

EFEITO DA VELOCIDADE E DO ACIONAMENTO DA TRAÇÃO DIANTEIRA AUXILIAR NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DE UM TRATOR AGRÍCOLA

MARCONI RIBEIRO FURTADO JÚNIOR¹, DANIEL MARIANO LEITE²,
HAROLDO CARLOS FERNANDES³, 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 Lic. Ciências Agrícolas, Professor, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Petrolina – PB.

³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

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: O custo horário de um trator agrícola é extremamente dependente do consumo de combustível apresentado pelo motor, podendo representar mais de 50% do custo operacional da máquina. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da velocidade operacional e do acionamento da tração dianteira auxiliar no consumo horário de combustível de um trator agrícola. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre seis velocidades operacionais (1,9; 3,8; 4,5; 8,9; 12,2 e 25,6 Km h⁻¹) e duas condições de acionamento da tração dianteira (ligada e desligada), no delineamento inteiramente causalizado com quatro repetições. O experimento foi conduzido em pista de concreto e o trator equipado com um conjunto de transdutores para monitoramento dos parâmetros de interesse. A condição de acionamento da tração dianteira não interferiu no consumo de combustível apresentado pelo trator. A velocidade operacional apresentou efeito quadrático e positivo no consumo de combustível, com coeficiente de determinação (R²) de 0,89. O aumento da velocidade angular dos eixos motrizes do trator reduz o torque apresentado pelos dispositivos de tração e aumenta o consumo de potência do motor, consumindo assim mais combustível para o deslocamento da máquina.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo horário, TDA, motor.

EFFECT OF SPEED AND FRONT WHEEL DRIVE ASSIST IN THE FUEL CONSUMPTION OF A FARM TRACTOR

ABSTRACT: The hourly cost of a farm tractor is extremely dependent on fuel consumption presented by the engine, can represent more than 50% of the machine hourly cost. Aimed with this work evaluate the effect of operational speed and front wheel drive assist in the fuel consumption of a farm tractor. The treatments were consisted of the combination of six operational speeds (1.9; 3.8; 4.5; 8.9; 12.2 e 25.6 Km h⁻¹) and two conditions of front wheel drive assist (connected and disconnected), in a completely randomized design with four

replications. The experiment was conducted in a concrete runway and the tractor was equipped with a set of transducers to monitoring the parameters of interest. The condition of the front wheel drive did not affect the fuel consumption presented by tractor. The operating speed showed quadratic and positive effect on fuel consumption, with determination coefficient (R^2) of 0.89. The increase in the angular velocity of the driving shafts reduces the torque presented by the traction devices and increases the power consumption of engine, thus consuming more fuel to the displacement of the machine.

KEYWORDS: Hourly consumption, MFWD, engine.

INTRODUÇÃO

O trator agrícola é uma máquina complexa que utiliza a energia proveniente do processo de combustão, ocorrido no motor, para fornecer potência e movimento a uma variedade de máquinas e implementos agrícolas. Sua importância no cenário agrícola é caracterizada pela aplicabilidade em inúmeras etapas do processo produtivo, desde o estabelecimento do cultivo até a colheita.

O consumo de combustível representa uma grande parcela do custo operacional com máquinas agrícolas, onerando ainda mais o custo de produção. O estudo deste parâmetro torna-se relevante não apenas por razões econômicas, mas também devido às implicações ambientais e àquelas voltadas à questão das fontes não renováveis de energia.

Nas últimas décadas, pesquisadores têm voltado seus esforços para o desenvolvimento de combustíveis obtidos a partir de materiais renováveis, gerando então os biocombustíveis. Futuramente, espera-se que a aplicação dessas fontes de energia suprima a utilização de combustíveis fósseis a níveis inferiores aos atuais. O desempenho dos combustíveis alternativos, devido à relevância no quadro global, tem sido bastante estudado na atualidade (SILITONGA et al., 2013; KUMAR et al., 2013; LIAQUAT et al., 2013).

