

Demanda energética na barra de tração de um trator em operação de semeadura



Boletim Técnico GeoClimaMT

<http://pesquisa.unemat.br/geoclimamt/index.php>

v. 14, n. 1, 2024

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Centro Tecnológico de Geoprocessamento e

Sensoriamento Remoto– CETEGEO-SR

Grupo de estudos em geotecnologias aplicadas às mudanças

climáticas e agricultura digital – GeoClimaMT

Demanda energética na barra de tração de um trator em operação de semeadura

Lauro Müller Queiroz

Eduardo Cristofoli Bariviera

Vanessa Rakel de Moraes Dias

Rafael Cesar Tieppo

Governo do Estado de Mato Grosso
Secretaria do Estado de Ciência e Tecnologia - SECITECI
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento
Remoto aplicado à produção de Biodiesel – CETEGEO-SR
Grupo de estudos em geotecnologias aplicadas às mudanças climáticas e agricultura digital – GeoClimaMT

Autor corporativo:

Centro Tecnológico de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto aplicado à produção de Biodiesel – CETEGEO-SR

Endereço:

Campus Universitário de Tangará da Serra
Av. Inácio Bittencourt Cardoso, n. 6967 E, Jd. Aeroporto,
Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil
CEP: 78301-532
Caixa Postal 287 – CEP da Caixa Postal: 78300-970
Tel: (65) 3311-4963 e-mail: geoclimamt@unemat.br
<http://pesquisa.unemat.br/geoclimamt/>

Corpo Editorial:

Cornelio Alberto Zolin (Embrapa Agrossilvipastoril)
Edenir Maria Serigatto (UNEMAT)
Erivelto Mercante (UNIOESTE)
Marco Antonio Camillo de Carvalho (UNEMAT)
Maria Carolina da Silva Andrea (UNEMAT)
Paulo Sergio Lourenço de Freitas (UEM)
Rafael Cesar Tieppo (UNEMAT)
Renato Cardoso de Moraes (UNEMAT)
Rivanildo Dallacort (UNEMAT)
Thiago Libório Romanelli (Esalq-USP)
Vanessa Rakel de Moraes Dias (UNEMAT)

Revisão de texto: Renato Cardoso de Moraes

Ilustração da capa: Lauro Muller Queiroz

Créditos das imagens: Pixabay

O conteúdo deste boletim e seus dados em sua forma e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Q3d

Queiroz, Lauro Müller (et al.).

Demanda energética na barra de tração de um trator em operação de semeadura / Lauro Müller Queiroz; Eduardo Cristofoli Bariviera; Vanessa Rakel de Moraes Dias; Rafael Cesar Tieppo. – Tangará da Serra: UNEMAT, 2024.

v.14, n.01. 13p. Il. (Boletim Técnico Grupo de estudos em geotecnologias aplicadas às mudanças climáticas e agricultura digital – GeoClimaMT)

ISSN: 2595-8550

1. Trator. 2. Agricultura. 3. Semeadura. I. Título. II. Autor.
CDU 631.372 (817.2)

Autores

Lauro Müller Queiroz

Graduando em Agronomia

Universidade do Estado de Mato Grosso

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2300-3797>

e-mail: lauro.queiroz@unemat.br

Eduardo Cristofoli Bariviera

Engenheiro Agrônomo

Universidade do Estado de Mato Grosso

e-mail: edubariviera@hotmail.com

Vanessa Rakel de Moraes Dias

Doutora em Física Ambiental. Analista Universitária

Universidade do Estado de Mato Grosso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3538-4388>

e-mail: vanessadias@unemat.br

Rafael Cesar Tieppo

Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas. Professor do Curso de Agronomia

Universidade do Estado de Mato Grosso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8132-4813>

e-mail: rafaelt@unemat.br

Introdução

Uma semeadura de qualidade é fundamental para colher bem em qualquer plantação. Isto depende de coisas como o quão úmida está a terra, a qualidade das sementes, os ajustes na plantadora e o modo como a operação é feita (KOCHHANN; DENARDIN, 2000). Nos últimos anos, as máquinas que plantam evoluíram muito, ficando mais eficientes e precisas, com implementos cada vez maiores (Gimenez e Milan, 2007). Para testar essas máquinas na prática, é essencial fazer ensaios agrícolas que mostrem o real desempenho da máquina no campo (MIALHE, 1996).

