

DESEMPENHO OPERACIONAL E ENERGÉTICO DE UM TRATOR NO PREPARO DE SOLO EM FUNÇÃO DOS TIPOS CONSTRUTIVOS DE PNEUS

EDWARD VICTOR ALEIXO¹, JOSÉ AUGUSTO ARTIOLI², MAURO OLIVEIRA³, SAULO PHILIPPE SEBASTIÃO GUERRA⁴, FERNANDO FERRARI PUTTI⁵

¹ Mestrando em Agronomia (Energia na Agricultura), FCA – UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP.

² Consultor Técnico - Trelleborg Wheel Systems Brasil, Santana de Parnaíba, SP.

³ Gerente OEM - Trelleborg Wheel Systems Brasil, Santana de Parnaíba, SP.

⁴ Professor Doutor – FCA – UNESP – Botucatu, SP.

⁵ Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem) – FCA – UNESP – Botucatu, SP.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – COMBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015 – São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Com o presente trabalho, teve-se objetivo de comparar o consumo horário e específico de combustível, potência e rendimento na barra de tração, de um trator agrícola operando com pneus diagonais e pneus BPAF (baixa pressão e alta flutuação), na mesma lastragem líquida e sólida, marcha e velocidade de deslocamento teórica. O experimento foi realizado sob um NITOSSOLO da Usina da Barra, Barra Bonita, SP, em condição de preparo do solo com grade pesada e escarificador. Utilizou-se um trator com potência de 142 kW (190 CV) no motor. Os pneus foram do tipo R1, com as seguintes características: BPAF (dianteiros: 600/55-30.5; traseiros: 710/65-38) e diagonal (dianteiros: 16.9-26, traseiros: 24.5-32). Os resultados evidenciaram que o trator quando equipado com os pneus BPAF, nas operações de preparo de solo, apresentou menor consumo de combustível quando comparados ao trator com pneus diagonais. A potência e rendimento na barra de tração foi superior para o trator equipado com os pneus BPAF quando comparados com o trator equipado com pneus diagonais.

PALAVRAS-CHAVE: Pneu, desempenho máquina, eficiência energética.

OPERATIONAL AND ENERGETIC PERFORMANCE OF A TRACTOR ON SOIL TILLAGE SYSTEM ACCORDING TO THE TIRES CONSTRUCTIONS

ABSTRACT: This study aimed to compare the fuel consumption rates and the power and performance in the drawbar of an agricultural tractor operating equipped with bias tires and bias belt tires (low pressure and high flotation) in the same liquid and solid ballast, gear and theoretical travel speed. The experiment was conducted under a clay soil of Usina da Barra, Barra Bonita, Sao Paulo State, in tillage condition with heavy harrow and escarifier. We used a tractor with engine power of 142 kW (190 CV). The tires were of the type R1, with the following characteristics: bias belt (front: 600 / 55-30.5; rear: 710 / 65-38) and diagonal (front: 16.9-26, rear: 24.5-32). The results showed that the tractor equipped with the bias belt tires in tillage operations consume less fuel than bias tires. The travel speed and the actual operating capacity was higher for the bias belt tires when compared with bias tires.

KEYWORDS: Tires, performance machine, energy efficiency.

INTRODUÇÃO: Os pneus agrícolas são os principais pontos de contato e apoio do trator com o solo, eles são responsáveis por transmitir a potência gerada no motor em força de tração para tracionar implementos ou outros tipos de máquinas. A capacidade de um trator desenvolver a tração para a maioria das operações, em parte, depende do tipo de dispositivo de tração, neste caso, o pneu (GABRIEL FILHO 2010). De acordo com (ZOZ & GRISSO, 2003) o tamanho do pneu, a pressão de inflação, tipo construtivo da carcaça e as características da banda de rodagem interferem no desempenho do trator. As operações de preparo de solo como a gradagem, escarificação e principalmente a subsolagem e exigem alto esforço de tração, estas operações geralmente são desenvolvidas com baixa velocidade de

deslocamento e com elevado consumo de combustível, O consumo de combustível é um indicador consistente para a avaliação do desempenho do trator (CORDEIRO, 2000).

Segundo LOPES et al. (2003) o consumo de combustível pode ser apresentado como unidade de volume por unidade de tempo ($L h^{-1}$), por meio de unidade de massa por unidade de tempo ($Kg h^{-1}$) e a forma mais técnica de se expressar o consumo é unidade de massa por unidade de potência ($g KWh^{-1}$) esta forma é conhecida como consumo específico.

