

Desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora em função do mecanismo sulcador e do tipo construtivo de pneus

Performance of a tractor-seeder-fertilizer assembly as a function of furrower mechanism and tire type

Thiago Martins Machado¹, Wesley Oliveira Verdadeiro¹, Gabriel Felipe da Silva Ricardo¹,
Wellington Gonzaga do Vale^{2*}

RESUMO

A utilização de mecanismos sulcadores como hastes em semeadoras para a deposição de fertilizantes aumenta consideravelmente a demanda de força e potência na barra de tração do trator. O seguinte trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho energético de um trator agrícola em diferentes configurações com uma semeadora-adubadora com diferentes cargas verticais, mecanismos sulcadores e tipos construtivos de pneus. Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Agricultura de Precisão e Mecanização Agrícola (LAPMec) da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop. Os parâmetros avaliados foram: patinagem, consumo específico de combustível, consumo horário de combustível, consumo operacional de combustível, velocidade média, capacidade de campo efetiva, força média na barra de tração, força máxima na barra de tração, força média requerida por unidade de semeadura, potência média requerida na barra de tração, potência máxima requerida na barra de tração, potência média por unidade de semeadura. Os pneus diagonais apresentaram maior patinagem para as mesmas condições de operação, quando comparado com os pneus radiais. Os pneus radiais demandaram menor consumo de combustível e maior capacidade operacional.

Palavras-chave: Consumo de combustível; Eficiência energética; Máquinas agrícolas

ABSTRACT

The use of furrowing mechanisms such as rods in seeders for the deposition of fertilizers considerably increases the demand for strength and power on the tractor drawbar. The following work aimed to evaluate the energy performance of an agricultural tractor in different configurations with a seeder-fertilizer with different vertical loads, furrowing mechanisms and constructive types of tires. The studies were carried out at the Laboratory of Precision Agriculture and Agricultural Mechanization (LAPMec) of the Federal University of Mato Grosso, Sinop Campus. The evaluated parameters were: slippage, specific fuel consumption, hourly fuel consumption, operational fuel consumption, average speed, effective field capacity, average drawbar force, maximum drawbar force, average force required per unit of sowing, average power required in the drawbar, maximum power required in the drawbar, average power per seeding unit. Bias tires showed greater slippage for the same operating conditions, when compared to radial tires. Radial tires demanded less fuel consumption and greater operational capacity.

Keywords: Fuel consumption; Energy efficiency; Agricultural machinery

¹ Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT/Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais-ICAA

² Universidade Federal de Sergipe-UFS/Departamento de Engenharia Agrícola-DEAGRI

*E-mail: valewg@gmail.com

INTRODUÇÃO

A semeadura direta é um dos métodos mais aplicados na região do Mato Grosso, sistema esse caracterizado pelo não preparo do terreno, tendo assim grande acúmulo de palhadas dessa forma demandando maior energia para a realização da semeadura, assim causando maior consumo específico para realização do trabalho em questão.

Quando falamos em semeadoras adubadoras esse impacto é ainda maior, principalmente com a utilização de mecanismos sulcadores como hastes para a deposição de fertilizantes que aumentam consideravelmente a demanda força e potência na barra de tração do trator (FRANCETTO et al., 2015).

Uma das alternativas que podem melhorar a eficiência no consumo de combustível é a optar por rodados que melhoram o desempenho do trator afim de garantir melhor eficiência tratória e assim menor consumo de combustível (LOPES et al. 2003). Um exemplo é utilizar pneus radiais que apresentam patinagem inferior tendo assim maior velocidade de trabalho em uma mesma marcha, quando comparados com pneus diagonais (LOPES et al., 2005).

O seguinte trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho energético de um trator agrícola com diferentes tipos construtivos de pneus acoplado a uma semeadora-adubadora com diferentes cargas e mecanismos de abertura de sulcos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Agricultura de Precisão e Mecanização Agrícola (LAPMec) da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop, cujas coordenadas geográficas são: latitude 11°51' S, longitude 55°28' W de Greenwich.