Segundo Gabriel Filho et al. (2010), os tratores têm um papel crucial em fornecer a energia necessária para puxar as máquinas agrícolas, e isso depende de vários fatores, como a potência do motor, a distribuição do peso e as condições do solo. Como Mialhe (1996) explicou, os ensaios com máquinas servem para garantir que esses equipamentos façam o que deveriam e ainda oferecem uma análise mais detalhada do seu desempenho.

Nessa história toda, a velocidade, a potência e o consumo de combustível são fatores muito importantes para melhorar o modo como a plantação é feita e o quanto de energia se gasta (SIMÕES; SILVA, 2012). Almeida et al. (2010) chamaram a atenção para como a mudança das marchas e as rotações do motor podem ajudar a economizar combustível. E estudos de Gabriel Filho et al. (2010) e Ramos et al. (2016) mostraram que a velocidade com que o trator se move afeta diretamente o seu desempenho.

Em pesquisas sobre o quanto de energia um trator precisa para puxar a máquina que semeia, Silveira et al. (2013) notaram que quanto mais rápido o trator vai, mais potência ele precisa. Diante desse cenário, pelo estudo se constatou como a velocidade de trabalho pode afetar a potência que a máquina precisa e o quanto de combustível utiliza na hora de plantar.

Metodologia

Localização do Experimento

O trabalho foi realizado na Fazenda San Rafael, arrendada pelo senhor Claudir Bariviera, situada nas coordenadas Latitude: 14°13'58.53"S e Longitude: 57°40'8.29"O, no município de Diamantino – MT. A fazenda possui altitude de 269 metros, com precipitação anual média de 1800 mm e temperatura média de 26° C (INMET, 2020).

Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com 4 repetições. Os tratamentos consistiram em cinco velocidades teóricas de semeadura: V1 (4 km/h), V2 (5,5 km/h), V3 (7 km/h), V4 (8,5 km/h) e V5 (10 km/h). Cada velocidade teve suas respectivas marchas e rotações teóricas identificadas como C1 (1800 rpm), C2 (1870 rpm), C3 (1990 rpm), C4 (1950 rpm) e D1 (1790 rpm). Parcelas com largura de 9,9 metros e comprimento de 50 metros foram utilizadas para a coleta de dados. Estes foram apurados sempre nos 20 metros centrais de cada parcela, permitindo que os 15 metros iniciais e finais fossem destinados à estabilização da velocidade da máquina (Figura 1).

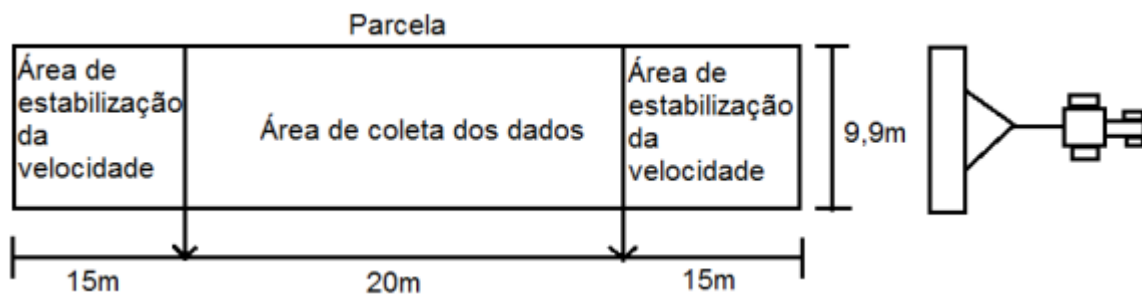


Figura 1. Parcela demonstrando o segmento central como área para a efetiva coleta de dados e os segmentos inicial (15 metros) e final (15 metros) não utilizados para a coleta de dados.

