

# Curvas de desempenho motor de um trator agrícola utilizando diferentes proporções de biodiesel de soja

Vanderson Rabelo de Paula<sup>1</sup>

Jackson Antônio Barbosa<sup>2</sup>

Thiago Liborio Romanelli<sup>3</sup>

Carlos Eduardo Silva Volpato<sup>4</sup>

Nilson Salvador<sup>5</sup>

## Resumo

A crise energética, associada ao aumento da demanda por combustíveis e à crescente preocupação com o meio ambiente, tem levado à busca por fontes alternativas de energia. Além disso, a entrada de novos equipamentos e máquinas agrícolas altamente competitivos, em termos de custo, vem despertando o interesse dos agricultores. No entanto, tais equipamentos, pela sua recente inserção no mercado, ainda não apresentam parâmetros que os remetam à confiabilidade. Nesse contexto, este estudo visou ao ensaio dinamométrico de tomada de potência (TDP) de um trator agrícola da marca Green Horse, modelo 204, para obtenção de suas curvas de desempenho, utilizando como combustível misturas de óleo diesel e biodiesel de soja, nas proporções B2, B5, B20 e B100. Os resultados mostraram que o trator apresentou desempenho motor compatível com outros modelos de mesma potência utilizados no país, apresentando o melhor desempenho com o uso do combustível B5.

**Palavras-chave:** Biocombustível. Motor diesel. Máquinas agrícolas.

## Introdução

A crise do petróleo, o aumento da demanda por combustíveis e a crescente preocupação com o meio ambiente constituem grandes desafios atuais (GODESA et al., 2010). Essa situação tem levado à busca por fontes alternativas de energia no Brasil e no mundo (POUSA et al., 2007; SUAREZ; MENEGHETTI, 2007). No tocante ao desenvolvimento de novos insumos de caráter renovável para a produção de combustíveis com potencial de substituir os derivados de petróleo, a biomassa ganha papel de destaque, devido a sua natureza renovável, ampla disponibilidade, biodegradabilidade e baixo custo (SUAREZ et al., 2007).

O uso de biomassa como fonte de energia pode contribuir significativamente para a redução de problemas ambientais. A biomassa pode ser utilizada na produção de energia térmica, energia elétrica ou na produção de vários tipos de combustíveis líquidos (RAFFIQ; AHAMED, 2005).

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Machado, Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, prof. IFSULDEMINAS. vanderson.paula@ifsuldeminas.edu.br. (35) 3295 9700. Machado, MG, 37750-000.

2 Universidade Federal de Lavras, Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, professor DEG/UFLA. jackson\_barbosa@hotmail.com. Lavras, MG, 37200-000.

3 Universidade Federal de Lavras, Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Agronomia, professor Esalq/USP. romanelli@usp.br. Piracicaba, SP, 13418-900.

4 Universidade Federal de Lavras, Engenheiro Florestal, D.Sc. Engenharia Agrícola, prof. DEG/UFLA. volpato@ufla.br. Lavras, MG, 37200-000.

5 Universidade Federal de Lavras, Engenheiro Agrícola, D.Sc. Engenharia Agrícola, prof. DEG/UFLA. salvador@ufla.br. Lavras, MG, 37200-000.

O biodiesel é um combustível renovável derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, usado em motores de ciclo diesel em qualquer proporção com o diesel mineral ou puro (GROTTA et al., 2008; SANTOS; AZEVEDO, 2008). É produzido normalmente pelo processo químico da transesterificação, em que a glicerina, que interfere na eficiência da atomização do combustível na câmara de combustão, é removida, viabilizando o uso do óleo em motores convencionais, sem necessidade de modificação (AGARWAL et al., 2008; KEGL, 2008).

De acordo com Tabile et al. (2009), diversos estudos sobre o desempenho operacional de motores utilizando biodiesel não apontaram indícios de aumento de desgaste, comprometimento de potência ou redução na durabilidade; entretanto, vários autores observaram aumento no consumo de combustível à medida que se aumenta a proporção de uso do biocombustível. Castellaneli et al. (2008), trabalhando com misturas de biodiesel etílico de soja em motor de injeção direta, constataram que as misturas de biodiesel B2, B5 e B10 apresentaram desempenho semelhante ao do diesel, e o biodiesel B20 apresentou desempenho superior ao do diesel. Para as outras misturas, houve queda gradual de desempenho à medida que se aumentou a percentagem de biodiesel da mistura; o puro (B100) apresentou o pior desempenho.