O experimento foi realizado em área contendo palhada na superfície do solo, formada pela cultura do arroz de sequeiro. O solo durante os ensaios encontrava-se com uma média de 25% de umidade, sendo este parâmetro determinado pelo método da estufa. A resistência a penetração do solo foi determinada utilizando-se um penetrômetro, no qual foram aferidas para as profundidades de 0 à 40 cm de profundidade em intervalos de 5 cm.

O delineamento utilizado foi o sistema de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2, com 4 repetições, sendo dois tipos construtivos de pneus (radial e diagonal), dois mecanismos de abertura de sulcos (haste sulcadora e disco duplo

defasado) e duas diferentes cargas no reservatório de fertilizante (carga cheia e meia carga). Cada parcela possuía 3m de largura e 40 metros de comprimento, totalizando 32 unidades experimentais.

Para os ensaios foram utilizados um trator 4 x 2 TDA (tração dianteira auxiliar), de 73,55 KW (100 cv) da marca Agrale modelo 5105. O pneu diagonal utilizado no rodado dianteiro foi o 14.9-24 R1 e no rodado traseiro foi o 18.4-34 R1 com pressões de 14 psi e 16 psi respectivamente. Os pneus radiais utilizados foram: no rodado dianteiro o 380/85 R24 e no rodado traseiro foi o 460/85R34, com pressões de 10 psi e 14 psi respectivamente.

A lastragem do trator Agrale foi a mesma para os 2 tipos construtivos dos pneus (radiais e diagonais) a relação peso/potência de 58 Kg por cv, totalizando uma massa de 5800 kg, com distribuição de peso de 65% no eixo traseiro e 35% no eixo dianteiro, com lastros sólidos e líquidos, tendo como lastro líquido 75% de água no pneu traseiro e 25% no dianteiro.

A semeadora-adubadora utilizada foi da marca SEED MAX de modelo PR 2135 de fluxo contínuo, com 5 unidades de semeadura (linhas) e espaçamento de 0,45 m entre unidades, com capacidade máxima no depósito de sementes de 215 litros e 480 litros no depósito de fertilizantes, com discos duplos defasados que atingiram profundidades de 5 cm e hastes sulcadoras que trabalharam com profundidade de aproximadamente de até 13 cm.

No trator foi selecionada a marcha 5B na rotação de 2000 rpm. Já as cargas de fertilizantes e sementes na semeadora foram 630 Kg e 315 Kg, correspondendo, respectivamente, a carga cheia (100%) e meia carga (50%) do reservatório de fertilizante e sementes.

Os parâmetros avaliados foram: patinagem, consumo específico de combustível, consumo horário de combustível, consumo operacional de combustível, velocidade média, capacidade de campo efetiva, força média na barra de tração, força máxima na barra de tração, força média requerida por unidade de semeadura, potência média requerida na barra de tração, potência máxima requerida na barra de tração, potência média por unidade de semeadura.

Os valores de força de tração foram obtidos por meio de uma célula de carga da marca MK Controle, modelo CSR 10T, com capacidade máxima de 10 toneladas. Para mensuração do consumo horário de combustível foram utilizados dois fluxômetros da

marca Flowmate, sendo um posicionado na entrada da bomba injetora e o outro no retorno. O consumo efetivo de combustível do trator durante o percurso, foi determinado através da diferença entre as medições dos dois fluxômetros instalados no circuito de combustível.

A velocidade foi obtida através de um receptor GPS da marca John Deere, modelo Star Fire 6000 com correção diferencial SF3.

Nos rodados dianteiro e traseiro, foram utilizados encoders para a medição dos pulsos dos mesmos para realização posterior dos cálculos de patinagem.

