



Viabilidade econômica e desempenho de trator agrícola utilizando óleo de girassol e diesel

Economic viability and performance of an agricultural tractor using sunflower oil and diesel

Anderson Wasilewski¹, Raimundo Pinheiro Neto², Reny Adilmar Prestes Lopes³, Gisiane July Ströher⁴, Fabrício Leite⁵

Resumo: Em estudos sobre uso como combustível para tratores agrícolas da mistura de óleo diesel com óleo vegetal, objetivou-se verificar a viabilidade econômica do seu uso como combustíveis de fonte renovável e o desempenho das máquinas agrícolas a campo. Diante disso, avaliou-se a viabilidade econômica e o desempenho de um trator agrícola, alimentado com óleo diesel e mistura diesel com óleo de girassol. O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Paraná. Utilizou-se um trator agrícola MF 275, acoplado a um triturador de palha horizontal. Foi usado diesel B S10 (100%) e mistura de diesel (80%) com óleo de girassol (20%). O conjunto mecanizado foi submetido a três velocidades de deslocamento (3,00; 4,00; 5,00 km h⁻¹) em duas condições de carga de trabalho, com carga (CC) e sem carga (SC). Utilizou-se o delineamento experimental em faixas, com 4 repetições, em esquema fatorial 2x3x2. Os dados foram submetidos ao teste F e Tukey a nível de 5% de probabilidade. O consumo do motor não diferiu com os combustíveis testados. O trator com carga apresentou maior patinagem. O trator alimentado com a mistura de diesel com óleo de girassol teve maior custo horário percentual.

Palavras-chave: Consumo; Combustível; Motor; Óleo vegetal

Abstract: In studies concerning the use, as an fuel for agricultural tractors, of the mixture of diesel with vegetable oil, it must be verified the economic viability regarding its use as renewable fuels and the performance of agricultural machinery in the field. Therefore, it was evaluated the economic viability and performance of an agricultural tractor, fueled with diesel fuel and the diesel mixture with sunflower oil. The assay was conducted at the Universidade Estadual de Maringá Experimental Farm, in Maringá Paraná, Brazil. It was used an MF 275 agricultural tractor, coupled to a horizontal straw chopper. It was used B S10 diesel (100%) and a mixture of diesel (80%) with sunflower oil (20%). The mechanized set was subjected to three travel speeds (3.00; 4.00; 5.00 km h⁻¹) into two workload conditions, with load (CC) and without load (SC). It was used the experimental design in strips, with four replications, in a factorial scheme 2 x 3 x 2. The data was submitted to the tests (variance analyses) F and Tukey at the level of 5% of probability. The engine consumption did not differ between the tested fuels. The tractor with load presented a higher wheel slip. The tractor fueled with the diesel mixture with sunflower oil had a higher cost per hour.

Key words: Consumption; Fuel; Engine; Vegetable oil

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 09/03/2017; aprovado em 25/06/2017

¹Mestre em Agroecologia, Extensionista / EMATER, Cândido de Abreu - PR, andwsk@gmail.com.

²Eng. Agrícola, Dr. Professor Associado, - CCA/MPA, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR. E-mail. rpneto@uem.br

³Eng. Agrícola, Dr. Professor Associado, CCA/DEA, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha-PR. E-mail. raplopes@uem.br

⁴Eng^a. Agrônoma, Mestre em Agroecologia, Universidade Estadual de Maringá, Mandaguari-PR. E-mail. gisiane.agrojr@gmail.com

⁵Eng. Agrícola, Dr. Professor Adjunto, CCA/DCA, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama-PR. E-mail. fleite2@uem.br



INTRODUÇÃO

Os motores das máquinas agrícolas geralmente utilizam na geração de energia mecânica combustível oriundo do petróleo. Alternativas a esse modelo são necessárias, principalmente renováveis. Os óleos vegetais são uma importante fonte renovável para ser utilizada com combustível em máquinas agrícolas. Estudos e tecnologias de uso de combustíveis são desenvolvidos de forma a permitir e viabilizar sua utilização como combustível (SORANSO et al., 2008; NEVES et al., 2013).