Volpato et al. (2009) realizaram ensaio de um trator 4x2 com motor de 4 cilindros, sistema de injeção com bomba rotativa e 56 kW de potência, utilizando os combustíveis B100 de soja. O motor apresentou um consumo energético e curvas de eficiência térmica dentro do esperado, proporcionais ao poder calorífico inferior dos combustíveis utilizados, bem como comportamento normal nas partidas a frio e nas respostas às acelerações do motor, mostrando a viabilidade de operação do motor com combustíveis substitutivos.

Ali et al. (1996), avaliando 12 combustíveis alternativos, oriundos da mistura de óleos vegetais com óleo diesel, em um ensaio dinamométrico, mostraram que o desempenho do motor foi similar ao obtido com óleo diesel e que não haveria efeito nos parâmetros de desempenho após 200 horas de funcionamento. Os resultados mostraram possibilidade imediata da substituição do óleo diesel pelo biodiesel como combustível nos motores estacionários de baixa potência.

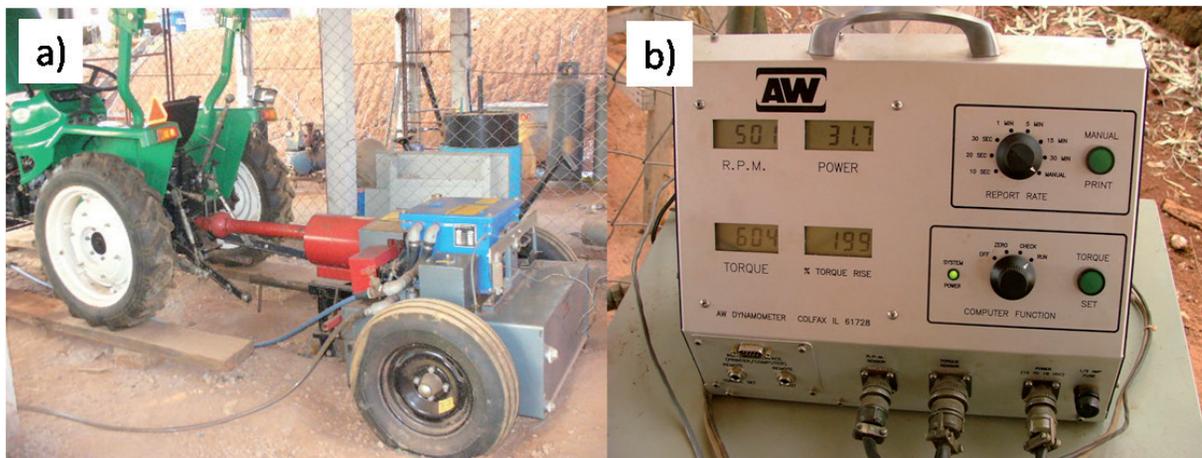
Dentro desse contexto, este estudo realizou um ensaio dinamométrico de um trator agrícola da marca Green Horse, modelo 204, para obtenção de suas curvas de torque, potência e consumo específico, utilizando como combustível o biodiesel de soja puro (B100) e adições desse biocombustível ao diesel mineral, nas proporções de 2, 5 e 20%, caracterizando, respectivamente, os combustíveis B2, B5 e B20.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Centro Tecnológico de Máquinas e Mecanização Agrícola, pertencente ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. Foram obtidas curvas de desempenho utilizando os combustíveis B2, B5, B20 e B100. O biodiesel utilizado é resultante da transesterificação de óleo de soja em rota metálica, e as outras proporções de biodiesel foram obtidas pela combinação nas mesmas proporções dos combustíveis citados anteriormente.

Para os ensaios, foi utilizado um trator da marca Green Horse, modelo 204, com tração 4x2 e tração dianteira auxiliar (Toda), com motor de ciclo diesel, quatro tempos, com três cilindros dispostos em linha, sistema de injeção com bomba rotativa, aspiração natural e potência nominal, segundo o fabricante, de 14,9kW a 2300rpm. O trator citado estava com 500 horas de uso. O dinamômetro utilizado na obtenção dos valores de torque (Nm), rotação (rpm) e potência (kW), através da tomada

de potência (TDP), foi o modelo NEB 200, marca AW Dynamometer<sup>6</sup>, no qual há a transformação da energia mecânica em calor por meio da utilização de um freio hidráulico, sendo o calor gerado nesse freio dissipado pela passagem de água de arrefecimento. Esse dinamômetro permite que se faça a leitura do torque, rotação e potência diretamente em seu display, além de permitir a conexão com um sistema de aquisição de dados (Figura 1).



