

## **EFEITO DA SELEÇÃO DA MARCHA NO DESEMPENHO OPERACIONAL DE UM TRATOR AGRÍCOLA**

**MARCONI RIBEIRO FURTADO JÚNIOR<sup>1</sup>, PAULO ROBERTO FORASTIERE<sup>2</sup>, HAROLDO CARLOS FERNANDES<sup>3</sup>, ANDERSON CANDIDO DA SILVA<sup>4</sup>, DANIEL MARIANO LEITE<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eng.º Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa, (31) 3899 – 3461, marconi.furtado@gmail.com

<sup>2</sup> Eng.º Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa, (31) 3899 – 1860, pauloforastiere@gmail.com

<sup>3</sup> Eng.º Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (31) 3899 – 1883, haroldo@ufv

<sup>4</sup> Eng.º Agrônomo, Universidade Federal de Viçosa, (31) 3899 – 1860, andersoncandido@hotmail.com

<sup>5</sup> Lic. Ciências Agrícolas, Universidade Federal do Vale São Francisco, (87) 9663 – 3003, dm.leite@hotmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015 – São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** A operação com máquinas agrícolas representa um percentual significativo do custo da produção agrícola. Tratores agrícolas são máquinas concebidas para desenvolver tração e para isso contam com um número elevado de marchas, o que facilita a adequação da máquina às diversas operações pertinentes ao processo produtivo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da seleção da marcha nos parâmetros operacionais de um trator agrícola. Foi utilizado um trator agrícola 4 x 2 TDA, com 85 cv de potência e equipado com pneus radiais. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre três marchas (3ª A, 1ª B e 2ª B) e três forças de tração (8,83; 11,36 e 15,50 kN), sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O trabalho foi executado em pista de concreto, com 40 m de comprimento. A marcha de maior torque (3ª A) proporcionou economia superior a 20% no consumo de combustível e redução de 59% dos índices de patinação dos rodados do trator, quando comparado com a marcha de menor torque utilizada no trabalho (2ª B). Com base nos resultados obtidos conclui-se que é possível economizar recursos econômicos pela simples adequação da marcha à operação realizada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de combustível, pneus radiais, performance.

### **EFFECT OF GEAR SELECTION ON OPERATING PERFORMANCE OF AN AGRICULTURAL TRACTOR**

**ABSTRACT:** The operation with agricultural machines presents a significant percentage of the agricultural production cost. Tractors are machines designed to develop traction and for that have a high number of gears, which facilitates adaptation of the machine to the various transactions related to the production process. Aimed with this work evaluate the effect of gear selection in the operational parameters of a farm tractor. Was used a MFWD farm tractor, with 85 cv of power and equipped with radial tires. The treatments consisted of combination of a three gears (3<sup>rd</sup> A, 1<sup>st</sup> B and 2<sup>nd</sup> B) and three traction forces (8.83; 11.36 and 15.50 kN), being used the completely randomized design, with four replications. The work was executed in concrete truck, with 40 m of length. The gear with higher torque (3<sup>rd</sup> A) provides an economy of 20% in the fuel consumption and a reduction of 59% of slippage index wheels of the tractor when compared with the march of lower torque used at work (2<sup>nd</sup> B). Based on the results obtained it is concluded that it is possible to save financial resources for the simple adjustment of the march to the operation performed.

**KEYWORDS:** Fuel consumption, radial tires, performance

### **INTRODUÇÃO:**

A utilização de tratores na execução de tarefas agrícolas proporcionou uma série de vantagens para a atividade, entretanto alguns pontos desfavoráveis podem ser citados como, por exemplo, o custo elevado dos combustíveis, poluição ambiental e dependência de fontes não renováveis de energia. O custo com combustíveis pode, em alguns casos, ultrapassar 50% do custo operacional da máquina,

sendo então um dreno econômico relevante na exploração agrícola. O consumo horário de combustível de uma máquina agrícola é dependente de uma série de fatores como, por exemplo, a potência, o tipo de solo, a operação desempenhada, as condições atmosféricas e a altitude (KHEIRALLA et al., 2004; GUARIEIRO, et al., 2014; KARPVARFARD e RAHMANIAN-KOUSHKAKI, 2015; OSINENKO et al., 2015). A correta seleção da marcha de trabalho pode constituir-se de um meio simples de reduzir o consumo de combustível de tratores agrícolas, uma vez que essa ação pode influenciar no torque exigido pelo motor (KICHLER et al., 2011). A principal perda de eficiência energética em máquinas de tração constitui-se do deslizamento relativo entre o dispositivo de tração e a superfície trafegada, termo conhecido mais comumente como patinagem. A manutenção da patinagem em níveis adequados proporciona uma operação mais eficiente, econômica e garante uma maior vida útil dos dispositivos de tração. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da seleção da marcha de trabalho nos parâmetros de desempenho de um trator agrícola 4 x 2 com tração dianteira auxiliar (TDA).