O biodiesel, o biogás, o álcool e o óleo vegetal são tidos como combustíveis biológicos renováveis e em sua elaboração são empregadas diversas técnicas de produção e processamento (FUCHS, 2010). O biodiesel é produzido a partir de óleo vegetal ou gordura animal e álcool anidro na presença de um catalisador, seu uso é para motores de ignição por compressão no qual pode ser usado como aditivo e até substituir o diesel (LOPES, 2006).

Os óleos vegetais são extraídos de diversas sementes inclusive de plantas de interesse comercial e são obtidos a partir de prensagem mecânica, seguida de filtração com intuito de eliminar resíduos e impurezas. O óleo vegetal extraído a frio e filtrado a 0,50 micrometro permite que o sistema de injeção não seja prejudicado, considerando uma bomba injetora de combustível injeta fluido em torno de 1,00 micrometro (GUERRA; FUCHS, 2009).

O uso óleo do vegetal *in natura* pode apresentar como vantagens a possibilidade de independência dos combustíveis fósseis, investimento sem curto e médio prazos e o retorno de capital investido rapidamente bem como o estímulo em todo processo produtivo das oleaginosas (FENDEL, 2009).

Os óleos vegetais oriundos das oleaginosas podem ser produzidos em nível de propriedade rural, no qual gerando subprodutos como a torta, a farinha, o gérmen de soja entre outros que podem ser usados como adubo orgânico e para alimentar animais. Esses óleos apresentam características físicas de viscosidade e do ponto de ignição cinemática menos favoráveis que o biodiesel (INOUE et al., 2008; GUERRA; FUCHS, 2009).

A substituição do óleo diesel por óleo vegetal tem se mostrado satisfatório. Nesse sentido para suprir a demanda no que se refere a produção, muitas plantas produzidas comercialmente tais como amendoim, soja, girassol, dendê e canola e outras de caráter mais regional como mamona, andiroba, carnaúba, pinhão-mansão entre outras estão sendo usadas (INOUE et al., 2008).

Testes de uso de óleos vegetais como combustíveis são importantes para matriz energética no Brasil. Muitos destes testes usam o óleo na forma bruta, os quais apresentavam resultados insatisfatórios, principalmente com prejuízos a componentes internos do motor (MAZIERO et al., 2007). O óleo vegetal filtrado e pré-aquecido para alimentação de motores pode ser a solução potencial para este tipo de problema, embora haja a necessidade de estudos mais aprofundados a respeito do uso destes óleos como combustíveis (ELSBETT, 2008).

Siqueira et al. (2014a) ao avaliarem óleo vegetal oriundo da soja submetido a processos, como decantação, filtração, lavagem e fervura e em diferentes misturas com o diesel, com trator agrícola submetido a cargas elevadas apresentou-se

como uma alternativa viável economicamente para o uso agrícola.

Nessa perspectiva, objetivou-se avaliar o desempenho de um trator agrícola utilizando diesel e mistura diesel com óleo de girassol e a viabilidade econômica do uso desta mistura como combustível para tratores agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Paraná. A área experimental está localizada nas coordenadas 23°21'14" S e 52°04'08" W, com 564 m de altitude. Segundo a Embrapa (2006), o solo é classificado como Argissolo Vermelho distroférrico de textura média. Na ocasião a área experimental estava com vegetação espontânea de *Brachiaria decumbens*, tendo valores médios de 7,02 t ha⁻¹ de massa seca.

Utilizou-se um trator fabricado em 2002 com 7.902 horas de trabalho, modelo MF 275, com sistema de tração 4x2, motor Diesel de 4 tempos e injeção direta, Perkins A. 4236-A, com potência máxima de 53 kw (73 cv) a 2000 rpm, com relação peso potência de 50,32 kgf cv⁻¹, equipado com pneus diagonais traseiros de 18.4 x 30 com pressão de insuflagem de 20 psi e os dianteiros com dimensões de 7.50 x 30.

