

CONSUMO HORÁRIO DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DO EMPREGO DE DIFERENTES DISCOS DE CORTE ASSOCIADOS AO SULCADOR DISCO DUPLO

TIAGO RODRIGO FRANCETTO¹, AIRTON DOS SANTOS ALONÇO², CATIZE BRANDELERO³, GABRIEL S. CHAGAS⁴, RICARDO S. CIROLINI⁴

¹ Eng. Agrícola. Mestre em Eng. Agrícola. Doutorando em Eng. Agrícola. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Departamento de Engenharia Rural, CCR, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS. Endereço eletrônico: tiagofrancetto@gmail.com.

² Professor Associado, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

³ Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

⁴ Acadêmicos de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

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

RESUMO: O objetivo foi analisar o consumo horário de combustível nas interações de um sulcador disco duplo com diferentes discos de corte em sistema de semeadura direta em função de diferentes velocidades. O experimento foi realizado em propriedade agrícola situada no município de Santa Maria (Rio Grande do Sul), cujo solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho e textura franco arenosa. Este foi constituído pela interação de um sulcador disco duplo desencontrado com mecanismos de corte dos resíduos culturais (sem disco, disco liso e ondulado) analisados em quatro velocidades de deslocamento ($1,11 \text{ m s}^{-1}$, $1,67 \text{ m s}^{-1}$, $2,22 \text{ m s}^{-1}$ e $2,78 \text{ m s}^{-1}$). Os dados foram obtidos por um fluxômetro e coletados e armazenados por um datalogger. Não foi verificada influência significativa do tipo de disco sobre o consumo, sendo obtido um valor médio de $3,61 \text{ l h}^{-1}$. Nas velocidades de $1,11$ e $1,67 \text{ m s}^{-1}$, o consumo não difere estatisticamente, com um valor médio de $3,20$ e $3,17 \text{ l h}^{-1}$, respectivamente. Já para as velocidades de $2,22$ e $2,78 \text{ m s}^{-1}$, ocorreu aumento significativo, com $3,72$ e $4,36 \text{ l h}^{-1}$, verificando diferença estatística entre estas. Em velocidades maiores, a associação com o disco liso propicia o menor consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética, Semeadura direta, Semeadora-adubadora.

HOURLY FUEL CONSUMPTION IN FUNCTION WITH DIFFERENT COULTER DISCS ASSOCIATED WITH A DOUBLE DISC COULTER

ABSTRACT: The objective was to analyze the hourly fuel consumption in the interactions of a double disc coultter with different coultter discs in a direct sowing system at different speeds. The experiment was conducted in a farm located in Santa Maria (Rio Grande do Sul, Brazil); the soil of the area was classified as Red Argisol and loamy sand texture. It was made by the interaction of a mismatched double disc coultter with cutting mechanisms of crop residues (discless, plain and wavy coultter disc) analyzed at four speeds (1.11 m s^{-1} , 1.67 m s^{-1} , 2.22 m s^{-1} e 2.78 m s^{-1}). The data were obtained by a flow meter, and collected and stored by a datalogger. Was not significant influence of the type of coultter disc on consumption, and obtained an average value of 3.61 l h^{-1} . At velocities of 1.11 e 1.67 m s^{-1} , the consumption did not statistically differ, with an average value of 3.20 and 3.17 l h^{-1} , respectively. As for the velocities of 2.22 and 2.78 m s^{-1} , occurred a significant increase with 3.72 and 4.36 l h^{-1} , checking a statistical difference between them. At higher speeds, the association with the plain disc provides the lowest consumption.

KEYWORDS: Energy efficiency, Direct sowing, Seeder-fertilizer.