**Figura 1.** a) Dinamômetro acoplado à TDP do trator; b) Visor digital do equipamento.  
Fonte: Elaboração dos autores.

Para a medida do consumo de combustível pelo motor do trator, adotou-se o mesmo procedimento de Godesa et al. (2010), que consiste na utilização de um medidor volumétrico constituído de uma proveta graduada, com válvulas solenóides que controlam o fluxo de entrada e saída do combustível, permitindo sua medida por diferença de nível em função do tempo.

Para a obtenção dos valores de potência, torque e rotação, o dinamômetro foi devidamente acoplado à tomada de potência do trator. A cada ensaio com nova proporção de biodiesel, todo sistema de alimentação de combustível foi drenado. Depois da drenagem e substituição do filtro, o motor foi colocado em funcionamento por dez minutos, evitando a contaminação dos combustíveis. Os valores de rotação, torque e potência foram fornecidos instantaneamente pelo display do dinamômetro. Os valores de potência foram corrigidos para as condições padrão de pressão e temperatura, por meio da equação 1, obtendo-se assim a potência reduzida.

$$\frac{H_r}{H_e} = \frac{P_2}{P_1} \times \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^{0,5} \quad (01)$$

Em que:

$H_r$  = potência reduzida (kW);

$H_e$  = potência efetiva (kW);

$P_1$  = pressão atmosférica, por ocasião da prova (mm Hg);

$P_2$  = pressão atmosférica padrão (760 mm Hg);

$T_1$  = temperatura absoluta por ocasião da prova (K);

$T_2$  = temperatura absoluta padrão NBR ISO 1585/1996 (298 K).

6 A menção a marcas tem caráter meramente informativo.

Os dados de consumo horário e potência reduzida foram utilizados para determinação dos valores de consumo específico, por meio da equação 2.

$$C_e = \frac{C_h}{H_e} \quad (02)$$

Em que:

$C_e$  = consumo específico de combustível [ $\text{g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$ ];

$C_h$  = consumo horário de combustível [ $\text{g} \cdot \text{h}^{-1}$ ];

$H_e$  = potência efetiva (kW).

Para realização dos ensaios, foi adotada a norma NBR 1585 (ABNT, 1996), a qual se aplica a avaliação do desempenho de motores de combustão interna, observando, em particular, a apresentação das curvas de potência, torque e de consumo específico de combustível a plena carga em função da rotação. Foram definidos sete níveis de rotações da TDP para os ensaios: 610, 580, 440, 360, 260, 170 e 90 rpm. A rotação de 610rpm representou a nulidade de potência e 90rpm correspondeu à rotação de paralisação do motor. Os níveis de 580rpm e 440rpm apresentaram, respectivamente, as rotações de potência máxima e o torque máximo observados.

Adotou-se uma análise univariada, com delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo 4 tipos de combustíveis e 5 níveis de rotação da TDP do trator, com 4 repetições para cada combustível, em cada um dos 5 níveis de rotação.

O sistema computacional utilizado para a realização da análise foi o SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2000). Foi feita a análise de variância (ANOVA) e as médias dos parâmetros de torque, potência efetiva e consumo específico de combustível; em função da rotação da TDP, foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) e ao ajuste dos modelos para cada tratamento por regressão linear; a precisão foi avaliada por meio do coeficiente de determinação corrigido  $R^2$ .

## Resultados e discussão

As curvas para os quatro combustíveis apresentaram o mesmo comportamento da curva de torque declarado na NBR ISO 1585 (ABNT, 1996). A análise de variância em função da rotação para a variável torque indicou diferenças significativas, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) para os diferentes combustíveis e para a interação combustível  $\times$  rotação.

As fontes de variação Combustível, Rotação e a interação Combustível  $\times$  Rotação foram altamente significativas, o que comprova a diferença de desempenho do motor em relação ao nível de rotação e em função do combustível utilizado (Tabela 1).

