade. A profundidade de atuação das hastes e a velocidade operacional apresentaram efeito linear e positivo na força de tração exigida pelo escarificador e na patinação dos rodados do trator, conforme a equações ajustadas e superfícies de resposta, apresentadas nas Figuras 1(b) e 1(c).

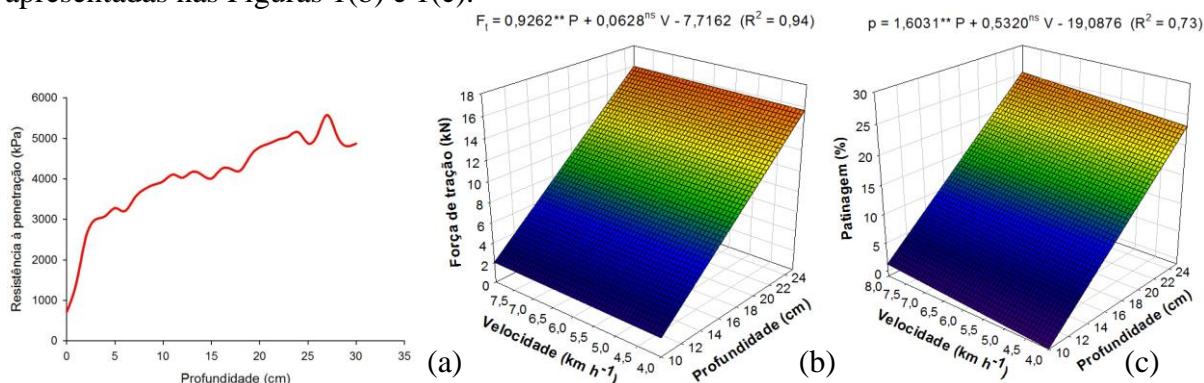


FIGURA 1. Equações ajustadas e superfícies de resposta para descrever a força de tração (F_t) e a patinação dos rodados do trator (p) em função da velocidade (V) e da profundidade (P). ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t e ^{ns} = não significativo.

O aumento da força de tração eleva os esforços transmitidos ao solo e proporciona a redução deste em fornecer um meio adequado ao processo de tração, contribuindo dessa forma para acréscimo no percentual de patinação dos rodados do trator. (MARI et al., 2014; UGCUL et al., 2015). A velocidade e a profundidade de trabalho apresentaram efeito linear, significativo e positivo na potência na barra de tração e no consumo horário do trator avaliado (Figura 2a e 2b, respectivamente). A potência é o produto entre a força na barra de tração e a velocidade operacional, o que explica os fatores terem apresentado efeito linear nessa variável resposta.

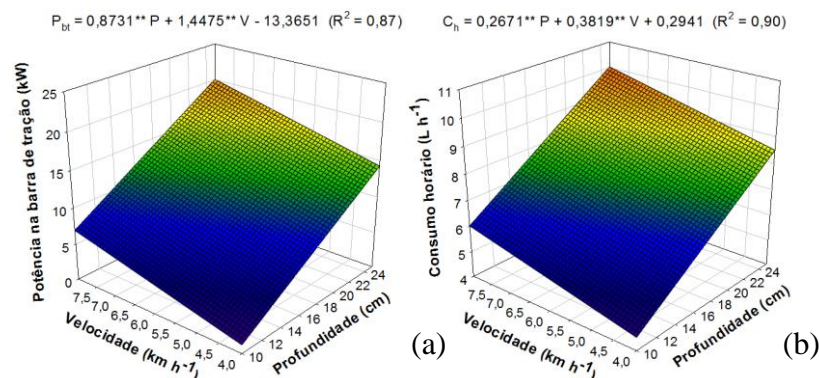


FIGURA 4. Equações ajustadas e superfícies de resposta para descrever a potência na barra de tração (P_{bt}) e o consumo horário de combustível (C_h) em função da velocidade (V) e da profundidade (P). ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t e ^{ns} = não significativo.

Os valores observados para o consumo horário de combustível assemelham-se aos encontrados por Spagnolo (2012) e Leite (2015), ao avaliarem as características operacionais

de um trator agrícola semelhante ao utilizado nesse trabalho.

CONCLUSÕES

O aumento da profundidade de operação das hastas proporcionou elevação da força necessária para a tração do escarificador, o que propiciou elevação da potência na barra de tração, da patinagem dos rodados e consumo horário de combustível.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao CNPq pelo auxílio na execução no trabalho.

REFERÊNCIAS

DAMANAUSKAS, V.; JANULEVIČIUS, A. Differences in tractor performance parameters between single-wheel 4WD and dual-wheel 2WD driving systems. **Journal of Terramechanics**, v. 60, p. 63-73, 2015. ISSN 0022-4898.

LEITE, D. M. **Desempenho de um conjunto trator-grade em função da velocidade do trator, pressão interna e tipo de construção dos pneus**. 2015. 97. Mestrado (Doutorado). Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

MARI, I. A.; JI, C.; CHANDIO, F. A.; ARSLAN, C.; SATTAR, A.; AHMAD, F. Spatial distribution of soil forces on moldboard plough and draft requirement operated in silty-clay paddy field soil. **Journal of Terramechanics**, v. 60, p. 1-9, 2015. ISSN 0022-4898.

RASHED, M. M.; KALAM, M. A.; MASJUKI, H. H.; MOFIJUR, M.; RASUL, M. G.; ZULKIFLI, N. W. M. Performance and emission characteristics of a diesel engine fueled with palm, jatropha, and moringa oil methyl ester. **Industrial Crops and Products**, v. 79, p. 70-76, 2016. ISSN 0926-6690.

SPAGNOLO, R. T.; VOLPATO, C. E. S.; BARBOSA, J. A.; PALMA, M. A. Z., BARROS, M. M. Fuel consumption of a tractor in function of wear, of ballasting and tire inflation pressure. **Engenharia Agrícola**, v. 32, p. 131-139, 2012. ISSN 0100-6916.

TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A. Net traction of a driven wheel as affected by slippage, velocity and wheel load. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 14, n. 2, p. 167-171, 2015. ISSN 1658-077X.

UCGUL, M.; FIELKE, J. M.; SAUNDERS, C. Defining the effect of sweep tillage tool cutting edge geometry on tillage forces using 3D discrete element modelling. **Information Processing in Agriculture**, v. 2, n. 2, p. 130-141, 2015. ISSN 2214-3173.

WANG, Z.; ZHAO, Z.; WANG, D.; TAN, M.; HAN, Y.; LIU, Z.; DOU, H. Impact of pilot diesel ignition mode on combustion and emissions characteristics of a diesel/natural gas dual fuel heavy-duty engine. **Fuel**, v. 167, p. 248-256, 2016. ISSN 0016-2361.