No trator, por meio de cardan e tomada de potência, foi acoplado um triturador de palha horizontal, com largura de corte de 1,80 metros e massa de 655 kg, regulado para uma altura de corte aproximada de 0,10 metros.

Os combustíveis utilizados foram o óleo diesel comercial B S10 puro (D100) e a mistura percentual em base de volume de 80% óleo diesel comercial B S10 com 20% de óleo vegetal de girassol (OV₂₀).

O óleo vegetal de girassol foi oriundo da colônia Witmarsun, em Palmeira - PR e foi adquirido pelo Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). O óleo de girassol foi obtido por prensagem a frio e filtração de dimensões aproximadas de 0,50 micrometro, segundo critérios estabelecidos por Guerra e Fuchs (2009), sendo posteriormente armazenado em galões de polietileno de cor escura em um local de acesso restrito com boa ventilação e baixa incidência luminosa com intuito de preservar suas características físico-químicas.

Para determinar o consumo horário de combustível foi utilizado um medidor volumétrico de consumo (fluxômetro), marca OVAL M-III, modelo LSF 40, sendo a unidade de leitura em litros por hora com precisão de 1 ml pulso⁻¹.

A determinação da patinação do trator foi realizada utilizando-se geradores de pulsos (encoder), marca S&E Instrumentos, modelo E1A1, com frequência de 60 pulsos por volta do rodado traseiro, saída tipo PNP, alimentação de 12 Vcc.

A determinação da velocidade de deslocamento foi realizada utilizando um radar do modelo RVS II, instalado na lateral esquerda do chassi do trator.

Os valores de patinação, consumo de combustível e velocidade de deslocamento do trator, foram coletados e armazenados em uma central de aquisição de dados Micrologger CR23X. Utilizou-se um computador móvel, marca Acer Aspire 5050, equipado com o programa computacional SADMA (Sistema de Análise de Desempenho de Máquinas Agrícolas) (LOPES et al., 2010) para acessar os dados experimentais armazenados no Micrologger.

A velocidade teórica de deslocamento do conjunto mecanizado foi de 3,19 km h⁻¹ – 2ª marcha reduzida, 4,74 km h⁻¹ – 3ª marcha reduzida e 5,86 km h⁻¹ – 4ª marcha reduzida, com rotação nominal do motor em 1.800 rpm.

As cargas de operação foram obtidas com o triturador de palha horizontal acoplado ao 3º ponto do trator, sendo Com Carga (CC) (tomada de potência em funcionamento e triturador em operação) e Sem Carga (SC) (tomada de potência desligada e triturador levantado).

Na composição do custo horário do conjunto mecanizado, utilizou-se as metodologias de Saad (1978) e Mercante et al. (2010), com adaptações das taxas de juros ao ano.

As parcelas experimentais ocuparam área de 2.808 m², sendo as parcelas em faixa de 1,80 m. No sentido longitudinal, reservou-se um intervalo de 10 metros entre parcelas, para estabilização e manobras do conjunto mecanizado.

O delineamento experimental com quatro repetições foi em faixas, em esquema fatorial: 2 (combustíveis) x 3 (velocidades de deslocamento) x 2 (carga na tomada de potência). Os dados foram submetidos ao teste F e Tukey, a nível de 5% de probabilidade, no programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os comparativos de consumo de combustível utilizando óleo vegetal *in natura* em tratores agrícola ainda são carentes de trabalhos e pesquisas, encontrando poucas referências sobre o assunto. Entretanto, procurou confrontarem-se os resultados obtidos neste trabalho com combustíveis que se aproximassem as características físicas químicas do óleo vegetal.

Na Tabela 1, observa-se os valores obtidos para o consumo de combustível e de patinagem.