**Tabela 1.** Síntese da análise de variância dos valores médios de torque (N.m) para as quatro proporções de combustíveis utilizadas.

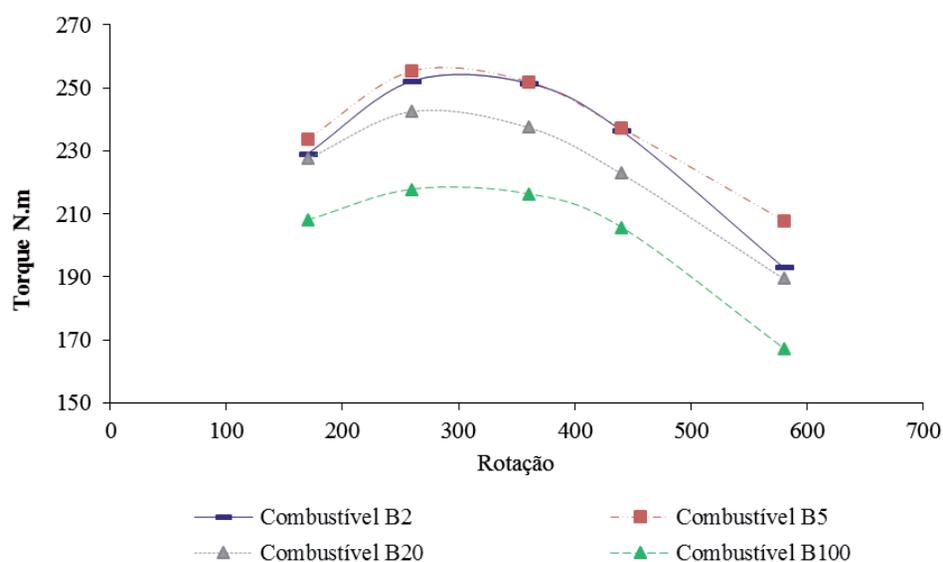
Proporção	170 rpm	260 rpm	360 rpm	440 rpm	580 rpm
B100	209,0 a	213,5 a	223,5 a	201,0 a	168,0 a
B20	228,5 b	239,0 b	243,0 b	219,5 b	190,0 b
B2	230,0 b	249,0 c	256,5 c	233,5 c	193,5 b
B5	234,0 b	254,0 c	254,0 c	236,0 c	208,0 c

CV=1,06%. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, para cada proporção de combustível utilizada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaboração dos autores.

As interações feitas no Teste de Tukey mostram que o maior torque obtido pelo motor ocorreu com o uso do combustível B2, obtendo 256,5 N m a 360 rpm na TDP, apesar de não apresentar, para a rotação em destaque, diferença estatística com o B5 ao nível de 5% de probabilidade. Utilizando o combustível B5, o motor apresentou os maiores valores de torque para toda a curva (Figura 2). Observa-se também que utilizando B100, o motor apresentou os valores mais baixos de torque em toda a faixa de rotação. No entanto, a maior reserva de torque foi obtida utilizando-se desse mesmo combustível, apresentando o valor de 24,83%.

Utilizando os combustíveis B2, B5 e B20, o trator apresentou na TDP, respectivamente, os valores de reserva de torque de 24,56; 18,11 e 21,81%, que, de acordo com o boletim técnico do CENEA (1982) e com Mialhe (1996), classificam o trator como detentor de boa reserva de torque. O ajuste para as curvas de torque se mostrou bastante preciso, apresentando coeficientes de determinação corrigidos:  $R^2$  de 0,98 para o B2; 0,99 para o B5; 0,96 para o B20 e 0,94 para o B100.



**Figura 2.** Curvas estimadas de torque na TDP para as quatro proporções de combustíveis utilizadas.  
**Fonte:** Elaboração dos autores.

A análise de variância em função da rotação para a variável potência indicou diferenças significativas, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) para os diferentes combustíveis.

As interações entre a variável potência e os combustíveis mostram um desempenho superior do motor em toda a curva de potência, com o combustível B5 apresentando, inclusive, o maior valor de potência entre todos os combustíveis, sendo de 15,64 kW a 580 rpm na TDP, que foi identificado nos ensaios como a rotação de potência máxima (Tabela 2). Tais resultados concordam com os encontrados por Nietiedt et al. (2011) que, em ensaios realizados com misturas de diesel mineral com biodiesel metílico de soja, obtiveram os melhores desempenhos para os combustíveis B5 e B10. A potência máxima obtida na TDP utilizando o combustível B5 foi 4,96% superior à potência máxima do motor utilizando diesel mineral, divulgada pelo fabricante. Segundo EJIM (2007), o melhor desempenho pode ser justificado pelo aumento do número de cetanos em misturas com maiores teores de biodiesel, o que acarreta melhoria da queima do combustível na câmara de combustão.

