

CONSUMO HORÁRIO DE UM MOTOCULTIVADOR EM FUNÇÃO DE DIFERENTES COMBUSTÍVEIS

VITOR DIAS BOSON SILVA¹; DANIEL MARIANO LEITE²; LARISSA DOS SANTOS ALMEIDA^{3*}; GILMARA PIRES GRANJA⁴; EDMO HENRIQUE MARTINS CAVALCANTE⁵;

¹Mestrado em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Petrolina-PE, bosonvitor@gmail.com;

²Dr. em Engenharia Agrícola, Prof., UNIVASF, Petrolina-PE, daniel.mariano@univasf.edu.br;

³Graduanda em Engenharia Agrônômica, UNIVASF, Petrolina-PE, s.larissaalmeida@gmail.com;

⁴Mestranda em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Petrolina-PE, gilmara.granja@hotmail.com;

⁵Mestrado em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Petrolina-PE, edmo-uni@outlook.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Objetivou-se, com a realização desse trabalho, determinar o desempenho operacional e energético de um motocultivador com 0,45 m de largura de trabalho e pneus com 16” de diâmetro, utilizando motor 4 tempos a gasolina com 5,22 kW (7,1 cv) de potência nominal, operando com três diferentes combustíveis, visando obter informações necessárias para produtores rurais. Para realização do experimento, foi utilizado um motocultivador do fabricante MTD, utilizando motor 4 tempos a gasolina do fabricante Toyama, visando obter informações necessárias do conjunto motorizado. Foi utilizado no experimento três tipos de combustíveis, sendo eles gasolina comum, gasolina aditivada Premium e uma mistura de gasolina e etanol na proporção de 80/20. Os resultados demonstraram que o consumo horário de combustível não sofreu influência significativa da profundidade de operação, do tipo de combustível e nem da profundidade para as facas girando no sentido reverso.

PALAVRAS-CHAVE: Gasolina, etanol, microtrator, enxada rotativa.

TIME CONSUMPTION OF A MOTORCYCLISTER IN THE FUNCTION OF DIFFERENT FUELS

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the operational and energy performance of a motor cultivator with 0.45 m working width and tires with 16" diameter, using 4-stroke gasoline engine with 5.22 kW (7.1 cv) of nominal power, operating with three different fuels, in order to obtain information necessary for rural producers. For the realization of the experiment, a motocultivador of the MTD manufacturer was used, using a 4-stroke gasoline engine from Toyama, aiming to obtain the necessary information of the motorized set. Three types of fuels were used in the experiment: ordinary gasoline, premium gasoline and a mixture of gasoline and ethanol in the proportion of 80/20. The results showed that hourly fuel consumption was not influenced significantly by depth of operation, fuel type or depth for knives turning in the reverse direction.

KEYWORDS: Gasoline, ethanol, microtractor, rotary hoe.

INTRODUÇÃO

O manejo do solo representa um conjunto de práticas e métodos que objetivam a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo, de modo a oferecer condições ideais para o desenvolvimento das plantas. É considerada uma das mais importantes operações no campo, pois o manejo incorreto gera elevada degradação do solo, compactação de camadas superficiais e erosão, impedindo o desenvolvimento da cultura (EMBRAPA, 2010).

Na agricultura familiar é possível observar uma crescente substituição da tração animal pelo uso de microtratores como forma de otimização das atividades do campo, reduzindo o tempo e o custo de produção, além de contribuir significativamente para redução do esforço físico demandado (Rodrigues et al., 2006). Segundo EMBRAPA (2015), os microtratores são máquinas agrícolas

voltadas para produção de pequeno porte, voltados para o manejo e conservação do solo, proporcionando maior conforto durante as operações no campo.

Esses implementos versáteis são ideais para a agricultura familiar, pois permitem a utilização de vários implementos, como carreta agrícola, enxadas rotativas e arados, por exemplo, baixo custo de aquisição e manutenção, redução dos esforços físicos, aumento da capacidade operacional e, também, solução do problema de escassez de mão de obra (Araujo, 2013).