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Mecanização Agrícola (LMA) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Viçosa, Minas Gerais. Foram analisadas as características da vibração incidente na base do posto de operação do trator John Deere, modelo 5705, 4 x 2 com tração dianteira auxiliar (TDA) e potência de 62,56 kW (85 cv) no motor a 2250 rpm.

O trator estava equipado com pneus radiais 12.4 – 24 no eixo dianteiro e 18.4 – 30 no eixo traseiro, ambos da linha Optitrac da Goodyear. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre três marchas (3ª A, 1ª B e 2ª B) e três forças de tração (8,83; 11,36 e 15,50 kN), sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As velocidades teóricas obtidas com cada uma das marchas, no regime de rotação de 2250 rpm no motor foram: 3ª A – 1,07, 1ª B – 1,27 e 2ª B – 1,77 m s<sup>-1</sup>. O trabalho foi executado em pista de concreto, com 40 m de comprimento. A força de tração foi variada através da alteração das marchas de um trator lastro (marca Valtra Valmet, modelo 800), atrelada ao trator testado por meio de um cabo de aço.

A força de tração foi monitorada por meio de uma célula de carga da marca Alfa Instrumentos, com capacidade para 50 kN. A velocidade real de deslocamento foi monitorada por um radar de efeito Doppler da marca Dickey John®, modelo Radar II, fixado ao chassi do trator. O consumo de combustível foi mensurado com um fluxômetro da marca oval, modelo LSF II. A rotação dos eixos motrizes do trator foi monitorada por meio de transdutores indutivos associados a um sistema referencial. A patinagem das rodas motrizes do trator foi obtida através do cálculo da diferença percentual entre a velocidade teórica e a efetiva. A instrumentação utilizada no experimento foi conectada a um sistema de aquisição de dados da marca Hottinger Baldwin Messtechnik® (HBM), modelo Spider 8, sendo utilizada uma taxa de aquisição de 50 dados por segundo (50 Hz).

Os dados obtidos foram estudados por meio de regressão linear múltipla e os modelos selecionados com base do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e na significância dos coeficientes da regressão, utilizando-se o teste t. Posteriormente os dados foram convertidos para o domínio da frequência, onde se analisou a característica espectral das vibrações na base do posto de operação obtida no experimento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

Os fatores força de tração e a marcha selecionada (velocidade) apresentaram efeito linear e positivo no consumo horário de combustível do motor do trator agrícola ensaiado, de acordo com a superfície de resposta e equação ajustada apresentadas na Figura 1 – A. A Figura 1 – B apresenta a superfície de resposta e o modelo ajustado para descrever a demanda de potência na barra de tração em função da força e da velocidade de operação do trator. A demanda de potência do trator é o produto entre a força de tração e a velocidade de trabalho, o que explica o aumento do consumo horário de combustível quando se aumenta a força e a velocidade de operação, resultados que condizem com os encontrados por Furlani et al. (2010).

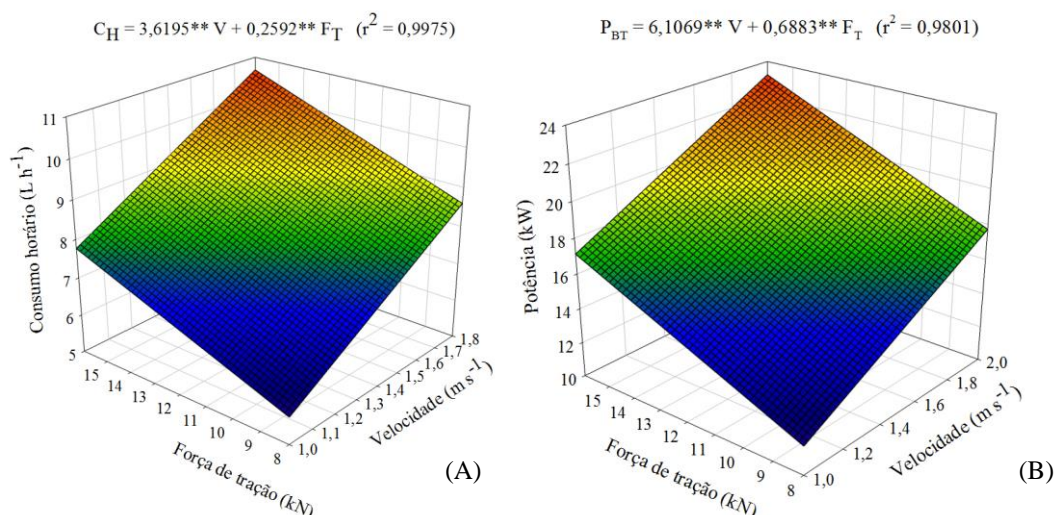


Figura 1. Superfícies de resposta e equações ajustadas para descrever o comportamento do consumo horário de combustível (A) e da potência na barra de tração (B) em função da velocidade operacional (V, em  $m s^{-1}$ ) e da força de tração (FT, em kN). \*\*: Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