Realização do Experimento

O experimento foi conduzido em uma área agrícola coberta com restos vegetais de soja, em condições de semeadura. A escolha do local foi baseada na umidade do solo e cobertura vegetal, seguindo as orientações de Mialhe (1996). A semeadura, utilizando uma semeadora modelo 2122 John Deere com 22 linhas de plantio e sistema sulcador com haste, acoplada a um trator modelo 7225 John Deere (225cv nominais), ocorreu sobre a palha no início de março de 2020. O cultivo foi de milho, cultivar 30 A 37 (MORGAN). A força na barra de tração foi medida por uma célula de carga modelo N-320 (Transtec), com dados registrados por um datalogger CR1000.

As informações sobre o consumo de combustível foram retiradas do painel do trator, que já possuía um sensor embutido de fábrica para medir quanto combustível estava sendo usado.

Análise de Umidade do Solo

Na análise de umidade do solo, foram coletadas amostras em cada parcela. Inicialmente, as amostras foram pesadas e, após serem secas em estufa a 110°C por 24 horas, pesadas novamente. A diferença de peso foi utilizada para calcular a umidade do solo, seguindo o método descrito por Buske et al. (2014).

Análise Estatística

Os parâmetros, incluindo Força (kN), Potência (kW), Consumo de Combustível (L/h), Umidade do Solo (%) e Consumo de Combustível por hectare (L/ha), foram submetidos a análise de variância e regressão com um nível de significância de 5%, utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Influência das variáveis blocos e velocidade

No decorrer do experimento, o fator bloco não demonstrou significância, indicando que as diferentes áreas experimentais não exerceram influência nos resultados obtidos. Os coeficientes de variação (CV%) do experimento foram consistentemente baixos, variando entre 6,42% e 11,91%. Esses valores sugerem uma uniformidade nos dados, corroborando com a conclusão de que os blocos não tiveram um impacto significativo nos resultados do experimento (MORETTIN; BUSSAB, 2010).

Quanto à velocidade, essa teve um impacto significativo de 1% ($p \leq 0,01$) nas seguintes características: Consumo Horário de Combustível por hora (L/h), Força na barra de tração (kN), Potência na barra de tração (kW) e Consumo de Combustível por Hectare (L/ha).

Consumo de Combustível

A análise da variável velocidade revelou uma relação linear com o consumo de combustível. À medida que a velocidade de deslocamento aumentou, observou-se um crescimento contínuo do consumo. A menor velocidade apresentou uma média de 22,98 litros por hora, enquanto a maior velocidade praticamente dobrou esse valor, atingindo uma média de 43,05 L por hora (Figura 2). Esse padrão pode ser atribuído à maior demanda de potência para sustentar a operação em velocidades mais elevadas. Resultados similares foram encontrados em estudos anteriores, ressaltando o impacto direto da velocidade no consumo horário de combustível (MAHL, 2002; OLIVEIRA, 2000; RODRIGUES *et al.*, 2011).