Os motocultivadores são constituídos por um eixo com duas rodas, podendo ou não possuir um diferencial central, montados sob um motor de combustão interna de 4 tempos, geralmente do ciclo diesel. Esses equipamentos possuem potência entre 3,68 e 19,86 kW (5 e 27 cv) e diferentes velocidades para frente e para trás (Schollosser, 2001).

O consumo de combustível representa um dos maiores custos nas operações agrícolas, no qual esse parâmetro é fortemente influenciado por diversos fatores, tais como condição do conjunto trator-implemento, tipo de solo, capacidade operacional, número de operações agrícolas e perdas na transmissão de potência do motor até o conjunto propulsor.

Portanto, objetivou-se, com a realização desse trabalho, determinar o desempenho operacional e energético de um motocultivador com 0,45 m de largura de trabalho e pneus com 16" de diâmetro, utilizando motor 4 tempos a gasolina com 5,22 kW (7,1 cv) de potência nominal, operando com três diferentes combustíveis, visando obter informações necessárias para produtores rurais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área pertencente ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Vale do São Francisco – Campus Ciências Agrárias, localizada no município de Petrolina – PE, a 09° 19' 16" S e 40° 33' 43" O, com altitude de 373 m. O solo foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico Típico, utilizando o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013).

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, segundo metodologia proposta por EMBRAPA (2011), extraídas na faixa de 0,00 a 0,60 m de profundidade, com 10 repetições estratificadas a cada 0,10 m. Foram também coletadas amostras deformadas do solo para determinação da classe textural segundo o método da peneira e pipeta conforme EMBRAPA (2011) (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação textural e densidade do solo da área experimental.

Classificação textural						Densidade do solo (g.cm ⁻³)
Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Total de Areia	Argila	Silte	
18,67%	21,75%	44,96%	86,02%	0,51%	14,11%	1,6372

A resistência à penetração do solo foi determinada utilizando-se o penetrômetro de Impacto a partir da superfície do solo até a profundidade de 0 a 0,05 m, 0,05 a 0,10 m, 0,10 a 0,15 m e 0,15 a 0,20 m, segundo a metodologia descrita em Stolf (1991). Foram coletadas os valores de resistência à penetração em 15 pontos ao longo da área experimental (Figura 1).

Para realização do experimento, foi utilizado um motocultivador do fabricante MTD, utilizando motor 4 tempos a gasolina do fabricante Toyama, visando obter informações necessárias do conjunto motorizado. As Tabelas 2 e 3 apresentam as especificações técnicas do motocultivador e do motor utilizado no experimento.

Para padronização da rotação do motor antes da realização dos ensaios, utilizou-se um fototacômetro da marca Digital Meter, modelo DT-2234C⁺, com range de 2,5 a 99.999 rpm, e resolução de 0,1 rpm. Para medição, fixou-se uma fita reflexiva no eixo de saída do motor, e realizou-se um furo na tampa de proteção da correia, próximo ao eixo de saída do motor, por onde foi posicionado o equipamento e posterior medição, mantendo-a em 3600 rpm.

Foi utilizado no experimento três tipos de combustíveis, sendo eles gasolina comum, gasolina aditivada Premium e uma mistura de gasolina e etanol na proporção de 80/20. Cada um dos combustíveis foi designado como GC, GA e GE, respectivamente. Os combustíveis foram adquiridos

em cota única e de um único fabricante, na rede Petrobrás, no município de Petrolina – PE, no mês de outubro de 2017 e armazenado em recipientes adequados para o acondicionamento de combustíveis. Para mensuração do consumo horário de combustível, utilizou-se o método gravimétrico, instalando uma proveta graduada com volume de 1 L, com resolução de 0,1 L instalada no sistema de alimentação do motor.

Figura 1. Resistência à penetração da área experimental em 4 profundidades.

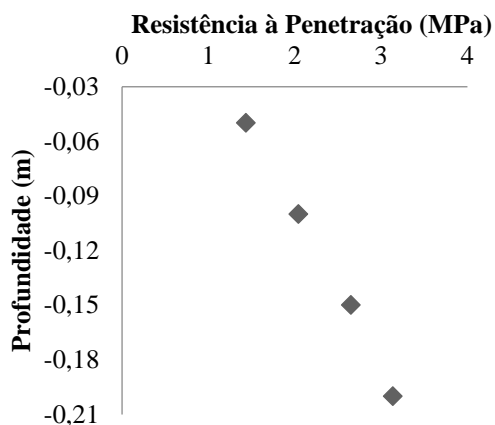


Tabela 2. Especificações técnicas do motocultivador.