O sistema de aquisição de dados utilizado para coleta e armazenamento das informações, foi composto de dois microcontroladores Arduino que recebem as informações dos sensores, módulos de radio frequência para a comunicação entre o microcontrolador principal e o Tablet, e um programa para pré-processamento dos dados e armazenamento dos mesmos denominado Forçado, desenvolvido no Laboratório de Agricultura de precisão e mecanização Agrícola (Lapmec).

A capacidade de campo operacional foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora – adubadora e da velocidade de deslocamento da máquina.

A Análise estatística foi realizada no software SISVAR, sendo feita a análise de variância e, quando o “p” valor foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o descrito por Oliveira (2010) os dados de assimetria e curtose demonstraram que os valores das médias para todas as variáveis encontravam-se entre os intervalos de -3 e 3.

Para avaliação dos dados, nas tabelas 1 e 2 são apresentados o resumo da análise de variância dos parâmetros estudados.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para patinagem, capacidade de campo efetiva, consumo horário volumétrico, consumo operacional, consumo específico e força média na barra de tração

GL	Quadrado médio					
	Pat	CoE	Chv	Co	Ce	FBT

Causas da Variações							
Pneus (P)	1	100,82	0,00053	3,25	10,58	39691,5	6670,13
MS	1	27,75	0,0034	36,13	103,68	671930,3	3991725,1
Carga (C)	1	6,12	0,00003	1,45	3,92	18769,53	189420,13
Bloco (B)	3	0,66	0,00000	0,099	0,27	2601,86	1331,71
Pneus*MS (P*MS)	1	11,06	0,00195	0,91	5,78	225,78	1378,13
Pneus*Carga (P*C)	1	0,28	0,00015	0,001	0,13	215,28	780,13
MS*Carga (MS*C)	1	0,84	0,00015	0,50	0,61	2194,53	23005,13
Pneus*MS*Carga	1	0,06	0,00001	0,01	0,02	2363,28	2346,13
Erro	21	0,66	0,00003	0,03	0,08	1279,45	1425,47
Total	31						
p Valor	P	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,04*
	MS	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
	C	0,006**	0,37 ^{ns}	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
	B	0,41 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,03*	0,14 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	P*MS	0,0005**	0,00**	0,00**	0,00**	0,6787 ^{ns}	0,34 ^{ns}
	P*C	0,52 ^{ns}	0,046*	0,85 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,6858 ^{ns}	0,47 ^{ns}
	MS*C	0,27 ^{ns}	0,046*	0,00**	0,0106*	0,2045 ^{ns}	0,00**
	P*MS*C	0,76 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,1885 ^{ns}	0,21 ^{ns}
DMS	P	0,596	0,004	0,134	0,204	26,299	27,76
	P*MS	0,843	0,006	0,1895	0,288		39,26
CV (%)		13,56	0,89	2,37	2,36	5,27	3,96

** (p<0,01); *(p<0,05); ^{ns}(não significativo). GL - graus de liberdade; Pat – patinagem; CO – capacidade operacional; Chv – consumo horário volumétrico; Co – consumo operacional; Ce – consumo específico; FBT – força média na barra de tração; DMS - diferença mínima significativa; CV - coeficiente de variação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para patinagem, capacidade de campo efetiva, consumo horário volumétrico, consumo operacional, consumo específico e força média na barra de tração

Causas da Variações	GL	Quadrado médio					
		Fmax. BT	Fus	Vel.	PBT	Pmax. BT	Pus
Pneus (P)	1	11063,3	266,81	0,02	0,21	0,70	0,009
MS	1	4226051,3	159669	0,21	1094,49	1147,52	43,78
Carga (C)	1	97130,3	7576,81	0,0013	51,99	25,52	2,08
Bloco (B)	3	6893,61	53,27	0,0008	0,49	2,18	0,019
Pneus*MS (P*MS)	1	4163,3	55,13	0,10	0,45	6,85	0,018
Pneus*Carga (P*C)	1	3061,53	31,21	0,01	0,01	0,30	0,0005
MS*Carga (MS*C)	1	2793,78	920,21	0,02	3,84	0,04	0,15
Pneus*MS*Carga	1	5859,03	93,85	0,005	0,69	1,87	0,03
Erro	21	5997,99	57,02	0,002	0,35	1,78	0,014
Total	31						
p Valor	P	0,19	0,04*	0,00**	0,44	0,54	0,44
	MS	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**