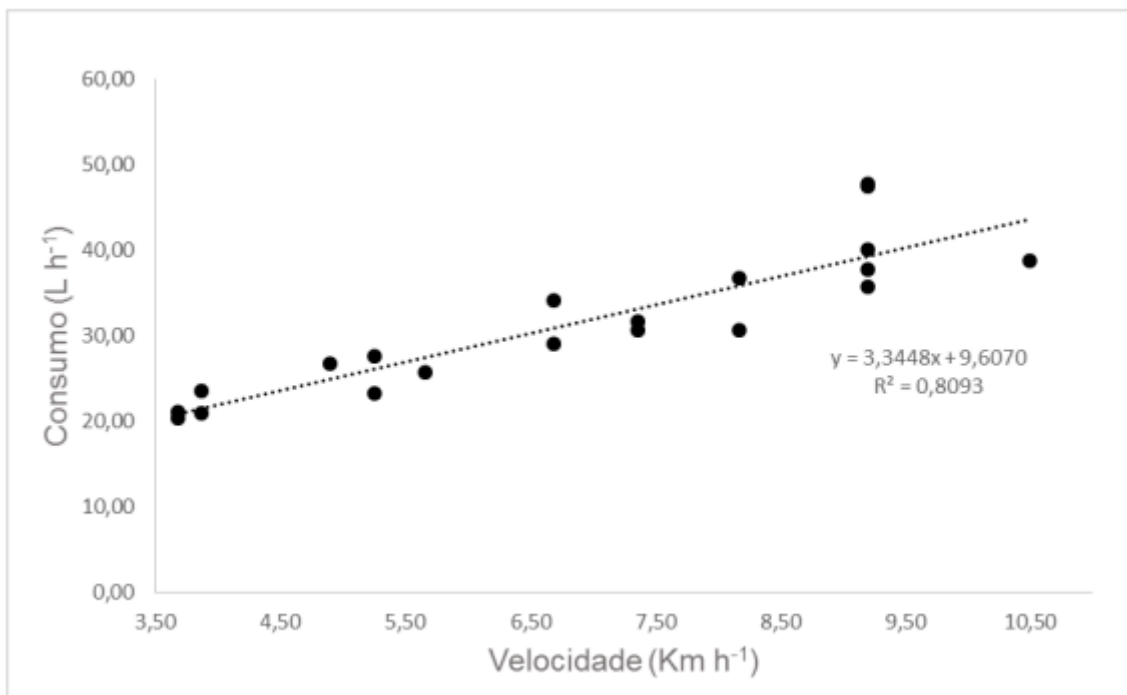


Figura 2. Estimativa do consumo de combustível em função da velocidade de operação do conjunto mecanizado.

Força Requerida na Barra de Tração

A relação entre a velocidade de operação e a força requerida na barra de tração também linear, indicando que o aumento da velocidade resultou em uma maior demanda de força, isto é, os maiores valores de força requeridos na barra de tração encontram-se nas maiores velocidades (Figura 3). Nas velocidades mais altas, registrou-se um aumento médio de 2,5% da demanda de força para cada incremento de velocidade. Esse

comportamento é consistente com outros estudos que igualmente observaram uma correlação positiva entre velocidade e demanda de força na barra de tração (BORTOLOTTI, 2006; SILVEIRA *et al.*, 2013).

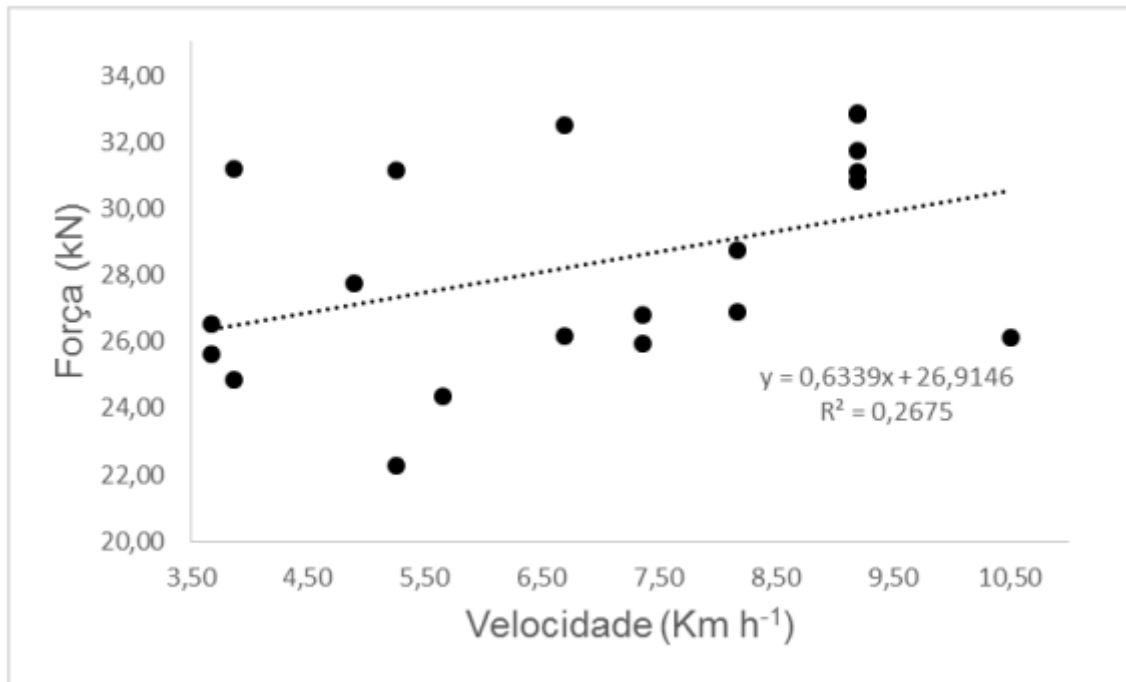


Figura 3. Estimativa da força requerida na barra de tração em função da velocidade de operação.

