

DESEMPENHO DE TRATORES AGRÍCOLAS DE 250 KW EQUIPADOS COM PNEUS DUPLOS VERSUS MEIA ESTEIRA TRIANGULAR TRASEIRA

LAURO STRAPASSON NETO¹, LEONARDO LEONIDAS KMIECIK², GABRIÉLE SANTIAGO DE CAMPOS³, GUILHERME LUIZ PARIZE⁴, GABRIEL GANANCINI ZIMMERMANN², SAMIR PAULO JASPER⁵

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Fone: 41 98755-0089, laurostrapasson@ufpr.br, Curitiba – PR;

² Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba-PR;

³ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR;

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFPR/Curitiba – PR;

⁵ Engenheiro Agrônomo, Prof^o Dr. Adjunto, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA) – UFPR/Curitiba-PR;

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A inovação tecnológica da agricultura, busca aprimorar o rendimento dos conjuntos mecanizados, atualmente, as meias esteiras de borracha mostram-se solução valiosa para os tratores agrícolas, unindo desempenho de tração e menor compactação do solo. O objetivo do experimento foi avaliar o desempenho operacional e energético do trator agrícola equipado com pneus duplos versus meia esteira de borracha, na semeadura da soja. O experimento foi conduzido no delineamento em faixas com arranjo fatorial duplo (2x3), sendo o primeiro fator, o trator equipado com rodados de pneus duplos no eixo dianteiro e traseiro, versus trator equipado com rodados de pneus single na dianteira e meia esteira de borracha na traseira, e como segundo fator, três diferentes marchas, com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e quando significativa ao teste de Tukey. A operação de semeadura realizada com o trator equipado com meia esteira foi a mais eficiente na maioria dos parâmetros analisados, permitindo maior rendimento operacional e energético na semeadura da soja.

PALAVRAS-CHAVE: máquinas agrícolas, velocidade operacional, consumo horário de combustível

PERFORMANCE OF 250 KW AGRICULTURAL TRACTORS EQUIPPED WITH DOUBLE TIRES VERSUS REAR TRIANGULAR HALF TRACK

ABSTRACT: he technological innovation of agriculture, seeks to improve the performance of mechanized assemblies, today, the rubber half-materials prove to be a valuable solution for agricultural tractors, joining traction performance and lower soil compaction. The aim of the experiment was to evaluate the operational and energy performance of the agricultural tractor equipped with double tires versus rubber half-materials, when sowing soybeans. The experiment was conducted in tracks with double factor arrangement (2x3), the first factor being the tractor equipped with double tires wheels on the front and rear axles, versus a tractor equipped with single tires wheels on the front and half rubber tracks on the rear, and as the second factor, three different gears, with five repetitions, totaling 30 experimental units. The data collected was submitted to analysis of variance and when significant to Tukey's test. The sowing operation performed with the tractor equipped with a half-track was the most efficient in most of the analyzed parameters, allowing greater operational and energy yield in soybean sowing.