Tabela 1. Valores médios de consumo de combustível, patinagem dos rodados em função do tipo de combustível, carga de operação e velocidade de deslocamento de trator alimentado com óleo diesel e mistura diesel com óleo de girassol. Maringá, Paraná

Consumo de combustível (L h ⁻¹)				Patinagem do rodado do trator (%)			
Velocidade de deslocamento (km h ⁻¹)				Velocidade de deslocamento (km h ⁻¹)			
Combustível	V1	V2	V3	Combustível	V1	V2	V3
D100	5,92 Aa	6,11 Aa	6,12 Aa	D100	7,56 Aa	7,47 Aa	6,25 Ba
OV ₂₀	5,65 Aa	5,94 Aa	6,05 Aa	OV ₂₀	6,12 Bb	8,08 Aa	8,51 Aa
Carga				Carga			
Combustível	Com Carga	Sem Carga		Combustível	Com Carga	Sem Carga	
D100	7,15 Aa	4,95 Ab		D100	9,64 Aa	4,54 Ab	
OV ₂₀	6,84 Aa	4,93 Ab		OV ₂₀	9,66 Aa	5,47 Ab	
Velocidade de deslocamento (km h ⁻¹)				Velocidade de deslocamento (km h ⁻¹)			
Carga	V1	V2	V3	Carga	V1	V2	V3
Com Carga	6,42 Ab	7,48 Aa	7,09 Aa	Com Carga	8,45 Ab	10,34 Aa	10,18 Aa
Sem Carga	5,15 Bc	4,58 Bb	5,08 Bb	Sem Carga	5,22 Ba	5,21 Ba	4,58 Ba
Média Geral (L h ⁻¹): 5,96				Média Geral (%): 7,32			
Coeficiente de Variação (%): 7,10				Coeficiente de Variação (%): 19,20			

D100 – Óleo diesel comercial B S10, OV₂₀ - Mistura de 80% óleo diesel comercial BS10 com 20% óleo vegetal de girassol. V1 - Velocidade de deslocamento 3,19 km h⁻¹, V2 - Velocidade de deslocamento 4,74 km h⁻¹, V3 - Velocidade de deslocamento 5,86 km h⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na análise do tipo de combustível em função da velocidade, observa-se que o consumo horário volumétrico foi semelhante em todas as velocidades e em ambos os combustíveis estudados.

Soranso et al. (2008), quando avaliaram desempenho dinâmico de um trator agrícola, utilizando biodiesel destilado de óleo residual. Verificaram que do ponto de proporções de mistura (diesel e biodiesel) B0, B5, B15, B25 e B50 ambos resultaram em valores semelhantes, porém teve acréscimo de consumo de B0 para B75 e B100. Tabile et al. (2009), obtiveram resultados semelhantes, onde o consumo horário volumétrico não apresentou diferença significativa até B25, em estudo com biodiesel do tipo mamona etílico destilado.

Maziero et al. (2007) ao estudarem desempenho de um motor MWM D 229.3 de 46 Kw, injeção direta alimentado com óleo bruto de girassol extraído por prensagem a frio e filtrado em prensa filtro e diesel, observaram um acréscimo de 9,30% no consumo em ensaio de duas horas quando utilizou o óleo bruto de girassol. Os autores atribuíram este aumento no consumo, devido à alta viscosidade do óleo vegetal de girassol, o qual influi diretamente na injeção do

combustível na câmara de combustão e ao poder calorífico do óleo vegetal de girassol ser menor que a do diesel.

Em avaliação do tipo de combustível em função da carga, tanto D100 como OV₂₀, o consumo foi maior quando o trator estava operando com carga. Entre os combustíveis, os resultados mostraram não diferirem estatisticamente entre si. Os valores médios de consumo para o trator sem carga foram de 4,95 L h⁻¹ (D100) e 4,93 L h⁻¹ (OV₂₀), enquanto que com carga foram de 7,15 L h⁻¹ (D100) e 6,84 L h⁻¹ (OV₂₀), representando um acréscimo de consumo do trator Sem Carga, para o trator com carga de 44,44%, abastecido com óleo diesel comercial.

No caso do OV₂₀, esse aumento foi de 38,74%. O acréscimo pode ser explicado pela alta exigência que o motor do trator demandou ao acionar a tomada de potência, junto ao triturador de palha horizontal, para a realização do corte e trituração dos materiais sobre o solo.