A barra de tração é um dos meios de aproveitamento da potência do trator e destina-se a desenvolver força, a qual é comumente direcionada para tração de máquinas e implementos, que necessitam ser deslocados ao longo da área de trabalho. A partir do ensaio na barra de tração, podem-se obter parâmetros quantitativos relativos à força de tração, consumo específico, potência disponível na barra de tração, coeficiente de tração e rendimento na barra de tração (MIALHE, 1996; SRIVASTAVA et al., 1996).

De acordo com MASIERO (2009) o rendimento na barra de tração é afetado pelas condições de superfície, pela relação de engrenagem e pela relação entre peso e potência do trator. Considerando que potência é uma função de velocidade e força na barra de tração, pode se afirmar que o rendimento na barra de tração descreve em parte a habilidade de um trator para tracionar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo de combustível, o rendimento e a potência disponível na barra de tração utilizando dois distintos tipos construtivos de pneu agrícola, pneu diagonal e alta flutuação baixa pressão (BPAF).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na fazenda São Pedro área pertencente a Usina da Barra no município de Barra Bonita - SP, com a localização geográfica nas coordenadas $22^{\circ}28'01.71'' S$ e $48^{\circ}30'44.87'' O$.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2×2 com pneu diagonal e BPAF e dois implementos, uma grade aradora pesada e um subsolador, com quatro repetições por parcela, cada parcela com comprimento de 50 m e a largura da parcela foi a mesma largura da área de trabalho dos implementos. Foram realizadas duas gradagens sucessivas em seguida a subsolagem, estas operações são realizadas praticamente em todas as áreas da Usina antes do plantio da nova safra de cana-de-açúcar.

Utilizou-se uma marcha de trabalho para cada tipo de implemento e a rotação 1900 rpm e a tração dianteira auxiliar ligada. Empregou-se entre o trator e o implemento uma célula de carga MK controle 30t (capacidade máxima de 30 kN) verificação da força na barra de tração; para determinação do consumo de combustível foi instalado dois medidores de fluxo, um instalado entre os filtros e a bomba injetora e outro no sistema de retorno, da saída de bomba para o tanque de combustível, FLOWMATE M III fabricado pela OVAL Corporation do Japão, modelo LSF4-M2, vazão de 1 mL/pulso; quatro sensores de posicionamento e rotação modelo ENH 24V para determinação da patinagem dos rodados e para velocidade real; e sistema de aquisição de dados modelo ZP 09 MALE, para captação e armazenamento dos dados.

Foi utilizado um trator agrícola, 4x2 TDA, com potência de 142 kW (190 cv) no motor. A grade pesada aradora usada foi de arasto com 24 discos de 28" e um subsolador de arasto com 3 hastes com profundidade de trabalho de 0,5 m. As especificações e as características dos pneus utilizados no ensaio estão descritas na tabela 1.

TABELA 1. Especificações dos pneus diagonais e BPAF utilizados no ensaio.

Tipo de pneus	Pneu Diagonais		Pneus BPAF	
	Dianteiros	Traseiros	Dianteiros	Traseiros
Posição Eixo	Dianteiros	Traseiros	Dianteiros	Traseiros
Dimensão	16.9 - 26	24.5 - 32	600/55 - 30.5	710/65 - 38
Pressão Inflação kPa (psi)	152 (22)	138 (20)	138 (20)	110 (16)
Índice de carga, velocidade (%) de água	8 lonas, 32 km/h	12 lonas, 32 km/h	150 A8 (40 km/h)	162 A8 (40 km/h)
Uso de câmara	75 Sim	75 Sim	75 Não	75 Não

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas tabelas 2, 3 e 4 estão os resultados para as operações de primeira e segunda gradagem e subsolagem.

TABELA 2. Resultados da primeira gradagem

Pneus	Energia específica	Consumo de combustível	Barra de tração	
	kWh.L ⁻¹	Ce (g. kwh ⁻¹)	Ef. BT (%)	Pot. BT (cv)
Diagonal	1,10±0,14 B	758,5±96,3 A	15,40±1,17 B	29,44±3,26 B
BPAF	1,44±0,15 A	578,4±61 B	20,50±1,18 A	39,02±3,6 A
C.V. (%)	17,87	18,19	17,52	17,55

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). C.V. – coeficiente de variação.