A transmissão da potência, obtida no processo de combustão, até o ponto onde será aproveitada está sujeita à perda devido à fricção entre os componentes. Dessa forma, a potência efetivamente disponibilizada para a realização de uma determinada operação pelo trator é inferior àquela fornecida pelo motor. Os tratores agrícolas dotados de tração dianteira auxiliar (TDA) apresentam um sistema de transmissão extra, que é responsável por enviar potência e movimento para os pneus do eixo dianteiro, e este representa um novo ponto de perda da energia que será disponibilizada aos dispositivos de tração. O acionamento da TDA é mais um dreno da potência gerada no motor, sendo necessário um gasto energético superior àquele apresentado por tratores sem a tração dianteira e pode representar um consumo maior de combustível em função do exposto.

Outro fator importante durante a operação com máquinas agrícolas é a seleção da marcha e velocidade adequadas à operação desempenhada. A não observância desses dois fatores pode acarretar em consumo desnecessário de combustível e desgaste prematuro dos componentes do conjunto mecanizado. De acordo com Kichler et al. (2011), a velocidade operacional do conjunto trator-implemento afeta significativamente o consumo de combustível, a potência consumida e o torque exigido do motor.

De acordo com o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da velocidade e do acionamento da tração dianteira auxiliar no consumo horário de combustível apresentado por um trator agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Mecanização Agrícola, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no município de Viçosa, Minas Gerais.

O experimento foi realizado em esquema fatorial, sendo os tratamentos constituídos da combinação entre seis velocidades do trator (1,9; 3,8; 4,5; 8,9; 12,2 e 25,6 Km h⁻¹) e duas condições de acionamento da tração dianteira auxiliar (ligada e desligada), no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

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. As especificações do motor e dos pneus que equipavam o trator estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Especificações do motor e dos pneus. **Engine and tyres specifications.**

Motor e pneus	
Motor	John Deere/4045T Série 350
Cilindrada (L)	4,5
Número de cilindros	4
Rotação nominal (rpm)	2250
Pneu dianteiro	Goodyear Dyna Torque II 12.4-24
Pneu traseiro	Pirelli TM 95 18.4-30
Pressão interna dos pneus (kPa)	96,53

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, conforme a Figura 1.



FIGURA 1. Unidade de radar utilizado para medição da velocidade de deslocamento do conjunto.

O consumo horário de combustível foi determinado por medidor de fluxo volumétrico instalado no sistema de alimentação do motor. O transdutor utilizado é da marca FLOWMATE M-III, modelo LSF41C (Figura 2), previamente calibrado para fornecer o consumo de combustível do motor em L hora⁻¹.



FIGURA 2. Fluxômetro utilizado.

Os instrumentos utilizados foram conectados ao sistema de aquisição de Spider 8[®] da marca Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM) e gerenciados pelo software HBM Catman[®] 2.2. A taxa de aquisição de dados durante as coletas foi de 50 Hz. Os dados foram coletados e armazenados em um computador portátil.

As velocidades do trator foram obtidas através de seleção das marchas 1^a A, 3^a A, 1^aB, 3^a B, 1^a C e 3^a C, que forneceram na rotação nominal do motor (2250 rpm) as velocidades médias de 1,9; 3,8; 4,5; 8,9; 12,2 e 25,6 Km h⁻¹, respectivamente. O experimento foi realizado em pista de concreto, sendo o comprimento da parcela de 30 metros.

Os dados foram submetidos a análise de variância e identificado a significância dos fatores estudados procedeu-se aos demais testes estatísticos pertinentes à situação. Na execução dos procedimentos estatísticos foi utilizado o programa computacional R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise de variância para o consumo horário do trator em função da velocidade e do acionamento da tração dianteira auxiliar.

TABELA 2. Análise de variância para o efeito dos tratamentos (V – Velocidade e T – Tração) no consumo horário de combustível. **Analysis of variance for the effects of treatments (V – Operational speed and T – Traction) in the slip hourly consumption.**

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F
Velocidade (V)	5	129,2924	25,8585	51,5738*
Tração (T)	1	0,1435	0,1435	0,2861 ^{ns}
V x T	5	0,4440	0,0888	0,1771 ^{ns}
Resíduo	36	18,0500	0,5014	-
Total	47	-	-	-

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

Os resultados da análise de variância indicaram que o acionamento da tração dianteira auxiliar não interferiu no consumo horário de combustível apresentado pelo motor. A velocidade exerceu, isoladamente, efeito significativo no consumo horário.