No entanto, na análise de valores médios de consumo de combustível do fator Carga em função da velocidade de deslocamento, mostrou que o trator com carga apresentou valores menores de consumo em V1 com 6,42 L h⁻¹, em comparação a V2 e V3, nos quais os valores médios foram

7,48 L h⁻¹ e 7,09 L h⁻¹, respectivamente, ou seja, um acréscimo de consumo da velocidade teórica de deslocamento de V1 para a velocidade teórica de deslocamento V2 de 16,51%, resultados estes que corroboram com os obtidos por Cortez et al. (2007, 2008) e Gabriel Filho et al. (2010), os quais verificaram um acréscimo de consumo horário de combustível a medida que se aumentou a velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado.

Observa-se que nas velocidades de deslocamento V2 e V3, com o combustível OV₂₀, obtiveram-se os maiores percentuais de patinagem dos rodados, enquanto que, com o D100, o percentual entre as velocidades de deslocamento não diferiram entre si.

Os percentuais de patinagem obtidos para o trator sem carga com D100 e OV₂₀ foram de 4,54% e 5,47%, respectivamente; e com carga apresentou percentuais de 9,64% e 9,66%, ou seja, um acréscimo de patinagem de 112,33% e 76,59%, respectivamente. Tal incremento pode ser explicado devido à existência da palhada no local do experimento. De acordo com Gabriel Filho et al. (2004), a existência de cobertura vegetal faz com que ocorra alteração na interação do rodado com o solo, podendo elevar os índices de patinagem. Relacionando patinagem e velocidade de deslocamento de conjunto mecanizado, estudos de Furlani et al. (2007) com semeadora-adubadora, cobertura vegetal e velocidade de deslocamento, mostraram que menores valores de patinagem foram observados com o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado.

Sichoski et al. (2013) ao avaliarem consumo energético e patinagem de um trator agrícola tracionando uma enxada rotativa, acionada por tomada de potência e um arado de discos, obtiveram índices de patinagem nos valores de 15,40% e 18,10% respectivamente.

Nota-se que, com o trator em operação de trabalho (CC), o percentual de patinagem apresentou-se na faixa de intervalos de 8,00 a 10,00%. Valores estes, que estão entre as faixas ideais para obtenção da máxima eficiência de operação em solos não mobilizados, segundo parâmetros da ASAE (1997).

Os valores de custos para avaliar a viabilidade econômica do trator operando com diesel (D100) e mistura diesel com óleo vegetal (OV₂₀), foram obtidos no segundo semestre do ano de 2015.

O valor do trator MF275 com depreciação (capital inicial - R\$ 35.000,00) foi realizado junto ao concessionário representante da fabricante do trator, no qual foi considerado seu estado de conservação, horas de trabalho e revisões efetuadas na máquina. A taxa de juros por ano apresentou um valor médio de 5,50% ao ano. Tal valor foi referenciado pelo Plano Safra 2015/2016, do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF (BRASIL, 2015).

O valor de compra do litro de óleo vegetal de girassol foi obtido junto a empresa fornecedora do óleo, tendo-se valor de R\$ 5,83 por litro. Para efeito do cálculo, foi utilizada a média de consumo do trator operando com carga na ocasião do experimento (7,00 L h⁻¹), conforme discutido na avaliação de consumo e apresentada na Tabela 1.

Na Tabela 2, tem-se que os custos fixos giraram em torno de R\$ 5,08 para os dois combustíveis testados. No entanto, os custos variáveis diferiram entre os combustíveis,

sendo o único item que alterou seu valor. O diesel comercial (D100) apresentou igual a R\$ 53,67 para os custos variáveis, enquanto que a mistura de óleo diesel com vegetal de girassol (OV₂₀) mostrou um valor de R\$ 57,79. Esses valores refletiram nos totais do custo horário do trator, com valor de R\$ 58,75 e R\$ 62,87, respectivamente.