	C	0,00**	0,00**	0,47	0,00**	0,00**	0,00**
	B	0,35	0,44	0,78	0,27	0,33	0,27
	P*MS	0,41	0,34	0,00**	0,27	0,06	0,27
	P*C	0,48	0,47	0,037*	0,85	0,68	0,85
	MS*C	0,50	0,00*	0,00**	0,00**	0,88	0,00**
	P*MS*C	0,33	0,21	0,15	0,18	0,32	0,18
DMS	P	56,943	5,552	0,035	0,436	0,981	0,087
	P*MS		7,852	0,049	0,617		0,123
CV (%)		7,09	3,96	1,01	3,6	7,05	3,6

** (p<0,01); *(p<0,05); ^{NS}(não significativo). GL - graus de liberdade; Fmax. BT – força máxima na barra de tração; Fus – Força por unidade de semeadura; Vel. – velocidade do GPS; PBT – potência média na barra de tração; Pmax. BT – potência máxima da barra de tração; Pus – potência por unidade de semeadura; DMS - diferença mínima significativa; CV - coeficiente de variação; MS – mecanismo sulcador.

Foram encontrados valores significativos de patinagem dos pneus diagonais e radiais e da interação entre os pneus e os mecanismos sulcadores, sendo que o pneu radial apresentou melhor desempenho se comparado com o diagonal. Jadoski et al. (2016) concluíram em um estudo que o pneu radial demonstrava uma menor patinagem se comprado ao pneu diagonal em mesmas condições de trabalho. O mecanismo sulcador com haste e a carga completa na semeadora obtiveram uma maior patinagem, a haste sulcadora demanda uma maior potência devido a profundidade mais elevada de atuação (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Valores médios para patinagem para dois tipos de pneu, dois mecanismos sulcadores e duas cargas de fertilizantes e sementes

Causas de Variação		Patinagem (%)
Pneus	Radial	4,21a
	Diagonal	7,76b
MS	Disco	5,05a
	Haste	6,91b
Carga	Meia	5,54a
	Cheia	6,42b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)
MS – mecanismo sulcador

Tabela 4. Desdobramento da Interação entre tipo de pneu e mecanismo sulcador para a patinagem

Pneus	Mecanismo sulcador	
	Disco	Haste

Radial	3,86b	4,55b
Diagonal	6,24a	9,27a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Outro parâmetro importante a ser analisado é a capacidade operacional (Tabelas 5 e 6) que é dependente da velocidade de deslocamento. Pode-se observar que o pneu radial apresentou maior capacidade operacional quando comprado com o pneu diagonal, da mesma forma que o disco duplo defasado apresentou maior desempenho que a haste sulcadora. Nas interações entre os tipos de pneus com os mecanismos sulcadores e a carga de fertilizante, o pneu radial também apresentou maior capacidade operacional (Tabela 6). Aleixo et al. (2015) em um estudo concluíram que a utilização de pneus diagonais produziu menor quantidade de hectares por hora e o consumo de combustível foi maior.

Tabela 5. Valores médios para a capacidade operacional para dois tipos de pneus e dois mecanismos sulcadores

Causas de Variação		CO (ha.h⁻¹)
Pneus	Radial	0,66a
	Diagonal	0,65b
MS	Disco	0,67a
	Haste	0,65b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$);

MS – mecanismo sulcador; CO – Capacidade operacional.