Os combustíveis B2, B20 e B100 não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade em nenhum ponto da curva (Figura 3) e apresentaram na TDP uma potência máxima média 22,7% inferior à potência máxima obtida no volante do motor, divulgada pelo fabricante.

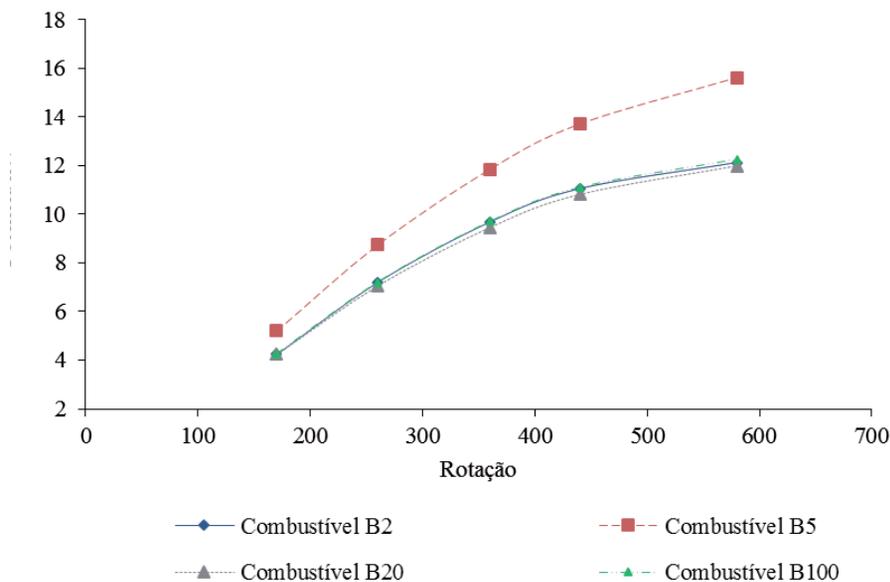
**Tabela 2.** Síntese da análise de variância dos valores médios de potência reduzida (kW) para as quatro proporções de combustíveis utilizadas.

Proporção/ rotação	170 rpm	260 rpm	360 rpm	440 rpm	580 rpm
B20	4,21 a	7,02 a	9,63 a	10,62 a	12,02 a
B2	4,31 a	7,03 a	9,85 a	10,98 a	12,11 a
B100	4,43 a	6,79 a	10,03 a	11,03 a	12,21 a
B5	5,24 b	8,60 b	12,15 b	13,46 b	15,64 b

CV=2,11%. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, para cada proporção de combustível utilizada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaboração dos autores.

O ajuste das curvas de potência apresentou coeficientes de determinação corrigidos  $R^2$  de 0,99 para os quatro combustíveis avaliados.

**Figura 3.** Curvas estimadas de potência na TDP para as quatro proporções de combustíveis utilizadas.  
**Fonte:** Elaboração dos autores.

A análise de variância em função da rotação para a variável consumo específico de combustível indicou diferenças significativas, a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ), para os diferentes combustíveis e, também, para a interação Combustível x Rotação.

A análise estatística aponta o combustível B5 como o detentor do menor consumo específico em toda a faixa de rotação do motor (Tabela 3). Utilizando-se dos outros combustíveis, o motor apresentou consumo específico de combustível superior ao B5 em vários pontos da curva de ensaio (Figura 4). Na rotação de menor consumo específico, o B100 apresentou valor 4,6% superior ao B5, porém, sem diferença significativa. Utilizando o combustível B20, na rotação de potência máxima, o trator apresentou consumo específico de combustível 19,2% maior que o consumo apresentado com o uso do B5. De acordo com CENEA (1982), utilizando os combustíveis B2, B20 e B100, o trator apresentou um consumo específico tido como razoável, ao passo que, para o combustível B5, o trator apresentou consumo específico de combustível classificado como bom, lembrando que tal classificação é baseada no funcionamento de motores apenas com diesel mineral. Para todos os combustíveis, em toda a faixa de rotação, os valores de consumo específico foram inferiores aos observados por

Silveira e Sierra (2010) nos tratores Agrale, modelo 4300, e nos tratores Yanmar, modelos 1040 e 1050WD, que estão na mesma faixa de potência do trator avaliado.