Tabela 2 – Resultado análise de custo horário do conjunto mecanizado de trator alimentado com óleo diesel e mistura diesel com óleo de girassol. Maringá, Paraná

Custos	Item	Custo (R\$ h ⁻¹)
Fixos	Juros	1,06
	Depreciação	2,62
	Alojamento	0,70
	Seguros	0,70
Subtotal		5,08
Variáveis	Combustível	20,10 ^A /24,22 ^B
	Lubrificante	2,29
	M S P	0,31
	Pneus	2,56
	Reparos	2,80
	Operador	25,61
Subtotal		53,67^A/57,79^B
Total		58,75^A/62,87^B

^A = diesel comercial (D100), ^B = mistura de 80% de diesel comercial + 20% de óleo de girassol (OV₂₀), M S P= Material de substituição periódica.

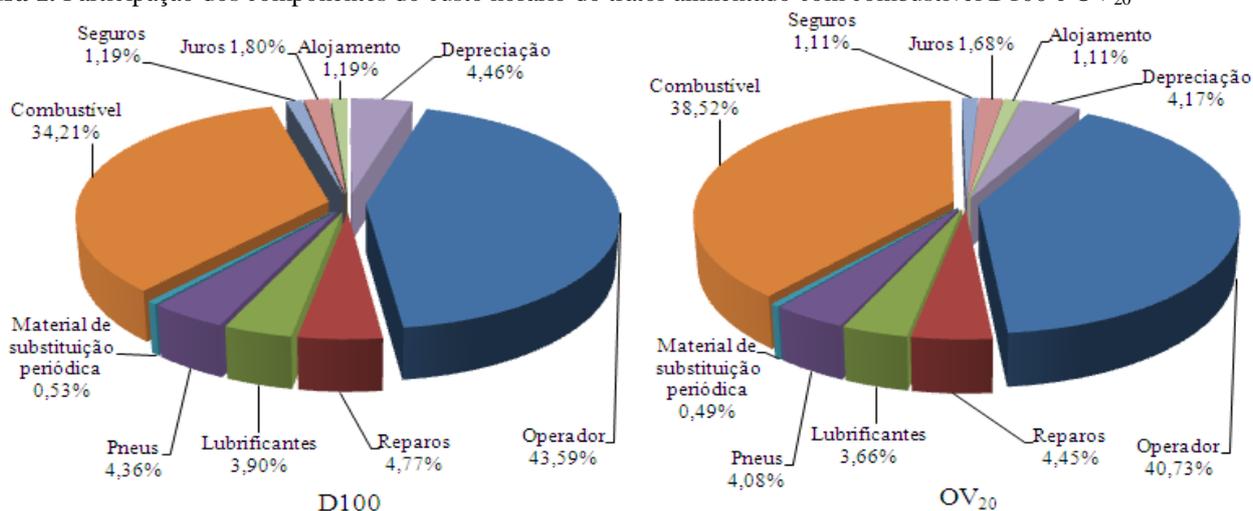
O trator abastecido com D100 apontou um custo horário 7,00% menor que o trator alimentado com OV₂₀, o que pode ser considerada uma expressiva diferença de custo. Este resultado se mostra contrário ao obtido por Siqueira et al. (2014a), quando avaliaram desempenho na barra de tração e composição do custo operacional de um trator agrícola de pneus, alimentado com misturas de óleo diesel e óleo de soja reutilizado. Da mesma forma, com resultado opostos, Siqueira et al. (2014b) demonstrou viabilidade econômica quando analisou o custo horário de um trator agrícola Valmet 65ID, alimentado com óleo diesel, biodiesel de pinhão manso e três misturas com diferentes proporções entre esses dois combustíveis (25,50 e 75,00% de diesel).

A distribuição percentual do somatório do custo total horário para o trator, utilizando D100 e OV₂₀ é apresentada na Figura 1.

Observa-se que o trator alimentado com óleo diesel D100, os custos fixos representaram aproximadamente 8,65% e os custos variáveis 91,35% dos custos totais (Figura 1).

O combustível foi um dos itens de porcentual mais elevados entre os custos, resultado semelhante ao apresentado por Barbosa et al. (2015), quando estudaram desempenho operacional e análise de custo do conjunto mecanizado no preparo do solo para plantio florestal.