A falta de significância da umidade do solo sugere que, neste contexto específico, as condições do solo não tiveram um papel decisivo na demanda de força. Entretanto, conforme apontado por Savioli *et al.* (2020), a compactação do solo e a presença de uma quantidade significativa de palha depositada podem afetar diretamente a necessidade de força. Essas condições podem ter influenciado de alguma maneira os resultados da força requerida na barra de tração, causando um desvio em relação à média esperada.

Potência Requerida na Barra de Tração

A análise revelou que a potência requerida na barra de tração aumentou proporcionalmente ao aumento da velocidade de deslocamento, indicando que a demanda de potência atingiu seu pico (87,84 kW) na maior velocidade (10,5 km/h) (Figura 4). Esse aumento sugere uma correlação forte entre essas variáveis.

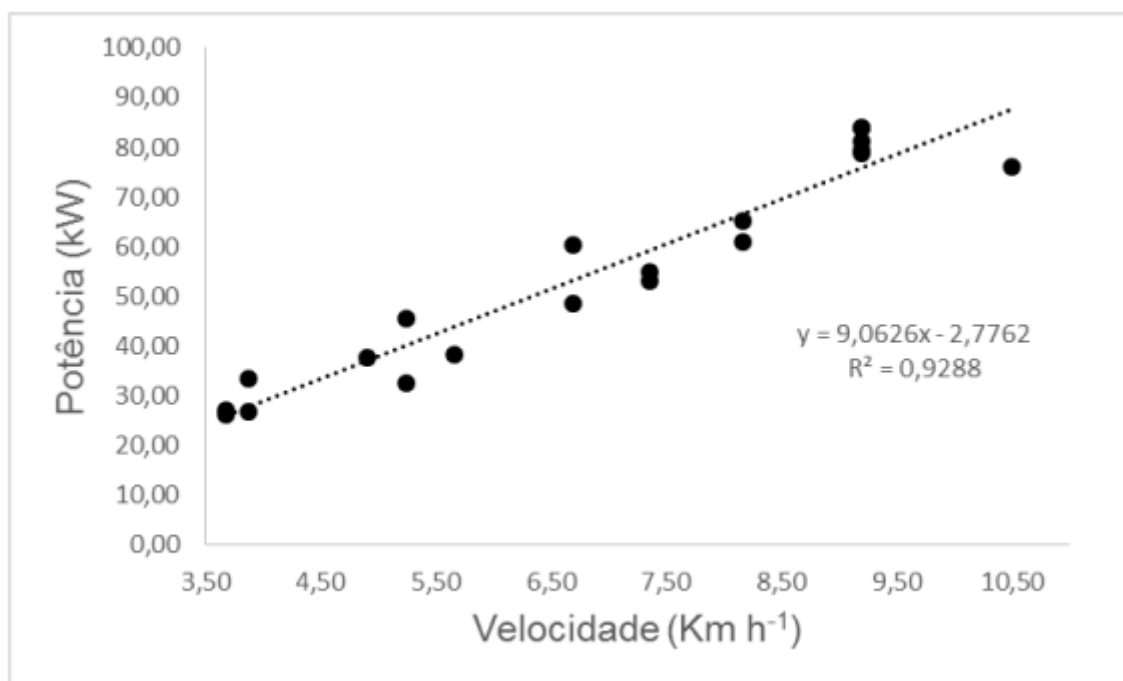


Figura 4. Estimativa da potência requerida na barra de tração em função da velocidade de operação.

Em tempo, é importante destacar que um aumento na demanda de potência pelo conjunto mecânico leva a uma redução no torque do motor. Com o uso, isso resulta em menor eficiência do motor devido a sobrecargas, causando perda de tração e aumento no consumo de combustível específico (SILVEIRA *et al.*, 2013).

