

## DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO NA CULTURA DA SOJA EM CERRADO MATOGROSSENSE

**ELIZABETH HARUNA KAZAMA<sup>1</sup>, ANTONIO TASSIO SANTANA ORMOND<sup>2</sup>, RAFAEL SCABELO BERTONHA<sup>3</sup>, MURILO APARECIDO VOLTARELI<sup>4</sup>, MATHEUS HENRIQUE MARCONATO<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eng. agrícola e ambiental, mestranda em Agronomia (Ciência do solo), Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal - SP (16) 3209-7200, bethkazama@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro agrícola, doutorando, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal-SP.

<sup>3</sup> Eng. agrônomo, Dr. em agronomia (Ciência do solo), Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal-SP

<sup>4</sup> Eng. agrônomo, Dr. em agronomia (Produção vegetal), Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Jaboticabal-SP

<sup>5</sup> Eng. agrônomo, Graduando, UNIARA/Araraquara-SP.

Apresentado no  
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015  
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** O planejamento correto das operações agrícolas e uma correta adequação dos maquinários agrícolas proporcionam uma redução na demanda energética e maior rentabilidade no campo. O manejo de solo compreende práticas objetivando a preservação das características do solo, oferecendo condições ideais para semeadura, porém, o uso excessivo de implementos inadequados podem degradar o solo. Diante disso objetivou-se avaliar o desempenho operacional de máquinas agrícolas nos diferentes sistemas de manejo do solo em região de cerrado mato-grossense cultivado com soja. O trabalho foi conduzido em campo, em solo classificado como LATOSSOLO Vermelho. Avaliou-se três sistemas de manejo do solo (preparo convencional, reduzido e plantio direto). Para cada conjunto trator-implemento foram avaliados: força média na barra de tração, velocidade média de deslocamento, potência média na barra de tração, consumo médio de combustível em L ha<sup>-1</sup>, capacidade de campo efetiva e demanda de energia. Após as análises estatísticas, verificou-se que o sistema plantio direto obteve menor demanda de energia e menor consumo de combustível, e o sistema de preparo convencional maior força média, potência, consumo e demanda de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de combustível, demanda energética, plantio direto.

## ENERGY PERFORMANCE OF SOIL MANAGEMENT IN SOYBEAN CROP AT CERRADO MATOGROSSENSE

**ABSTRACT:** The correct planning of agricultural operations and a correct adaptation of agricultural machinery provide a reduction in energy demand and higher profitability in the field. The soil management comprises practices aimed at preserving the soil characteristics, offering ideal conditions for sowing, however, the excessive use of inadequate implements can degrade the soil. Therefore the objective was to evaluate the operational performance of agricultural machinery in different soil management systems in mato-grossense cerrado region cultivated with soybeans. The work was conducted under field conditions in soil classified as OXISOL. It was evaluated three soil management systems (conventional tillage, reduced and no-tillage). For each tractor-implement set were evaluated: average force on the draw bar, average displacement speed, average power on the draw bar, average fuel consumption in L ha<sup>-1</sup>, effective field capacity and energy demand. After statistical analysis, it was found that conservation tillage had lower energy demand and lower fuel consumption, and conventional tillage had highest average force, power, consumption and energy demand.