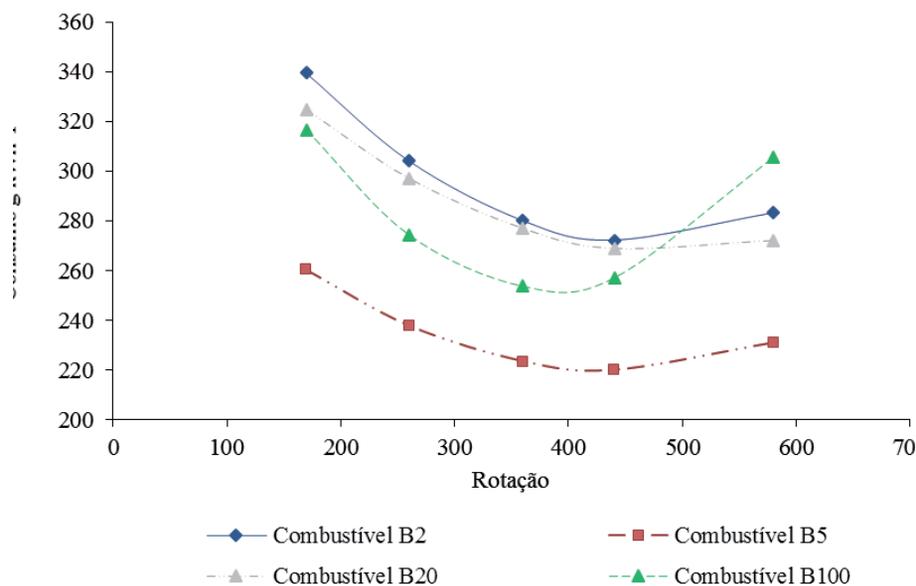
**Tabela 3.** Síntese da análise de variância dos valores médios de Consumo Específico ( $\text{g kW}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) para as quatro proporções de combustíveis utilizadas.

Proporção	170 rpm	260 rpm	360 rpm	440 rpm	580 rpm
B5	262,6 a	232,8 a	225,9 a	221,1 a	230,2 a
B100	314,3 b	284,6 b	236,4 a	268,7 b	303,9 c
B20	320,6 bc	305,3 b	276,9 b	263,1 b	274,5 b
B2	340,6 c	303,5 b	276,5 b	276,7 b	282,1 bc

CV=2,98%. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, para cada proporção de combustível utilizada, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os coeficientes de determinação corrigidos  $R^2$  para as curvas de consumo específico foram de 0,99; 0,96; 0,94 e 0,85, respectivamente, para os combustíveis B2, B5, B20 e B100.



**Figura 4.** Curvas estimadas de Consumo Específico na TDP para as quatro proporções de combustíveis utilizadas. Fonte: Elaboração dos autores.

## Conclusões

O trator obteve comportamento padrão nas curvas de torque e valores de reserva superiores a 15% para todos os combustíveis testados.

As curvas de potência levantadas para os quatro combustíveis avaliados apresentaram as conformações ideais, levando em consideração as perdas de transmissão do motor para a TDP, bem como as alterações promovidas pela mistura de combustíveis.

Para o consumo específico de combustível, o trator apresentou melhor desempenho em todos os combustíveis utilizados, quando comparado a outros modelos com potência inferior a 22kW.

O combustível B5 se destacou por apresentar os melhores resultados em torque, potência e consumo específico de combustível.

## Performance curves of an agricultural tractor using different biodiesel proportions

### Abstract

The energy crisis associated with the increased demand for fuels and increasing concern about environment have led to search for alternative sources of energy. Moreover, the entrance of highly competitive new equipment and agricultural machines in terms of cost have attracted the interest of farmers. However, such equipment, due to recent insert in the market, still don't present reliability parameters.