INTRODUÇÃO: Segundo Santos et al. (2008) as semeadoras são o equipamento com maior importância para o sucesso da semeadura direta e, para Bertol (1997), o mecanismo que melhor

estabelece a relação entre o solo e a máquina é o de abertura de sulco. Esses mecanismos são destinados à abertura de um sulco no solo onde serão depositadas sementes e/ou fertilizantes, podendo ser combinados em função do tipo e preparo de solo, teor de água, grau de compactação, profundidade de semeadura, velocidade de deslocamento e mobilização desejada, devendo propiciar o contato solo/semente adequado. No sistema de semeadura direta, um dos problemas encontrados é a seleção das ferramentas de abertura de sulco, visto que um grande número de fatores interfere no desempenho das semeadoras e da complexidade de suas interações, havendo assim, a carência de estudos específicos buscando identificar as demandas energéticas dos diversos componentes que as compõem (SIQUEIRA et al., 2001). Neste trabalho, o sulcador disco duplo foi associado com diferentes discos de corte, que são elementos rompedores que, geralmente empregados em frente a outros mecanismos, têm a finalidade de gerar um pequeno sulco, possibilitando que a ferramenta subsequente realize sua função com menor esforço e/ou maior eficiência (PORTELLA, 1983). Diferentes mecanismos, por apresentarem variações nas suas demandas de tração, proporcionam variações no consumo de combustível, de acordo com as observações de Levien et al. (2011) e Francetto (2014), onde os autores concluíram que o gasto é significativamente menor quando uma semeadora é equipada com discos duplos do que quando utilizada com hastes sulcadoras. Tendo em vista esses resultados, se fazem necessários estudos que proporcionem informações sobre o consumo horário de combustível referente ao sulcador disco duplo combinado com diferentes discos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS: A área escolhida, devido à disponibilidade de recursos, para a realização do experimento foi uma propriedade agrícola localizada no município de Santa Maria (Rio Grande do Sul), com solo classificado como argissolo vermelho com textura franco arenosa, composto por 53,97% de areia, 28,44% de silte e 17,59% de argila.

O porta-ferramentas, desenvolvido por Gassen (2011), foi tracionado por um New Holland TL75E Exitus 4x2 com massa de embarque de 3390,00 kg, com tração dianteira auxiliar (TDA). Durante o experimento a TDA esteve desligada, com o trator operando em condições normais, sem o bloqueio do diferencial acionado. A pressão interna dos pneus foi de 190,00 kPa no dianteiro e de 180,00 kPa no traseiro. A Tabela 1 mostra as características dos discos duplos.

TABELA 1. Características construtivas dos discos duplos desencontrados

Descrição	Especificação
Diâmetro (m)	0,39
Desencontrado (m)	0,004
Altura do ponto de contato (m)	0,07
Ângulo entre os planos de rotação dos discos (rad)	0,21
Ângulo do eixo horizontal com o ponto de contato (rad)	0,70
Profundidade de trabalho (m)	0,06

Os tratamentos foram compostos pela interação dos fatores mecanismo de corte de resíduos culturais e velocidades de deslocamento. Utilizou-se o delineamento experimental a partir de blocos ao acaso, com 12 combinações de tratamentos, cada um com três repetições, em um esquema fatorial 3x4. Os dados sofreram análises estatísticas de variância e os contrastes entre as médias que diferiram entre si no teste de f, sendo comparadas utilizando o teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados e o teste de Cochran para a homogeneidade de variâncias. Esses foram analisados através do *software* Assistat 7.6 beta 2012. O experimento foi realizado em uma área total de 5.775,00 m², com as parcelas de 180,00 m² (3,0 metros de largura por 60,0 metros de comprimento) distribuídas na área para experimentação de 4.320,00 m². Para a aquisição de dados, utilizou-se um datalogger marca Campbell Scientific modelo CR 1000, que armazena os dados gerados pelos sensores de rotação e fluxômetro. As recomendações de Russini (2009) foram seguidas para a instalação de todos os equipamentos utilizados na instrumentação eletrônica. O sistema de aquisição de dados foi escolhido com base nas constatações de Mantovani, Leplatois e Inamassu (1999), onde o seu emprego permite a avaliação do desempenho dos implementos em campo com uma grande capacidade operacional.