**KEYWORDS:** Fuel consumption, energy demand, no-tillage.

**INTRODUÇÃO:** O manejo de solo compreende práticas objetivando a preservação das características físicas, químicas e biológicas do solo, oferecendo condições ideais para semeadura, germinação e desenvolvimento das plantas, porém, o uso excessivo de implementos inadequados podem degradar o solo. Portanto, é necessário planejar o uso racional com implementos adaptados às condições e tipos de solo, procurando manter ou aumentar o seu potencial produtivo (EMBRAPA, 2010). Um sistema de medição de desempenho é um conjunto de indicadores inter-relacionados entre si, que têm como objetivo principal controlar e auxiliar na tomada de decisões, do nível estratégico ao operacional (PELOIA; MILAN, 2010). Para Toledo et al. (2010) as operações agrícolas mecanizadas devem ser planejadas de forma racional, a fim de que haja aumento da rentabilidade no campo. Segundo McLaughlin et al. (2008), uma seleção adequada do sistema de preparo do solo e correta adequação do trator e implemento, obtém-se redução na demanda energética de máquinas agrícolas. Rodrigues e Gamero (2006), comparando sistemas de manejo do solo e coberturas vegetais, através da capacidade de campo efetiva, consumo horário e operacional de combustível, verificaram que o sistema semeadura direta foi o que apresentou os melhores índices, independentemente das coberturas vegetais estudadas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em campo, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, situada na latitude 16°28'15" Sul, longitude 54°38'08" Oeste e altitude de 227 metros. O solo foi classificado como LATOSSOLO Vermelho de acordo com Embrapa (2013). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três sistemas de manejo do solo sistema de preparo convencional com duas gradagens intermediárias e duas gradagens leves; preparo reduzido escarificação na profundidade de 15-30 cm e o plantio direto. Cada tratamento consistia de doze repetições, perfazendo um total de 36 parcelas experimentais. A parcela foi composta de 4 metros de largura por 10 metros de comprimento, totalizando 40 m<sup>2</sup>. Para a realização das operações características de cada sistema de manejo do solo, a umidade do solo estava em torno de 40%. Variáveis do desempenho operacional de máquinas:

-Força de tração: A média utilizada nas operações de preparo do solo foi determinada utilizando um transdutor de força à base de extensômetros elétricos de resistência, que compõem uma célula de carga com capacidade de 50 kN. Foi utilizado um sistema de aquisição de dados computadorizado, acionado e desligado por meio de balizamento no início e fim do comprimento de cada parcela para monitorar e exibir os dados da célula de carga.

- Velocidade de deslocamento: Foram determinadas as velocidades de deslocamento do conjunto utilizando cronômetro digital, com precisão de 0,1 s, acionando no momento em que o trator entrou na área e desligado ao final da parcela, quando o trator saiu da mesma, de acordo com a equação:

$$Vm = \frac{D}{T} \times 3,6 \quad (1)$$

em que,

Vm = velocidade média (km h<sup>-1</sup>);

D = espaço percorrido na parcela (m)

T = tempo de percurso (s)

- Capacidade de campo efetiva de cada conjunto (trator + implemento): é a quantidade de hectares trabalhados por hora pelo conjunto, sendo calculada pela velocidade real do trator e largura real do implemento.

$$Cce = \frac{Lm \times Vm}{10} \quad (2)$$

em que,

Cce: capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>),

Vm: velocidade de deslocamento (km h<sup>-1</sup>),

Lm: largura de trabalho (m), e

10: fator de conversão para (ha h<sup>-1</sup>).

- Tempo efetivo de trabalho: calculado pelo inverso da capacidade de campo efetiva.
- Potência média na barra de tração: foi determinada de forma indireta, de acordo com a seguinte equação:

$$Pm = \frac{Fm \times Vm}{367,09771} \quad (3)$$

em que:

- Pm = potência média (kW);
- Fm = força média (kgf)
- Vm = velocidade média (km h<sup>-1</sup>);
- 367,09771 = constante de multiplicação.

- Consumo de combustível: Para determinação do consumo de combustível horário, utilizou-se um medidor de vazão, modelo Flowmate oval M-III (LSN41L8-M2) e um Microllogger da marca Campbell Cientific modelo 850R para registrar os dados gerados. O consumo específico de combustível foi calculado com base na equação:

$$CO = Chc \times Td \quad (4)$$

em que,

- CO – consumo operacional, L ha<sup>-1</sup>;
- Chc – consumo horário de combustível volumétrico, L h<sup>-1</sup>, e
- Td – tempo efetivo demandado, h ha<sup>-1</sup>.