TABELA 3. Resultados da segunda gradagem

Pneus	Energia específica	Consumo de combustível	Barra de tração	
	kWh.L ⁻¹	Ce (g. kwh ⁻¹)	Ef. BT (%)	Pot. BT (cv)
Diagonal	1,09±0,13 B	765,1±85,2 A	15,10±1,60 B	28,84±3,2 B
BPAF	1,38±0,151 A	603,9±66 B	19,50±1,80 A	37,19±3,43 A
C.V. (%)	16,40	16,26	16,35	16,35

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). C.V. – coeficiente de variação.

Para os resultados da primeira e segunda gradagem pode se notar nas tabelas 2 e 3 que o pneu BPAF apresentou diferença estatística significativa para todos os parâmetros avaliados. Assim comprovando que o pneu BPAF aumentou a eficiência energética e trativa do trator. De acordo MONTEIRO et al. (2013) a forma construtiva dos pneus influencia nos resultados de desempenho energético e na eficiência de tração na barra de um trator.

Os resultados encontrados neste experimento diferem dos resultados encontrados por LOPES et al. (2003) que avaliou o consumo de combustível de um trator com pneus diagonais, BPAF e radiais. O autor conclui que o uso pneus radiais resultou em menor consumo específico de combustível.

TABELA 4. Resultados da subsolagem

Pneus	Energia específica	Consumo de combustível	Barra de tração	
	kWh.L ⁻¹	Ce (g. kwh ⁻¹)	Ef. BT (%)	Pot. BT (cv)
Diagonal	1,63±0,08 B	505,27±27,5 A	22±1,40 B	42,77±2,71 B
BPAF	1,98±0,16 A	418,3±35 B	29±1,60 A	56,11±3,16 A
C.V. (%)	15,26	11,80	15,29	15,29

Médias com letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05). C.V. – coeficiente de variação.

A operação de subsolagem foi a qual apresentou maior eficiência e potência na barra de tração, mais os valores obtidos para o pneu diagonal e BPAF foram inferiores quando comparados aos resultados propostos pela norma ASAE D497.4 que em solo gradeado a eficiência na barra de tração é de 53,9% e no trabalho de MASIERO (2010) que concluiu que a eficiência na barra de tração foi de 44 % para um solo gradeado.

CONCLUSÕES: É possível concluir que o uso dos pneus BPAF houve uma redução no consumo de combustível, aumento na eficiência energética e melhor aproveitamento da energia do combustível. Houve um aumento da eficiência e potência da barra de tração quando o trator passou a trabalhar com os pneus BPAF.

REFERÊNCIAS

- ASABE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. ASAE D497.7 Agricultural machinery management data. St. Joseph: **ASABE Standards**, 2011. 8p.
- CORDEIRO, M. A. L. **Desempenho de um trator agrícola em função do pneu, da lastragem e da velocidade de deslocamento**. 2000. 153f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- LOPES, A; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; CASTRO NETO, P.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 40 - 46, mai/ago. 2003.
- MASIERO, F. C.; **Determinação do rendimento na barra de tração de tratores agrícolas com tração dianteira auxiliar (4x2 TDA)**. 2010. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- MASIERO, F. C.; LANÇAS, K. P; MONTEIRO, L. A.; MARASCA, I.; GARCIA, E. A. Desempenho de um trator agrícola em função das variações da pressão de inflação dos pneus e da força na barra de tração. In: X Congresso Argentino de Ingeniería Rural y II Del MERCOSUR. **Avances en Ingeniería Rural 2007-2009**. Rosario: UNR Editora, 2009. p. 180-188. CD-ROM.
- MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: Ensaio e certificação**. Piracicaba: Fundação de estudos agrários Luiz de Queiroz, 1996. 722 p.
- MONTEIRO, L. A.; SOUZA, D. A. F. H.; MELO, R. P.; TRIGUEIRO, D.; SILVA, J. G.; MOTA, W. A. Avaliação energética de um trator 4x2 TDA equipado com rodados pneumáticos em função da lastragem com água. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v 3, n. 1, p. 43 – 50, jan/jul. 2013.
- SRIVASTAVA, A.K., GOERING, C.E., ROHRBACH, R.P. Tractor hitching, traction and testing. In: **Engineering principles of agricultural machines**. 3 ed. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, p.117-145, 1996.