Relação Consumo de Combustível / Velocidade - por Hectare

Relativamente à velocidade, a análise do consumo de combustível por hectare revelou um padrão, digamos, 'inversamente proporcional'. O maior consumo foi observado na menor velocidade, atingindo 5,74 L/ha, enquanto que na maior velocidade houve uma redução para 4,63 L/ha (Figura 5). Esse comportamento sugere que, à medida que a velocidade aumenta, o consumo de combustível por área diminui. Esses resultados estão em concordância com estudos anteriores, destacando a influência da velocidade na eficiência do consumo de combustível por hectare (QUEIROZ *et al.*, 2017; FORASTIERE, 2019).

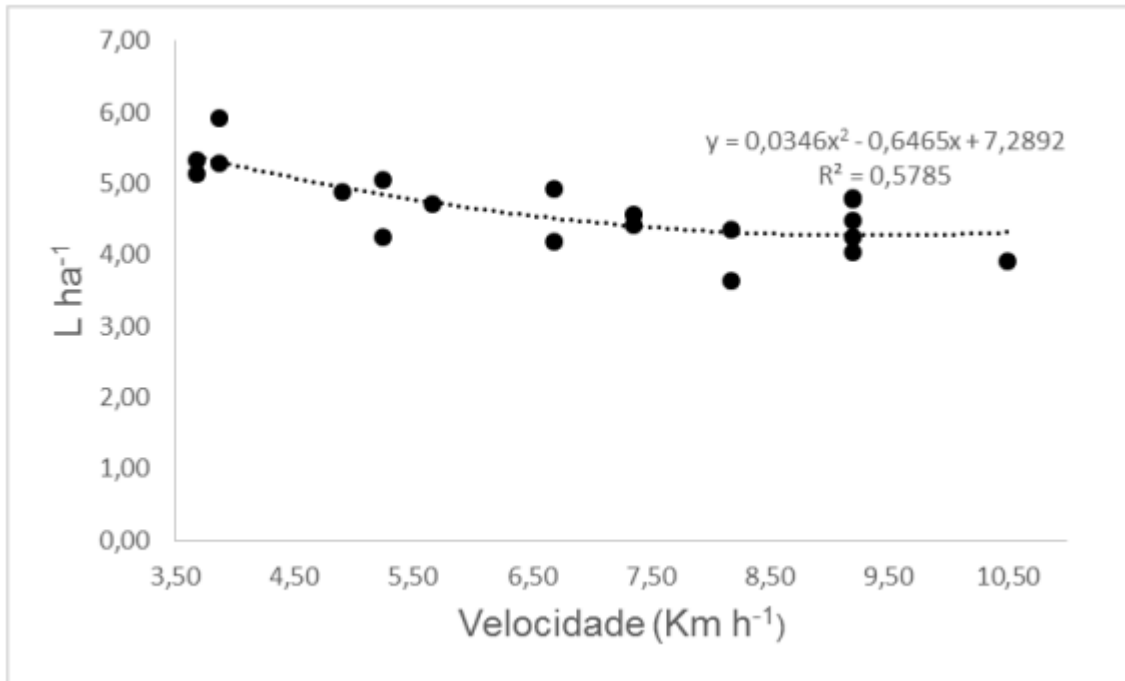


Figura 5. Consumo de combustível por hectare em função da velocidade de operação.

Além disso, é importante ressaltar que o consumo de combustível em tratores agrícolas representa um dos principais custos nas operações agrícolas. Esse consumo depende da adaptação e estado do conjunto trator-equipamento, profundidade da operação, tipo e condição do solo, além do número total de operações realizadas desde a preparação do solo até a sementeira (MONTANHA *et al.*, 2011).

Considerações finais

O aumento da velocidade durante a operação de sementeira causou um impacto direto na demanda de força e potência exigidas na barra de tração.

A força necessária na barra de tração aumentou, em média, 2,5% para cada acréscimo de 1,5 km/h na velocidade da operação, enquanto que a potência requerida na barra de tração dobrou a cada aumento de velocidade.

Em média, o consumo de combustível por hora aumentou em 102,4% na maior velocidade (10 km/h), atingindo 42,27 L/h, em comparação com 22,49 L/h na menor velocidade (4 km/h).

O consumo de combustível por hectare foi maior na menor velocidade (4 km/h) e menor na maior velocidade (10 km/h), com médias de 5,31 L/ha e 4,40 L/ha, respectivamente.