Tabela 6. Desdobramento das Interações entre tipo de pneu e mecanismo sulcador e tipo de pneu e carga da semeadora para a capacidade operacional (ha.h⁻¹)

Pneus	Mecanismo sulcador		Carga	
	Disco	Haste	Cheia	Meia
Radial	0,67a	0,66a	0,66a	0,66a
Diagonal	0,66b	0,63b	0,64a	0,65a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Na tabela 7 e são apresentados os valores de consumo horário volumétrico (Chv), consumo operacional (Co) e consumo específico (Ce) que da mesma maneira que os outros parâmetros vêm demonstrando um maior desempenho do pneu radial, apresentando um menor consumo de combustível. Outra informação a ser levada em consideração é o comportamento do consumo horário com relação aos mecanismos sulcadores e a carga do depósito de fertilizante, sendo que quanto maior a carga maior o consumo e que como a haste sulcadora apresenta maior capacidade de penetração a mesma também demanda maior quantidade de energia para operação. Lopes et al. (2003)

em seus experimentos concluíram que o uso do pneu radial resultou em menor consumo específico.

Tabela 7. Valores médios para consumo horário volumétrico, Consumo operacional, Consumo específico

Causas de Variação		Chv	Co	Ce
Pneus	Radial	7,38b	11,18b	644,06b
	Diagonal	8,02a	12,33a	714,50a
MS	Disco	6,64b	9,95b	824,19a
	Haste	8,76a	13,55a	534,38b
Carga	Cheia	7,91a	11,4b	655b
	Meia	7,49b	12,1a	703a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); Chv – consumo horário volumétrico ($L.h^{-1}$); Co – Consumo operacional ($L.ha^{-1}$); Ce – Consumo específico ($g.kWh^{-1}$); MS – mecanismo sulcador.

As forças média e máxima na barra de tração, bem como a força por unidade de semeadura, apresentaram diferenças significativas entre as variáveis independentes e na interação entre a carga da semeadora e os mecanismos sulcadores, sendo que à medida que a carga e a profundidade do sulco aumentam maior será a força requerida. Nas tabelas 8 e 9 são apresentados os dados de força requerida na barra de tração.

Tabela 8. Valores médios para força média na barra de tração, força máxima na barra de tração, força por unidade de semeadura

Causas de Variação		FBT	Fmax. BT	Fus
Pneus	Radial	938,88b	ns	187,78b
	Diagonal	967,75a	ns	193,55a
MS	Disco	600,13b	729,25b	120,03b
	Haste	1306,50a	1456,06a	261,3a
Carga	Cheia	1030,25a	1147,75a	206,05a
	meia	876,38b	1037,57b	175,28b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); MS – mecanismo sulcador; FBT – força média na barra de tração (Kgf); Fmax. BT – força máxima na barra de tração (Kgf); Fus – força por unidade de semeadura; ns – não significante (Kgf)

Tabela 9. Desdobramento das Interações entre a carga de fertilizante e mecanismo sulcador

Força média na barra de tração (Kgf)	
Carga	Mecanismo sulcador

	Disco	Haste
Cheia	650,25a	1410,25a
Meia	550b	1202,75b
Força requerida por unidade de semeadura (Kgf)		
Cheia	130,05a	282,05a
Meia	110b	240,55b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

A velocidade do trator também se caracteriza como um parâmetro de extrema importância por influenciar de maneira direta em vários parâmetros, em especial, na capacidade operacional. Nas tabelas 10 e 11 pode-se observar que a velocidade reduz nas variáveis que já indicaram anteriormente, necessidade de maior gasto energético e menor capacidade operacional.

Tabela 10. Valores médios de velocidade para dois tipos construtivos de pneu e dois mecanismos sulcadores

Causas de Variação		Vel (Km.h ⁻¹)
Pneus	Radial	4,73a
	Diagonal	4,67b
MS	Disco	4,78a
	Haste	4,62b

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); MS – mecanismo sulcador; Vel – velocidade (Km.h⁻¹).