So, this paper is a dynamometric essay of a 204 Green horse agricultural tractor PTO, in order to obtain its performance curves, using as fuel mixtures of mineral diesel and biodiesel from soybeans in B2, B5, B20 and B100 proportions. The results showed that the tractor presented motor acting compatible with other models used in the country, presenting the best acting with the use of the fuel B5.

**Keywords:** Biofuel. Diesel engine, Agricultural machinery

### Referências

- AGARWAL, D.; KUMAR, L.; AGARWAL, A.K. Performance evaluation of a vegetable oil fuelled compression ignition engine. **Renewable Energy**, v.33, p.1147-1156, 2008.
- ALI, Y. et al. Effect of alternative diesel fuels on heat release curves for Cummins N 14 410 diesel engine. **Transactions of the ASAE**, v.39, n.3, p.407-414, 1996. Disponível em: <[http://www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/tra/19950901\\_tra-021.pdf](http://www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/tra/19950901_tra-021.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 1585**: veículos rodoviários – Código de ensaio de motores – Potência líquida efetiva. Rio de Janeiro, 1996.
- CASTELLANELLI, M.; SOUZA, S.N.M.; SILVA, S.L.; KAILER, E.K. Desempenho de motor ciclo diesel em bancada dinâmométrica utilizando misturas diesel/biodiesel. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.145-153, 2008.
- EJIM, C.E. Analytical study for atomization of biodiesel and their blends in atypical injector: surface tension and viscosity effects. **Fuel**, v.86, p.1534-1544, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236106004546>>. Acesso em: 18 dez. 2011.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**: sistema de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX, 2000. Software.
- GODESA, T.; JEJCIC, V.; POJE, T. Characteristics of a tractor engine using mineral and biodiesel fuels blended with rapeseed oil. **Scientia Agrícola** (Piracicaba, Braz.), v. 67, n. 5, p. 510-516, Sept./Oct. 2010.
- GROTTA, D.C.C.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; REIS, G.N.; CORTEZ, J.W. Biodiesel etílico de óleo residual de soja: desempenho de um trator agrícola na operação de gradagem. **Acta Scientiaru Technology**, Maringá, v.30, n.1, p.135-138, 2008.

KEGL, B. Effects of biodiesel on emissions of a bus diesel engine. **Bioresource Technology**, v.99, p. 863-873, 2008.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: CNPq-PADCT/TIB-FEALQ, 1996. 722p.

BRASIL. Ministério da Agricultura - Centro Nacional de Engenharia Agrícola - Cenea. Parâmetros para seleção adequada de tratores agrícolas de rodas. **Boletim técnico**, Sorocaba, ano I, n.1, 1982.

NIETIEDT, G. H; SCHLOSSER, J. F.; RIBAS, R. L.; FRANTZ, U. G.; RUSSINI, A. Desempenho de motor de injeção direta sob misturas de biodiesel metílico de soja. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1177-1182, jul. 2011.

POUSA, G.P.A.G.; SANTOS, A.L.F.; SUAREZ, P.A.Z. History and policy of biodiesel in Brazil. **Energy Policy**, v.35, p.5393-5398, 2007.

RAFFIQ, H.M.; AHAMED, K.M.B. Emission control for a direct injection CI engine using preheated coconut oil blended diesel. **IE (I) Journal.MC**, v.86, p.149-152, 2005.

SANTOS, M.A.; AZEVEDO, C.J.V. Aspectos técnicos e ambientais relativos ao uso de biodiesel em motores de combustão. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v.3, n.1, p.1-18, 2008. Disponível em: <<http://www.revistaic.sp.senac.br/index.php/ITF/article/viewFile/94/119>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

SILVEIRA, G, M; SIERRA, J. G. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 418-424, 2010.

SUAREZ, P.A.Z.; MENEGHETTI, S.M.P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, v.30, p.2068-2071, 2007.

SUAREZ, P.A.Z.; MENEGHETTI, S.M.P.; MENEGHETTI, M.R.; WOLF, C.R. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. **Química Nova**, v.30, p.667-676, 2007.

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 Metropolitano em Trator Agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 412-423, jul./set. 2009.

VOLPATO, C. E. S.; CONDE, A. do P.; BARBOSA, J. A.; SALVADOR, N. Desempenho de Motor Ciclo Diesel Alimentado com Biodiesel de Soja (B100). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1125-1130, jul./ago. 2009.

### **Histórico editorial**

Submetido em: 15/01/2015

Aceito em: 16/03/2015