

BIODIESEL ETÍLICO X BIODIESEL METÍLICO

Afonso Lopes¹, Felipe Thomaz da Camara², Miguel Joaquim Dabdoub³, Carlos Eduardo Angeli Furlani¹, Rouverson Pereira da Silva¹, Gustavo Naves dos Reis³, Antônio Carlos Ferreira Batista⁴

¹ Eng^o Agric, Prof. Dr. Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, (16-3209-2637), afonso@fcav.unesp.br

² Eng^o. Agr^o, Pós Graduando do Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

³ Químico, Prof. Adjunto Depto de Química, USP de Ribeirão Preto, SP

⁴ Químico, Pós Graduando do Departamento de Química, USP de Ribeirão Preto, SP

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar o consumo de combustível de um trator agrícola funcionando de maneira alternada com Biodiesel etílico e Biodiesel metílico. O experimento foi realizado em esquema fatorial, em delineamento inteiramente casualizado, combinando-se sete proporções de mistura (B₀, B₅, B₁₅, B₂₅, B₅₀, B₇₅ e B₁₀₀) e dois tipos de Biodiesel (etílico e metílico). Foram analisados, consumo horário volumétrico (L h⁻¹), consumo horário ponderal (kg h⁻¹) e consumo específico (g kWh⁻¹). Os resultados evidenciaram menor consumo específico quando o trator utilizou Biodiesel etílico.

PALAVRAS-CHAVE: consumo de combustível, biocombustível, ensaio de trator.

FILTERED BIODIESEL X BIODIESEL DISTILLED: USE IN AGRICULTURAL TRACTOR

ABSTRACT: The objective of the present study was to compare the fuel consumption of an agricultural tractor functioning of alternate form with methyl ester and ethyl ester. The experimental design consisted of a factorial scheme with fully randomized, with the combination of seven mixture proportions (B₀, B₅, B₁₅, B₂₅, B₅₀, B₇₅ and B₁₀₀) and two types of biodiesel (methyl ester and ethyl ester). Hourly consumption as a volume unit (L h⁻¹) and mass (kg h⁻¹) and specific consumption (g kWh⁻¹) were determined. The results evidenced smaller specific consumption when the tractor used Biodiesel ethyl.

KEYWORDS: fuel consumption, biofuel, tractor test.

INTRODUÇÃO: A necessidade de usar combustível renovável em motor de ignição por compressão é tão antiga quanto a invenção do próprio motor idealizado por Rudolf Diesel, cuja a primeira tentativa de funcionamento foi com óleo vegetal (amendoim). De acordo com SALAZAR (2002), a crise energética vem forçando a busca internacional por fontes alternativas de energia, resultando em inúmeras pesquisas com o objetivo de substituir os combustíveis derivados do petróleo. Em razão de problemas que vão da autonomia energética mundial até aqueles de ordem ambiental, desde a invenção do motor de ignição por compressão até os dias atuais (ano 2006), houve diversas tentativas de utilizar combustível que fosse alternativo ao diesel derivado de petróleo, dentre eles o Biodiesel, que como vantagens, destaca-se o fato de que as propriedades são semelhantes às do diesel mineral, podendo substituí-lo sem exigir alterações no motor ou outro tipo de adaptação, além de reduzir a emissão de poluentes para a atmosfera (SANTOS et al., 2004). O Biodiesel pode ser produzido a partir de óleo residual ou novo (girassol, amendoim, soja, entre outros), com etanol ou metanol, e ainda pode ser purificado pelos processos de filtração ou destilação. Quanto a ensaio de desempenho, estudando biodiesel etílico de óleo residual de soja em trator agrícola, em operação de gradagem, LOPES et al. (2004) observaram que o uso de biodiesel até a proporção de 50% de mistura não alterou o consumo; entretanto, quando o trator funcionou com 100% de biodiesel, não se observaram anomalias no funcionamento, embora o consumo de combustível tenha aumentado em 11%. Ensaio realizados com mistura de biodiesel ao diesel comprovam o potencial dessa alternativa, sendo sugerida a proporção de até 20% (OLIVEIRA & COSTA, 2002). O objetivo do presente trabalho foi comparar o consumo de combustível de um trator agrícola funcionando de maneira alternada com Biodiesel etílico e metílico.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área do LAMMA – Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Rural da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, localizado nas coordenadas geográficas 21° 15' Sul e 48° 18' Oeste, altitude média de 570 m, declividade média de 7% e clima Cwa (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado segundo (EMBRAPA, 1999) como Latossolo vermelho eutroférico típico, textura argilosa, A moderado caulínítico vídeco, relevo suave ondulado. Cada parcela experimental ocupava área de 78,75 m² (25 x 3,15 m) e entre parcelas, no sentido longitudinal, foi reservado um espaço de 15 m destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização das determinações. Nesse trabalho utilizou-se como trator de teste, um modelo VALTRA, BM 100, 4x2 TDA, com potência de 73,6 kW (100 cv) no motor e com o intuito de oferecer resistência à barra de tração do trator de teste, utilizou-se um trator VALTRA, modelo BH 140, 4x2 TDA. O trator do ensaio encontra-se instrumentado conforme descrito por LOPES et al. (2003). Neste ensaio, utilizaram-se dois tipos de biodiesel, o primeiro do tipo etílico e o segundo do tipo metílico, ambos produzidos com óleo degomado de girassol filtrado. O processo de produção do biodiesel ficou a cargo do LADETEL (Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas) da USP, Câmpus de Ribeirão Preto-SP. Para o cálculo do consumo horário e consumo específico (consumo em função da potência na barra), foi necessário determinar a densidade do combustível em função da temperatura e da proporção de biodiesel, numa amplitude de 10 a 70 °C, em intervalos de 5 °C, expressa conforme as equações 1 e 2.