O acionamento da TDA implicou numa demanda de potência mínima, não acarretando um incremento no consumo horário de combustível do motor. Os resultados encontrados

condizem com os encontrados por Maziero et al. (2013), durante a avaliação do efeito do acionamento da TDA de um trator agrícola durante operação de gradagem.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de variância do modelo ajustado para estimar o consumo horário de combustível (C_h) em função da velocidade (V) e na Tabela 4 a análise de significância dos parâmetros obtidos através do teste t.

TABELA 3. Análise de variância do modelo ajustado para estimar o consumo horário do motor (C_h) em função da velocidade (V). **Analysis of variance for the adjusted model to estimate the hourly consumption of the engine (C_h) in function of velocity (V).**

Fonte de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F
Regressão	1,0000	128,7564	128,7564	290,1569*
Resíduos	46,0000	19,1733	0,4168	-
Falta de ajuste	4,0000	0,5359	0,1340	0,3019 ^{ns}
Erro Puro	42,0000	18,6374	0,4437	-
Total	47	128,7564	128,7564	290,1569

(*) 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	4,2269	0,1121	37,7138*
β_1	1	0,0071	0,0004	17,5758*

(*) 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 consumo horário de combustível do motor em função da velocidade de deslocamento do trator. Na Figura 2 estão apresentados os valores observados e o modelo ajustado para descrever o consumo horário de combustível em função da velocidade de deslocamento do trator.

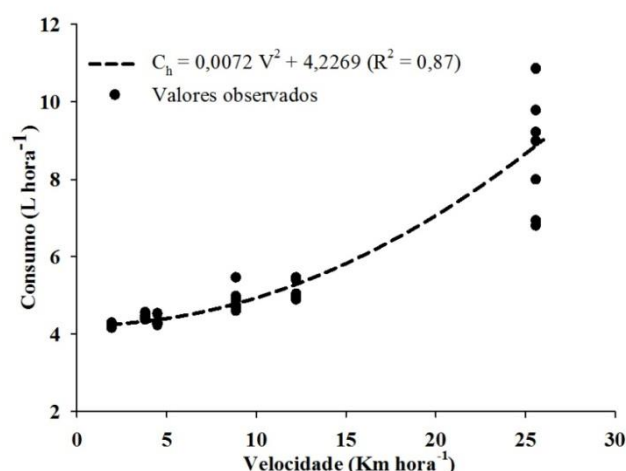


FIGURA 2. Unidade de radar utilizado para medição da velocidade de deslocamento do conjunto.

A velocidade de deslocamento do trator apresentou efeito quadrático no consumo horário de combustível, sendo que os valores aumentaram com o acréscimo da velocidade. O aumento da velocidade angular dos eixos motrizes do trator resulta na redução do torque disponibilizado no dispositivo de tração, sendo necessária uma maior potência do motor para vencer as forças contrárias ao deslocamento do trator. Como ocorre um aumento da demanda de potência, é necessário um fluxo maior de combustível da bomba injetora para o motor.

Os resultados coincidem com os encontrados por Kichler et al. (2013), onde os autores avaliaram o efeito da seleção da marcha no consumo de combustível durante operação de aração do solo.

CONCLUSÕES

- O acionamento da tração dianteira auxiliar não influenciou no consumo de combustível.
- O consumo horário de combustível aumento com o aumento da velocidade de deslocamento.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

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.

KUMAR, S. et al. Performance and emission analysis of blends of waste plastic oil obtained by catalytic pyrolysis of waste HDPE with diesel in a CI engine. **Energy Conversion and Management**, v. 74, n. 0, p. 323-331, 2013.

LIAQUAT, A. M. et al. Effect of Coconut Biodiesel Blended Fuels on Engine Performance and Emission Characteristics. **Procedia Engineering**, v. 56, n. 0, p. 583-590, 2013.

MAZIERO, F. C. et al. Avaliação do uso da tração dianteira auxiliar na eficiência de um trator agrícola operando em operação de gradagem. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Anais. 2013. Fortaleza, Ceará, Brasil.

SILITONGA, A. S. et al. Experimental study on performance and exhaust emissions of a diesel engine fuelled with Ceiba pentandra biodiesel blends. **Energy Conversion and Management**, v. 76, n. 0, p. 828-836, Dec 2013.