KEYWORDS: agricultural machines, operating speed, hourly fuel consumption

INTRODUÇÃO: A utilização da esteira para a locomoção de veículos de grandes dimensões vem sendo estudada por diversos pesquisadores nas décadas passadas, porém, em sua maioria referindo-se a esteiras de aço (RABBANI et al., 2011) não levando em consideração os modernos projetos construtivos e as novas tecnologias embarcadas nas máquinas agrícolas atuais. Com a descoberta da borracha o pneu destacou-se apresentando maior versatilidade e praticidade no meio agrícola, sendo aperfeiçoado com o passar dos anos, e a esteira ficando esquecida nas operações agrícolas devido a sua complexidade (MOLARI et al., 2012). Em consequência aos problemas de compactação e a necessidade de grande desempenho de tração, o trator agrícola vem acompanhando a constante modernização do campo, principalmente quanto a sua arquitetura e seus componentes (LANKENAU et al., 2019). Atualmente presencia-se gradativamente a introdução da esteira na agricultura, porém não mais de ferro e sim de borracha, promovendo menor compactação e maior desempenho de tração, porém, exigindo maiores custos quando comparada ao pneu (MOLARI et al., 2015). Uma forma de minimizar o custo e manter o maior desempenho operacional é a utilização da esteira apenas na parte que promove tração. Diante do exposto, objetivo do experimento foi avaliar o desempenho de tratores agrícolas equipados com pneus duplos versus meia esteira de borracha, na semeadura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na cidade de Espigão do Leste – MT, em solo coberto por palhada de crotalária, tombada por rolo-faca, na operação de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi em faixas, com arranjo fatorial duplo (2x3) sendo o primeiro fator, um trator equipado com rodado de pneus duplos no eixo dianteiro e traseiro, versus outro trator equipado com pneus single na dianteira e meia esteira de borracha triangular na traseira. Como segundo fator, três diferentes marchas escolhidas com base na ASABE D497.7 (2011), para a maioria das operações de semeadura, sendo elas: marcha 5, marcha 6 e marcha 7, denominadas de MA, MB e MC respectivamente. Em cada tratamento, foram realizadas cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais, com cada faixa apresentando 200 m de comprimento. Os tratores utilizados no experimento foram um New Holland, modelo T8 385 e um T8 410 Smarttrax; ambos apresentando igual: potência nominal de 250 kW (340 cv), relação massa potência de 50 kg cv⁻¹, tração dianteira auxiliar (TDA) e transmissão Full PowerShift (18x4) (idêntica aos dois tratores). O trator equipado com rodados de pneus duplos foi montado com pneus radiais duplos na dianteira (480/70R34), com pressão de 110 kPa (16 psi) e 97 kPa (14 psi) nos internos e externos, e na traseira foi equipado com radiais duplos (710/70R42) com pressão de 83 kPa (12 psi) e 69 kPa (10 psi) internos e externos respectivamente, todos marca Goodyear. O trator montado com pneus e meia esteira, foi equipado com pneus single radiais Michelin AXIOBIB 650/60R34 com 97 kPa de pressão na dianteira, na traseira equipado com esteira Smarttrax de 0,76 metros (30 polegadas) de largura e 6,7 metros (264 polegadas) de comprimento, constituída por uma moldura triangular e uma roda motriz central montada diretamente no eixo da transmissão, em que transfere o movimento para a pista de borracha com dentado interno, o conjunto apresenta duas rodas tensoras de correia nas extremidades e rolos intermediários no centro da parte inferior da pista, para distribuir a carga sobre o solo. As antecipações do rodado dianteiro em relação ao rodado traseiro, nas configurações de rodados de pneus duplos e, na de meia esteira foram de 1,62% e 1,40% respectivamente, quando acionado a TDA. Para ambos os tratores: a rotação do motor selecionada foi 1970 RPM, a TDA acionada, e o tanque de combustível completo. Para realizar a operação de semeadura foi acoplado nos tratores semeadora John Deere 2130 CCS Adubo e Semente, tandem de 30

linhas, com espaçamento de 0,45 m, estando com os reservatórios completos durante o experimento. Através de radar foi determinado a velocidade operacional, em função do número de pulsos emitidos pelo mesmo (NETO et al., 2020). A partir de dois fluxômetros, instalados no sistema de alimentação de combustível do trator (entrada e retorno a tanque), foi determinado o consumo horário de combustível (OIOLE et al., 2019). O trator foi instrumentado com os sensores descritos, estes ligados ao sistema de aquisição de dados, com placa de circuito impresso e frequência de aquisição de dados de 1Hz (JASPER et al., 2016). Os dados coletados foram submetidos a análise de variância, e posterior teste de Tukey, para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO Na Tabela 1 estão apontados os resultados da análise de variância e do teste de médias.

Tabela 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias.

Rodado (R)	VO (m s ⁻¹)	CHC (L h ⁻¹)
PNEU	1,59 B	60,00 A
ESTEIRA	1,87 A	54,51 B
Marchas (M)		
MA	1,52 C	54,19 A
MB	1,74 B	56,37 B
MC	1,94 A	61,21 C
Teste F		
R	1.569,55**	266,76**
M	638,77**	56,47**
R x M	17,64**	94,43**
Coef. Variação (%)		
R	1,12	1,61
M	1,51	2,64
R x M	1,29	1,96

Variáveis: velocidade operacional (VO) e consumo horário de combustível (CHC). Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem, entre si, pelo “Teste Tukey” (P < 0,05). Teste F da análise de variância (ANOVA): NS – Não significativo; * (P < 0,05) e ** (P < 0,01).

Os resultados demonstraram que a configuração utilizando esteiras na traseira (ESTEIRA), apresentou diferença estatística significativa nos parâmetros VO e CHC quando comparado ao trator montado apenas com pneus (PNEU). O parâmetro VO no fator ESTEIRA foi superior em 17,61% ao fator PNEU, demonstrando a eficiência da esteira na operação, resultados semelhantes foram obtidos por MOLARI et al. 2012, que justificam maior velocidade do trator equipado com esteiras, devido ao mesmo apresentar menores índices de patinamento. O CHC também pode ser explicado da mesma forma, sendo 9,15% maior para o trator equipado apenas com pneus, corroborando resultados obtidos por MOLARI et al. 2015, portanto diminuindo a eficiência operacional do conjunto motomecanizado (LOPES et al., 2019). Em relação as marchas, conforme aumentado o número da marcha em uso, a VO e o CHC foram superiores, resultados semelhantes foram encontrados por MARTINS et al. 2018, em que as maiores marchas selecionadas proporcionam maior velocidade efetiva e, portanto, maior VO, logo, demandando maior CHC. Quanto ao coeficiente de variação todos os resultados são classificados como estáveis, de acordo com FERREIRA, 2018. Ambos os fatores (Rodado e Marcha) apresentaram interação significativa, estado os desdobramentos na Tabela 2.