A patinação apresentada pelos rodados motrizes do trator sofreu influência linear e positiva da força de tração. O aumento da velocidade proporcionou acréscimo no percentual de patinação, porém de forma menos pronunciada que a força de tração. O percentual de patinação é um parâmetro fortemente influenciado pela força de tração realizada pela máquina (ISMAIL et al., 1981; MOTIZI et al., 2013; LEE, 2015). A redução de  $1,0 m s^{-1}$  na velocidade (marcha com mais torque) proporciona uma redução de 0,4053% no percentual de patinação das rodas motrizes, aumentando a eficiência de tração e otimizando o consumo de combustível.

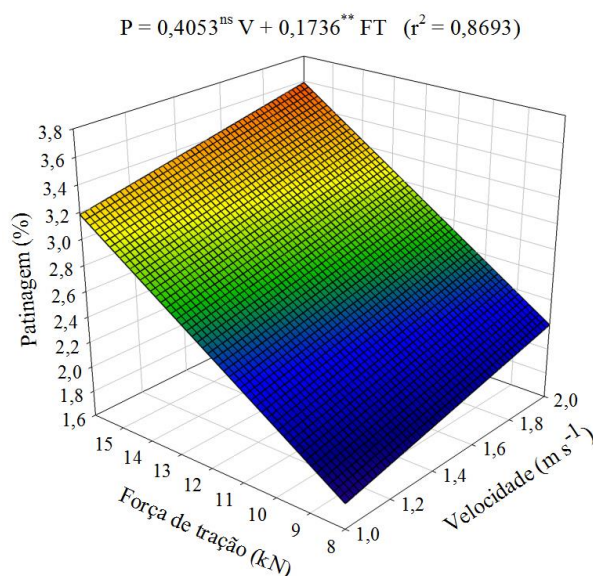


Figura 2. Superfície de resposta e equação ajustada para descrever o comportamento da patinação em função da velocidade (V, em  $m s^{-1}$ ) e da força de tração (FT, em kN). \*\*: significativo e <sup>ns</sup>: não significativo, ao nível de 1% pelo teste t.

## CONCLUSÕES:

As marchas de menor torque (maior velocidade) proporcionaram maior consumo horário de combustível em todas as forças de tração estudadas. O incremento da velocidade e da força de tração

proporcionaram aumento da potência na barra de tração. A utilização de marchas com maior torque (mais reduzidas) proporcionou redução dos percentuais em todas as forças estudadas.

## REFERÊNCIAS

FURLANI, C. E. A. et al. Tractor performance as a function of speed and seeder s tire inflation pressure. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1726-1731, 2010. ISSN 0103-8478.

GUARIEIRO, L. L. N. et al. Assessment of the use of oxygenated fuels on emissions and performance of a diesel engine. **Microchemical Journal**, v. 117, n. 0, p. 94-99, 2014. ISSN 0026-265X.

ISMAIL, S. M. M.; SINGH, G.; GEE-CLOUGH, D. A preliminary investigation of a combined slip and draught control for tractors. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 26, n. 4, p. 293-306, 1981. ISSN 0021-8634.

KARPARVARFARD, S. H.; RAHMANIAN-KOUSHKAKI, H. Development of a fuel consumption equation: Test case for a tractor chisel-ploughing in a clay loam soil. **Biosystems Engineering**, v. 130, n. 0, p. 23-33, 2// 2015. ISSN 1537-5110.

KHEIRALLA, A. F. et al. Modelling of power and energy requirements for tillage implements operating in Serdang sandy clay loam, Malaysia. **Soil and Tillage Research**, v. 78, n. 1, p. 21-34, 2004. ISSN 0167-1987.

KICHLER, C. M. et al. Effects of transmission gear selection on tractor performance and fuel costs during deep tillage operations. **Soil and Tillage Research**, v. 113, n. 2, p. 105-111, 2011. ISSN 0167-1987.

LEE, J. H. Statistical modeling and comparison with experimental data of tire–soil interaction for combined longitudinal and lateral slip. **Journal of Terramechanics**, v. 58, n. 0, p. 11-25, 4// 2015. ISSN 0022-4898.

MOITZI, G. et al. Energy consumption in cultivating and ploughing with traction improvement system and consideration of the rear furrow wheel-load in ploughing. **Soil and Tillage Research**, v. 134, n. 0, p. 56-60, 2013. ISSN 0167-1987.

OSINENKO, P. V.; GEISLER, M.; HERLITZIUS, T. A method of optimal traction control for farm tractors with feedback of drive torque. **Biosystems Engineering**, v. 129, n. 0, p. 20-33, 1// 2015. ISSN 1537-5110.