Modelo	Gold 16"
Largura de trabalho	0,45 m
Profundidade máxima de trabalho	17,78 cm
Velocidades	1 + 1 ré
Transmissão	Por correias
Transmissão da facas	Por engrenagens
Giro das facas	2 (horário e anti-horário)
Peso estimado	69 kg

Tabela 3. Especificações técnicas do motor utilizado no motocultivador.

Marca	Toyama®
Modelo	TE 70 XP
Tipo	4 tempos, monocilíndrico
Combustível	Gasolina
Potência máxima	5,22 kW (7,1 cv)
Cilindrada	196 cm ³
Tipo de óleo lubrificante	15W-40
Taxa de compressão	8,5:1
Rotação máxima	3600 rpm
Volume do tanque de combustível	3,6 L
Sistema de partida	Manual retrátil
Tipo de eixo	Chavetado
Peso estimado	16 kg

O valor do consumo para cada parcela foi obtido de maneira direta, sendo realizada a leitura quando o pneu do equipamento se alinhava com a primeira baliza e depois com a última baliza. O consumo horário é dado de acordo com a Equação 1.

$$C_H = \frac{(V_F - V_I) \times d}{t} \times 3,6 \quad (1)$$

onde,

C_H = Consumo horário (kg.h^{-1});
 V_F = Leitura final (mL);
 V_I = Leitura inicial (mL);
 d = Densidade do combustível (kg.L^{-1});
 t = Tempo (h); e
3,6 = Fator de conversão.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados – DBC, em esquema fatorial $4 \times 3 \times 2$, sendo utilizados 4 profundidades de trabalho (1”, 3”, 5” e 7”), dois sentidos de giro das facas (normal e reverso) e 3 tipos de combustíveis (gasolina comum tipo C, gasolina aditivada tipo C e mistura de gasolina comum tipo C com etanol anidro na proporção de 80/20), cujas denominações são GC, GA e GE, respectivamente, com 4 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais. As parcelas experimentais possuíam 30 m de comprimento e 1,0 m de largura, com 5,0 m para manobras e estabilização, totalizando uma área de aproximadamente 0,336 ha (3.360,0 m²).

Os dados foram processados em planilhas eletrônicas e softwares para realização da análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 descreve os resultados obtidos para o consumo horário de combustível para o equipamento operando com os três tipos de combustíveis.

Tabela 4. Médias do consumo horário de combustível (L.h^{-1}) para o equipamento operando com os três tipos de combustíveis.

Sentido de giro das facas	Profundidade	Consumo horário de combustível (L.h^{-1})		
		Gasolina Comum	Gasolina Aditivada	Mistura Gasolina + Etanol
Reverso	1”	1,16 **	0,92**	1,08 **
	3”	1,01 **	1,02 **	0,99 **
	5”	1,16 **	1,05 **	1,03 **
	7”	1,12 **	1,41**	1,02 **
Normal	1”	1,01 B*	0,95 **	0,83 C*
	3”	0,99 B*	0,89 **	0,90 B*
	5”	1,21 A*	0,96 **	1,02 A*
	7”	1,54 A*	1,04 **	1,13 A*

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, em relação às colunas. *: Não significativo ($p > 0,05$) em relação às linhas; **: Não significativo ($p > 0,05$) em relação às linhas e colunas.

É possível observar que os valores de consumo de combustível para as facas girando no sentido reverso não diferiram estatisticamente em relação à profundidade e ao tipo de combustível utilizado. Para as facas girando no sentido normal, apenas os dados de consumo de combustível quando o equipamento operava com gasolina aditivada não diferiram estatisticamente em relação à profundidade. Para os demais tratamentos na mesma profundidade, o consumo de combustível não foi influenciado pelo tipo de combustível utilizado.