- Demanda de energia: através da potência requerida e a capacidade de campo efetiva foi determinada energética de cada operação, utilizando-se a seguinte equação:

$$De = \frac{Pm}{Cce} \quad (5)$$

em que:

- De = demanda de energia (kW h ha<sup>-1</sup>);
- Pm = potência média (kW);
- Cce: capacidade de campo efetiva (ha h<sup>-1</sup>).

Todos os dados foram analisados estatisticamente, por meio da análise de variância. Com as variáveis significativas foram feitas comparações entre médias, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os maiores valores de força média, potência média e demanda de energia foram observados no preparo convencional do solo. O consumo de combustível foi maior tanto no preparo convencional como no preparo reduzido. As maiores velocidade média e a capacidade de campo efetiva foram obtidas no plantio direto (Tabela 1). Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com Fernandes et al. (2008). Estes avaliando o consumo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas, concluíram que os sistemas com menor número de operações por hectare obtiveram menor consumo de combustível, destacando a semeadura direta, seguida pelo cultivo mínimo com gradagem leve, escarificador e o preparo convencional. Furlani (2005) encontrou diferença de capacidade de campo entre os sistemas de preparo do solo, onde o plantio direto (1,55 ha h<sup>-1</sup>) superou o preparo convencional (1,50 ha h<sup>-1</sup>), seguido do cultivo mínimo (1,40 ha h<sup>-1</sup>). Valores esses diferentes dos encontrados no presente trabalho onde o plantio direto seguidos do preparo reduzido e preparo convencional alcançaram capacidade de campo de 1,67; 0,42 e 0,22 ha h<sup>-1</sup> respectivamente.

Tabela 1: Força média requerida na barra de tração (kN), velocidade média de deslocamento ( $m s^{-1}$ ), potência média (kW), consumo médio de demanda de energia ( $kW h ha^{-1}$ ), consumo médio de combustível por área ( $L ha^{-1}$ ), capacidade de campo efetiva ( $ha h^{-1}$ ) e demanda de energia ( $kW h ha^{-1}$ ) quanto aos sistemas de manejo do solo.

Sistemas de manejo do solo	Força média (kN)	Velocidad e média ( $m s^{-1}$ )	Potência média (kW)	Consumo médio ( $L ha^{-1}$ )	Cce ( $ha h^{-1}$ )	Demanda de energia ( $kW h ha^{-1}$ )
PC	55,87 a	4,35 b	67,06 a	23,46 a	0,22 c	66,64 a
PD	9,90 c	4,62 a	12,72 c	3,42 c	1,67 a	7,65 c
PR	31,34 b	4,29 b	35,52 b	12,85 b	0,42 b	40,71 b
CV (%)	14,89	3,18	10,87	26,05	2,04	18,80

**CONCLUSÕES:** Os maiores valores de força média, potência média e demanda de energia foram observados no preparo convencional do solo. O plantio direto apresentou melhor desempenho energético, com menor consumo de combustível e demanda de energia.

### REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, 2013. 353 p
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil - 2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.
- FERNANDES H. C., SILVEIRA, J. C. M. da, RINALDI, P. C. N. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1582-1587, set./out., 2008.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG:UFLA, 2010.
- FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. da. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 458-464, ago. 2005.
- MCLAUGHLIN, N. B. et al. Energy inputs for conservation and conventional primary tillage implements in a clay loam soil. **Transactions of the ASABE**, Saint Joseph, v. 51, n. 4, p. 1153-1163, 2008.
- PELOIA, P. R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 681-691, 2010.
- RODRIGUES, J. G. L.; GAMERO, C. A. Demanda energética e capacidade de campo efetiva em diferentes sistemas de manejo do solo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 55-62, 2006.
- TOLEDO, A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 12, n. 30, p. 459-467, 2010.