Tabela 2. Síntese de interações entre fatores Rodado e Marchas

VO (m s ⁻¹)			CHC (L h ⁻¹)				
Rodados	Marchas			Rodados	Marchas		
	MA	MB	MC		MA	MB	MC
Pneu	1,40 Bc	1,62 Bb	1,76 Ba	Pneu	59,76 Aa	60,12 Aa	60,12 Ba
Esteira	1,64 Ac	1,87 Ab	2,11 Aa	Esteira	48,61 Bc	52,61 Bb	62,30 Aa

Letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem pelo “Teste de Tukey” (P<0,05).

Analisando as interações entre o rodado e as marchas selecionadas, observa-se que a VO foi maior para o trator equipado com meia esteira, indiferente da marcha utilizada, resultados semelhantes foram encontrados por MOLARI et al. (2015) analisando trator agrícola equipado apenas com esteiras. Nas marchas MA e MB o trator equipado com esteira apresentou menor consumo horário de combustível (CHC), em 22,94% para MA e 14,27% em MB, porém na MC, o trator equipado apenas com pneus apresentou menor CHC, sendo este 3,63% menor ao trator equipado com esteira.

CONCLUSÕES: Os resultados, obtidos a partir da comparação entre os tratores na operação de semeadura, demonstraram que o trator equipado com meia esteira apresentou maior velocidade operacional em todas as marchas utilizadas, e menor consumo horário de combustível nas marchas de número 5 e 6, quando comparado ao trator com pneus, portanto nestas configurações houve maior desempenho do trator equipado com meia esteira, proporcionando maior número de hectares trabalhados por hora com menor consumo de combustível.

REFERÊNCIAS: ASABE - American Society of Agricultural Engineer. Agricultural machinery management. ASABE D497.4. **ASAE standards** p. 373-380, 2003.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental**. Viçosa, MG: UFV, 2018. 126 p.

JASPER, S. P.; BUENO, L. S. R.; LASKOSKI, M.; LANGHINOTTI, C. W.; PARIZE, G. L. Desempenho do trator de 157KW na condição manual e automático de gerenciamento de marchas. **Revista Scientia Agraria**, v.17 n.3, p. 55-60, 2016.

LANKENAU, G. F.; DIAZ, A. G.; WINTER, V. An engineering review of the farm tractor’s evolution to a dominant design. **Journal of Mechanical Design**, v.141, n.3 p. 1-12, 2019.

LOPES, J. E. L.; CHIODEROLI, C. A., MONTEIRO, L. A.; SANTOS, M. A. M.; CLEEF, E. H. C. B.; NASCIMENTO, E. M. S. Operational and energy performance of the tractor-scarifier assembly: Tires, ballasting and soil cover. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.10, p. 800-804, 2019.

MARTINS, M.B.; SANDI, J.; SOUZA F. L.; SANTOS R. S.; LANÇAS K. P. Otimização energética de um trator agrícola utilizando normas técnicas em operações de gradagem. **Engenharia na Agricultura**, v.26 n.1 p. 52-57, 2018.

MOLARI G.; BELLENTANI L.; GUARNIERI A.; WALKER M.; SEDONI E. Performance of an agricultural tractor fitted with rubber tracks. **Biosystems Engineering**, v.111, n.1, p. 57-63, 2012.

MOLARI G.; MATTETTI M.; WALKER M. Field performance of an agricultural tractor fitted with rubber tracks on a low trafficable soil. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 46 n.4 p. 162-166, 2015.

OIOLE Y. A.; KMIIECIK L. L.; PARIZE G. L.; SILVA T. X.; JASPER S. P. Energy performance in disc harrowing operation in different gradients and gauges. **Engenharia Agrícola**, v.138, n.6, p. 769-775, 2019.

RABBANI, M. A.; TSUJIMOTO, T.; MITSUOKA M.; INOUE E.; OKAYASU T. Prediction of the vibration characteristics of half-track tractor considering a three-dimensional dynamic model. **Biosystems Engineering**, v.110, n.2, p. 178-188, 2011.