Table 11. Desdobramento das Interações entre tipo de pneu e mecanismo sulcador e tipo de pneu e carga da semeadora para a velocidade (km.h⁻¹)

Pneus	Mecanismo sulcador		Carga	
	Disco	Haste	Cheia	Meia
Radial	4,75b	4,70a	4,74a	4,71a
Diagonal	4,81a	4,53b	4,65b	4,70a

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Segundo Oliveira et al. (2000), a potência é um produto da força de tração pela velocidade, sendo coerente com aumento de força ou velocidade o aumento na potência requerida. Nas tabelas 12 e 13 estão os dados de potência requerida na barra de tração e por unidade de semeadura. Analisando os dados de interação que obteve diferença significativa, a combinação que demandou maior potência foi a carga completamente cheia de fertilizante juntamente com a haste sulcadora, sendo esta resposta confirmada

também pelos dados da tabela 9, no qual esta mesma combinação apresenta a maior demanda de força.

Tabela 12. Valores médios para potência média na barra de tração, potência máxima na barra de tração, potência por unidade de semeadura (cv)

Causas de Variação		PBT	Pmax. BT	Pus
MS	Disco	10,63a	12,92a	2,13a
	Haste	22,33b	24,90b	4,47b
Carga	Cheia	15,20a	19,80a	3,55a
	Meia	17,75b	18,02b	3,04b

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); MS – Mecanismo sulcador; PBT – potência média na barra de tração (cv); Pmax. BT – potência máxima na barra de tração(cv); Pus – potência por unidade de semeadura (cv)

Tabela 13. Desdobramento das Interações entre a carga de fertilizante e mecanismo sulcador

Potência média na barra de tração (cv)		
Carga	Mecanismo sulcador	
	Disco	Haste
Cheia	11,56	23,95a
Meia	9,70	20,71b
Potência requerida por unidade de semeadura		
Cheia	2,31	4,79
Meia	1,94	4,14

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

CONCLUSÕES

O pneu diagonal apresentou maior patinagem para as mesmas condições de operação, quando comparado com o radial.

Os pneus radiais proporcionaram maior capacidade operacional e consequentemente maior velocidade de deslocamento.

O mecanismo sulcador de disco obteve maior capacidade operacional que a haste sulcadora.

O pneu radial demandou menor consumo de combustível horário, operacional e específico.

A combinação de carga cheia do reservatório de fertilizantes com a haste sulcadora apresentou maior demanda de força e potência na barra de tração.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, E. V.; ARTIOLI, A. J.; OLIVEIRA, M.; GUERRA, S. P. S.; TESTA, J. V. P. Desempenho de um trator equipado com pneus radiais e diagonais tracionando uma semeadora-adubadora. **In:** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, 44, 2015, São Pedro. Anais... Jaboticabal: SBEA, 2015.

FRANCETTO, T. R., ALONÇO, A. D. S., BELLÉ, M. P., FRANCK, C. J., & CARPES, D. P. (2015). Comportamento operacional de associações entre sulcadores e discos de corte para sistema de semeadura direta. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p. 542-554, 2015.

LOPES, A., LANÇAS, K. P., FURLANI, C. E., 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**, v. 7, n. 2, p. 382-386, 2003.

LOPES, A., LANÇAS, K. P., SILVA, R. P. D., FURLANI, C. E. A., NAGAOKA, A. K., & REIS, G. N. D. Desempenho de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Ciência Rural**, p. 366-370, 2005.

MIALHE, L. G. Ensaio & certificação de tratores. **In:** MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaio & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. cap. 8, p. 385-462.

OLIVEIRA, J. U. Estatística: uma nova abordagem. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

OLIVEIRA, M. L.; VIEIRA, L. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, C. M.; DIAS, G. P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

JADOSKI, G. S., PINHEIRO, T. D., SANTOS JÚNIOR, P. S., RODRIGUES, F. R. M.
Influência das características do pneu na performance do trator. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. P. 115-120, v 9, n 2, 2016.

Recebido em: 15/12/2022

Aprovado em: 18/01/2023

Publicado em: 22/01/2023