Referências

- KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. Implantação e manejo do sistema plantio direto. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 2000. 36p. (Documentos, 20). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84084/1/CNPTDOCUMENTOS-20-IMPLANTACAO-E-MANEJO-DO-SISTEMA-PLANTIODIRETO-FL-13398.pdf> Acesso em: 14 dez. 2020.
- GIMENEZ, L. M.; MILAN, M. Diagnóstico da mecanização em uma região produtora de grãos. 2007 Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n1/15.pdf> Acesso em: 14 dez. 2020.
- MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaio e certificação**. Piracicaba: FEALQ, 1996.
- GABRIEL FILHO, A. et al. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 333-339, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n3/v14n03a15.pdf> Acesso em: 14 dez. 2020.
- SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Desempenho operacional e custos de um trator na irrigação pós-plantio de eucalipto em campo. **Revista Ceres**, v. 59, n.2, p. 164- 170, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rceres/v59n2/03.pdf> Acesso em 14 dez. 2020.
- ALMEIDA et al. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Revista Agrarian**, v.3, n.7, p.63-70, 2010. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/viewFile/1086/631>. Acesso em 15 dez. 2020.
- RAMOS, C. R. G. et al. Consumo de combustível de uma colhedora de cana-de-açúcar em diferentes configurações de operação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 6 p. 588-592, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v20n6/1415-4366-rbeaa-20-06-0588.pdf> Acesso em 14 dez. 2020.
- SILVEIRA, J. M. et al. Demanda energética de uma semeadora-adubadora em diferentes velocidades de deslocamento e rotações do motor. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 44-52, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v44n1/a06v44n1.pdf> Acesso em 14 dez. 2020.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos climatológicos**. 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos> Acesso em: 10 fev. 2020.
- BUSKE, T. C. et al. Determinação da umidade do solo por diferentes fontes de aquecimento. **Irriga**, v. 19, n. 2, p. 315-324, 2014.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: um sistema computacional de análise estatística**. Ciências agrotécnicas, v. 35, n. 6, p. 1039-1042. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf> Acesso em: 14 dez. 2020.
- MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4568718/mod_resource/content/0/Bussab%20e%20Morettin%20%282010%29%20A%20estat%20C3%ADstica%20b%20C3%A1sica_Cap6e7.pdf Acesso em: 25 jan. 2021.
- MAHL, D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90546/mahl_d_me_botfca.pdf?sequence=1 Acesso em: 14 dez. 2020.
- OLIVEIRA, M. L. et al. 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. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v35n7/1455.pdf> Acesso em 14 dez. 2020.
- RODRIGUES, J. G. L; GAMERO, C. A.; NASCIMENTO, F. M. Demanda energética de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro. **Energia na Agricultura**, v. 26, n. 1, p. 65-76, 2011. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/146> Acesso em 14 dez. 2020.
- BORTOLOTTI, V. C; PINHEIRO NETO, R. P; BORTOLOTTI, M. P. Demanda energética de uma semeadora-adubadora para soja sob diferentes velocidades de deslocamento e coberturas do solo. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.122- 130, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30103.pdf> Acesso em: 14 dez. 2020.

SAVIOLI J. S.; SANTOS F. F.; LEITE F. Desempenho operacional e atributos físicos do solo sob tráfego de trator agrícola. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-21, 2020. Disponível em: <file:///D:/Usuario/Downloads/9903-Article-136038-1-10-20201115.pdf> Acesso em: 25 jan. 2021.

QUEIROZ, R.F.M.; MACEDO, W.A.da.; SIQUEIRA, D.X.; COSTA, E.; CHIORDEROLI, C.A. Cargas no depósito de fertilizante de uma semeadora adubadora e desempenho operacional. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 271-277, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v48n2/1806-6690-rca-48-02-0271.pdf> Acesso em: 19 jan. 2021.

FORASTIERE, P. R. Desempenho operacional de um conjunto tratorsemeadora-adubadora em plantio direto da soja. 2019. Tese (Doutorado em engenharia agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/27362/1/texto%20completo.pdf> Acesso em: 25 jan. 2021.

MONTANHA, G. K. et al. Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus. **Energia na Agricultura**, v. 26, n. 1, p. 39-51, 2011. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/144> Acesso em 14 dez. 2020.