$$D_{BE} = 848,43 - 0,735 * T + 0,378 * PB + 0,0013 * T^2 - 0,0007 * PB^2 - 0,0013 * T * PB \quad R^2 = 0,98 \quad (1)$$

$$D_{BM} = 848,60 - 0,759 * T + 0,426 * PB + 0,0015 * T^2 - 0,0002 * PB^2 - 0,0006 * T * PB \quad R^2 = 0,99 \quad (2)$$

em que,

D_{BE} - equação de densidade para Biodiesel etílico;

D_{BM} - equação de densidade para Biodiesel metílico;

T - temperatura do combustível no momento do ensaio, e

PB - proporção de biodiesel.

O consumo horário volumétrico foi determinado com base no volume de combustível consumido no percurso e para o consumo horário ponderal, considerou-se a influência da temperatura na densidade do combustível no momento do teste, conforme equações 3 e 4.

$$Chv = \frac{C * 3,6}{t} \quad (3)$$

em que,

Chv - consumo horário volumétrico (L h⁻¹);

C - volume consumido (mL), e

t - tempo de percurso na parcela (s).

$$Chm = Chv * \frac{DBnx}{1000} \quad (4)$$

em que,

Chm - consumo horário ponderal (kg h⁻¹);

Chv - consumo horário volumétrico (L h⁻¹), e

DBnx - densidade determinada pelas equações (1 e 2).

Para a determinação do consumo específico utilizou-se a seguinte equação:

$$CE = \frac{Chm}{PB} \quad (5)$$

em que,

CE - consumo específico (g kWh⁻¹), e

PB - potência na barra de tração (kW).

Para o cálculo da potência na barra, utilizou-se a força de tração obtida em kN multiplicada pela velocidade em m s⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7x2, combinando-se sete proporções de mistura de biodiesel e diesel (B₀, B₅, B₁₅, B₂₅, B₅₀, B₇₅ e B₁₀₀), com dois tipos de biodiesel (etílico e metílico), originando 14 tratamentos com três repetições. Os

dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1, encontra-se a síntese da análise de variância para as variáveis consumo específico, consumo horário volumétrico e consumo horário ponderal, onde os resultados com médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis consumo horário volumétrico, consumo horário ponderal e consumo específico.