Na avaliação do item combustível, nota-se que com OV₂₀ atingiu o percentual de 38,52% dos custos totais, que apresentou um incremento percentual em relação ao trator alimentado com D100, cujo esse percentual foi de 34,21%. Valores estes, próximos ao encontrado por Mirani et al. (1989), em trator MF 265, no qual esse item representou 33,69% e de Jasper e Silva (2013) onde o combustível representou 33,38% em uma das metodologias estudadas para avaliar o custo operacional horário da mecanização agrícola.

Figura 1. Participação dos componentes do custo horário do trator alimentado com combustível D100 e OV₂₀

O valor de aquisição do combustível está referenciado segundo os valores médios praticados no comércio para o óleo vegetal de girassol comestível. Assim, para esta condição, o custo horário do trator abastecido com este combustível OV₂₀, mesmo com a mistura de 20%, se torna inviável economicamente. Guerra e Fuchs (2010) destacam que o óleo vegetal comestível usado como combustível não é recomendado como primeira opção, justamente pela questão econômica, porém outras oleaginosas não comestíveis como pinhão-mansão, crambe, nabo forrageiro, tungue e outros, podem ser mais vantajosas que o diesel, podendo chegar até 40% mais barato se comparado com o biodiesel.

CONCLUSÕES

O consumo de combustível do motor não diferiu para ambos os combustíveis estudados.

O trator operando com carga apresentou maior consumo de combustível e patinação a campo.

O trator abastecido com OV₂₀ teve maior custo horário.

REFERÊNCIAS

ASAE. American Society of Agricultural Engineers. Agricultural tractor test code. In: ASAE STANDARDS. Saint Joseph: American Society of Agricultural Engineers v,44, p. 407-411, 1997.

BARBOSA, L. P.; SIQUEIRA, W. DA C.; ABRAHÃO, S. A.; CONCEIÇÃO, J. L. DA.; OLIVEIRA, C. A. DA C. Desempenho operacional e análise de custo do conjunto mecanizado no preparo do solo para plantio florestal. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11, n.21, p.746-763, 2015.

BRASIL. Banco Central do Brasil. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF. 2015. http://www.bcb.gov.br/pre/bc_atende/port/PRONAF.asp#12. 2015. 9 out. 2015.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R. P. DA.; LOPES, A.; CARVALHO FILHO, A.; DABDOUB, J.M. Desempenho de um trator agrícola utilizando biodiesel em

duas velocidades na semeadura. Nucleus, Ituverava, v.4, n.1-2, p.55-63, 2007.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. DA.; GROTTA, D. C. C. Efeito residual do preparo do solo e velocidade de deslocamento na operação de semeadura da Crotalaria juncea. Scientia Agraria, Curitiba, v. 9, n.3, p. 357 - 362, 2008.

ELSBETT. Engines running on pure vegetable oil as regrowing fuel: History, Development, Experience, Chances, 2008. Disponível em <<http://www.elsbett.com/>>. Acesso em 4 Dez. 2015.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2006. 306 p.

FENDEL T. R. Por que usar óleo vegetal puro como combustível? Disponível em <http://www.viajus.com.br/viajus.php?pagina=artigos&id=156&idAreaSel=19&seeArt=yes>. 2009. Acesso em 20 Dez. 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e agrotecnologia, Lavras v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FURLANI, C. A.; PAVAN JUNIOR, A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; CORTEZ, J. W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.2, p.456-462, 2007.

GABRIEL FILHO, A.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J. ; JESUINO, P. R. Desempenho de trator agrícola em três superfícies do solo e quatro velocidades de deslocamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n.3, p.333-339, 2010.

GABRIEL FILHO, A.; SILVA, S. DE L.; MODOLO, A. J.; SILVEIRA, J. C. M. DA. Desempenho de um trator operando em solo com diferentes tipos de cobertura. Engenharia Agrícola, Viçosa, v. 24, n.3, p.781-789, 2004.