Mesmo não diferindo estatisticamente, podemos observar que, para as facas girando no sentido reverso, os menores valores se para o equipamento utilizando GC e GE foram na profundidade de 3”, que foi de 1,01 L.h^{-1} e 0,99 L.h^{-1} , respectivamente, e para GA se deu na profundidade de 1”, sendo o consumo de 0,92 L.h^{-1} . Para a profundidade de 7”, o menor consumo de combustível se deu quando o equipamento operava com a mistura, resultando em 1,02 L.h^{-1} .

Para as facas girando no sentido normal, é possível observar que o consumo horário de combustível aumenta a medida que aumenta-se a profundidade de operação, obtendo menor valor na profundidade de 1” com o equipamento utilizando GE, sendo o consumo de 0,83 L.h^{-1} , e o máximo valor se deu na profundidade de 7” utilizando GC, sendo o consumo de 1,54 L.h^{-1} . De 3” até 7” de profundidade, o combustível que mostrou melhor consumo foi a GA, sendo os consumos de 0,78 L.h^{-1} , 0,92 L.h^{-1} e 0,96 L.h^{-1} para a segunda (3”), terceira (5”) e quarta (7”) profundidade.

Isso está ligado aos aditivos que são adicionados à gasolina comum, que proporcionam melhor combustão dentro no cilindro do motor, reduzem o atrito entre o pistão e o cilindro, dentre inúmeros outros benefícios.

Segundo Sandi et al. (2014), o consumo de combustível depende da eficiência da conversão da energia química no combustível em energia mecânica, o que, segundo Liljedahl (1989), varia entre 25% e 35%, pois os motores de combustão interna são considerados conversores de baixa eficiência devido às perdas internas de energia no motor por atrito e aquecimento, por exemplo.

Carvalho (2011) avaliando o desempenho de um motor de combustão interna verificou que a eficiência energética do motor aumentou à medida que aumentava-se a proporção de etanol na gasolina. A eficiência por ele encontrada foi de 32,32% para o combustível com 75% de etanol e 25% de gasolina e de 31,42% para a gasolina comum.

Silva (2012), utilizando um conjunto microtrator-arado, verificou que o consumo horário de combustível é inversamente proporcional às marchas reguladas no trator de rabiças, mas que tal parâmetro aumenta à medida que eleva-se a demanda por potência na barra de tração da maquinaria agrícola.

CONCLUSÃO

O consumo horário de combustível não sofreu influencia significativa da profundidade de operação, do tipo de combustível e nem da profundidade para as facas girando no sentido reverso.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, K. L. B. Desempenho operacional e energético de um microtrator em função da lastragem, velocidade de deslocamento e pressão de inflação dos pneus. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- CARVALHO, M. A. S. Avaliação de um motor de combustão interna ciclo otto utilizando diferentes tipos de combustíveis. 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Universidade Federal da Bahia – UFBA.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. 1. Ed. Rio de Janeiro, 2010.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 3. Ed. Brasília, 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Máquinas para agricultores familiares: ideias, inovações e criações apresentadas na 3ª Mostra de Máquinas e inventos. 1. Ed. Brasília, 2015.
- RODRIGUES, D. E.; et al. Desempenho de um microtrator utilizando-se motores de diferentes alternativas energéticas. *Aeta Scientiarum Technology*, Maringá, v. 28, n. 1, p. 55-63, Jan/June, 2006.
- SANDI, J.; SPADIM, E. R.; MARTINS, M. B.; FERNANDES, B. B.; LANÇAS, K. P. Ensaio de barra de tração de dois tratores agrícolas em pista de concreto. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, nº 43, 2014, Campo Grande. Anais... Campo Grande – MS, 2014.
- SCHLOSSER, J. F.; LINARES, P.; MÁRQUEZ, L. Influência do avanço cinemático das rodas dianteiras sobre a eficiência em tração de tratores com quatro rodas motrizes não isodiamétricas. *Ciência Rural*, v. 34, n.6, p. 1801-1805, 2004. ISSN 0103-8478.
- SILVA, F. S. Avaliação do ruído e do desempenho energético de um trator de rabiças com um arado de disco acoplado. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará – UFC.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, p.229-235, 1991.