FATORES	Consumo Volumétrico (L h ⁻¹)	Consumo Ponderal (kg h ⁻¹)	Consumo Específico (g kWh ⁻¹)
BIODIESEL (B)			
Etílico	13,1 A	11,1 A	347 A
Metílico	13,3 B	11,3 B	355 B
MISTURA (M)			
B ₀	12,5 A	10,6 A	328 A
B ₅	12,8 AB	10,8 A	337 AB
B ₁₅	12,9 AB	10,9 AB	340 AB
B ₂₅	13,2 BC	11,2 BC	349 BC
B ₅₀	13,5 C	11,5 CD	359 CD
B ₇₅	13,6 C	11,7 D	367 DE
B ₁₀₀	14,0 D	12,1 E	379 E
TESTE F			
B	8,2 **	13,5 **	8,4 **
M	31,5 **	48,5 **	25,2 **
BxM	0,5 NS	0,6 NS	0,8 NS
C.V. %	1,7	1,7	2,5

NS: não significativo a 5%, *: significativo a 5%, **: significativo a 1%, C.V.: coeficiente de variação
B₀ = 0% biodiesel + 100% diesel, B₅ = 5% biodiesel + 95% diesel, ..., B₁₀₀ = 100% biodiesel + 0% diesel.

Pela Tabela 1, verifica-se que não houve interação significativa entre os fatores proporção de mistura (M) e tipo de Biodiesel (B) para as três variáveis estudadas. Quando se compararam os tipos de Biodiesel, ocorreu diferença significativa, mostrando que o trator operando com Biodiesel metílico filtrado de girassol apresentou maior consumo em relação ao etílico, nas três variáveis avaliadas. No fator proporção ocorreu o seguinte comportamento: Consumo volumétrico - verificou-se que houve semelhança de B₀ até B₁₅, de B₅ até B₂₅, de B₂₅ até B₇₅, sendo o maior consumo observado em B₁₀₀. Consumo ponderal - observou-se semelhanças de B₀ a B₁₅, de B₁₅ a B₂₅, de B₂₅ a B₅₀, de B₅₀ a B₇₅, com o maior consumo observado em B₁₀₀. Consumo específico - houve semelhanças de B₀ a B₁₅, podendo-se argumentar que pode ser adicionado até 15% de Biodiesel de girassol ao diesel sem comprometer o consumo do trator. Observaram-se, também, semelhanças de B₅ a B₂₅; de B₂₅ a B₅₀; de B₅₀ a B₇₅, e de B₇₅ a B₁₀₀. O trator abastecido com Biodiesel de girassol (B₁₀₀) aumentou em 15,5% o consumo quando comparado ao diesel (B₀).

CONCLUSÃO: No caso de Biodiesel filtrado de girassol, o tipo etílico foi superior ao metílico, pois, resultou em menor consumo de combustível do trator. O incremento de Biodiesel aumentou o consumo específico a partir de B₂₅ até B₁₀₀ em 6,4 e 15,5%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.
- LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P. Desenvolvimento de um protótipo para medição do consumo de combustível em tratores. **Revista Brasileira de Agroinformática**, Lavras, v.5, n.1, p.24-31, 2003.

LOPES, A.; GROTTA, D.C.C.; FURLANI, C.E.A.; CAMARA, F.T.; HURTADO, G.R. Biodiesel etílico de óleo residual: consumo de combustível de um trator agrícola em função do percentual de mistura biodiesel e diesel de petróleo. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., 2004. Belém: Associação Brasileira de Engenharia Mecânica, 2004. 1 CD-Rom.

OLIVEIRA, L.B.; COSTA, A.O. da. Biodiesel: uma experiência de desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Energia, 2002. v.1, p.445-53.

SALAZAR, E. **Óleos vegetais:** combustíveis alternativos. Cidade Virtual: Bionline. Pelotas, dez. 2002. Disponível em <<http://www.terra-cidadevirtual.html>>. Acesso em: 19 dez. 2002.

SANTOS, R. F. E.; SANTOS, A. M.; MARTINS, K. C. R.; SILVA, J. A. Análise de detonação, torque e potência em um motor de ignição por compressão turboalimentado por um sistema ternário de combustíveis - diesel, biodiesel e etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., 2004, Belém. **Anais...** Belém: Associação Brasileira de Engenharia Mecânica, 2004a. 1 CD-ROM.