- GUERRA, E. P.; FUCHS, W. Mini-usina de óleo vegetal comestível e biocombustível. In: Simpósio Brasil Alemanha/Deutsch-Brasilianisches Symposium, 4, 2009, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR,. 2009. CD-Rom,
- GUERRA, E. P.; FUCHS, W. Biocombustível renovável: Uso de óleo vegetal em motores. Revista Acadêmica, Agrária Ambiental, Curitiba, v.8, n.1, p.103-112, 2010.
- INOUE, G. H.; VIERA, L. B.; SANTOS, G. L.; FERNANDES, H. C.; SIQUEIRA, W. da C. Viabilidade da utilização de óleo vegetais em motores diesel. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.16, n 3, p. 329-336, 2008.
- JASPER, S. P.; SILVA, R. A. P. Estudo comparativo do custo operacional horário da mecanização agrícola utilizando duas metodologias para o estado de São Paulo. Nucleus, Ituverava, v.10, n.2, p.119-126, 2013.
- LOPES, A; Biodiesel em trator agrícola: desempenho e opacidade. 2006, 158 f. Tese (Livre Docência em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- LOPES, R. A. P.; MARTINS, E. A. S.; SANTOS, R. P. B.; VIEIRA, L. H. S. SADMA - Sistema de Análise de Desempenho de Máquinas Agrícolas. In: Congresso Latino-americano e do Caribe de Engenharia Agrícola, Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010, Vitória. Anais... Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. CD-Rom.
- MAZIERO, J. V.; CORRÊA, I. M.; ÚNGARO M.R.; BERNARDI, J.A.; STORINO, M. Desempenho de um motor diesel com óleo bruto de girassol. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v.13, n.2, p. 249-255, 2007.
- MERCANTE, E.; SOUZA, E. G.; JOHANN, J. A.; GABRIEL FILHO, A.; URIBE-OPAZO, M. A. PRAPRAG: software para planejamento racional de máquinas agrícolas. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n. 2, p. 322-333, 2010 .
- MIRANI, A. N; BUKHARI, S.; ZAFARULLAH, M. Unit cost of operations of farm tractors. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, v. 20, p.44-46, 1989.
- NEVES, M. C. T.; LOPES, A., LIMA, L. P. DE.; OLIVEIRA, M. C. J. DE; KOIKE, G. H. A. Desempenho do trator agrícola em função do tipo de biodiesel (soja x murumuru). Engenharia na Agricultura , Viçosa v.21, n.4, p.351-360,2013.
- SAAD, O. Seleção do equipamento agrícola. São Paulo, Nobel, 1978, 127p.
- SICHOCKI, D.; RUAS, R. A. A.; DEZORDI, L. R.; CAIXETA, L. F.; SILVA, B. M. Consumo energético e patinagem de um trator agrícola tracionando uma enxada rotativa e um arado de discos. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.21, n.5, p. 441-446, 2013.
- SIQUEIRA, W. C.; ABRAHÃO, S. A.; COSTA FILHO, L. S.; CONCEIÇÃO, J. L.; BARBOSA, L. P. Desempenho na barra de tração e composição do custo operacional de um trator agrícola de pneus, alimentado com misturas de óleo diesel e óleo de soja reutilizado. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.18, p. 3825 – 3841, 2014a.
- SIQUEIRA, W. C.; FERNANDES, H. C.; SANTOS, F. L.; SILVA, A. C.; ABRAHÃO, S. A. Custo horário de um trator agrícola alimentado com diferentes proporções de óleo diesel e biodiesel de pinhão manso. Engenharia na Agricultura (Reveng), Viçosa, v. 22, n.5, p. 399-407, 2014b.
- SORANSO, A. M.; GABRIEL FILHO, A.; LOPES, A.; SOUZA, E. G. DE.; DABDOUB, M. J.; FURLANI, C. E. A.; CAMARA, F. T. DA. Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado de óleo residual. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.12, n. 5, p.553-559, 2008.
- TABILE, R. A., LOPES, A.; DABDOUB, M. J.;CAMARA, F. T. DA.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. DA. Biodiesel de mamona no diesel interior e metropolitano em trator agrícola. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.3, p 412 - 423, 2009.