Na determinação do consumo efetivo de combustível foi usado um fluxômetro marca Oval M-III modelo LSF41. O equipamento emite pulsos elétricos que são armazenados pelo datalogger, permitindo, através desses dados aplicados na Equação 1, calcular o consumo horário de combustível ($l\ h^{-1}$).

$$C_H = 1,8 P_E \quad (1)$$

em que,

C_H : consumo horário de combustível, $l\ h^{-1}$ e

P_E : pulsos elétricos gerados pelo fluxômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

TABELA 2. Análise de variância com médias, níveis e os resultados dos testes de F.

Fator	Consumo horário ($l\ h^{-1}$)
DISCO DE CORTE	
Sem disco	3,63 a
Disco liso	3,62 a
Disco ondulado	3,60 a
VELOCIDADE	
1,11 $m\ s^{-1}$	3,20 c
1,67 $m\ s^{-1}$	3,18 c
2,22 $m\ s^{-1}$	3,72 b
2,78 $m\ s^{-1}$	4,36 a
CV, DP e MG	
Coefficiente de variação (CV) (%)	4,36
Desvio padrão (DP)	0,33
Média geral (MG)	3,62
Teste F	
Disco de corte (F1)	7,45 **
Velocidade (F2)	775,55 **
F1 \times F2	7,65 **

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$).

Todos os fatores apresentaram influência significativa ao nível de 1% de probabilidade sobre o consumo efetivo de combustível, contudo, esses resultados não são correspondentes aos fatores isolados, e sim pela sua interação. Por apresentarem CV de 3,33 e desvio padrão de 0,33, a magnitude de erro experimental é avaliada como baixa, denotando alta precisão experimental. Mahl, Gamero e Benez (2007) avaliando o consumo horário de uma operação de semeadura, encontraram um CV de 12,0 % em área de solo arenoso e de 4,41% em solo argiloso, e Furlani et al. (2006) encontraram 4,4% em solo argiloso. Os resultados individualizados do consumo horário de combustível ($l\ h^{-1}$), em função dos mecanismos de corte dos resíduos culturais e a velocidade de deslocamento associados à um sulcador disco duplo desencontrado, são apresentados na Tabela 3. Esses foram obtidos através do *software* Assistat 7.6 beta 2012.

TABELA 3. Consumo horário de combustível em função dos fatores.

Mecanismo de corte	Velocidade			
	1,11 ($m\ s^{-1}$)	1,67 ($m\ s^{-1}$)	2,22 ($m\ s^{-1}$)	2,78 ($m\ s^{-1}$)
Sem disco	3,1702 aC	3,1099 aC	3,8700 aB	4,3500 abA
Disco liso	3,2082 aB	3,3429 aB	3,8186 aA	4,1214 bA
Disco ondulado	3,2338 aBC	3,0830 aC	3,4597 bB	4,6179 aA

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV: 3,97 %.

Verificou-se que o consumo horário de combustível não difere significativamente para as primeiras velocidades, $1,11 \text{ m s}^{-1}$ e $1,67 \text{ m s}^{-1}$, e para as últimas o mecanismo de corte é significativo para a definição do consumo horário, sendo a combinação com disco ondulado mais eficiente para a velocidade de $2,22 \text{ m s}^{-1}$ e disco liso para $2,78 \text{ m s}^{-1}$. Também foi constatado que o consumo entre as duas primeiras velocidades não difere, tendendo a aumentar para apenas a partir das últimas velocidades.

CONCLUSÃO: Para trabalhos em baixas velocidades o mecanismo de corte não é um fator que interferirá no consumo horário de combustível, já em velocidades altas a presença de discos de corte diminui o consumo. Como o consumo nas duas primeiras velocidades não difere significativamente, deve-se, na maioria dos casos, priorizar-se pela segunda velocidade, assim ganhando tempo sem consumir mais combustível.

REFERÊNCIAS

- BERTOL, O. J.; et al. Desempenho de mecanismos sulcadores de semeadura sob condições de preparo reduzido do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, 1997, p. 257-262.
- FRANCETTO, T.R. **Desempenho de mecanismos de corte dos resíduos culturais e abertura de sulco para a semeadura direta**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- FURLANI, C. E. A.; et al. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento de carga no depósito de adubo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.4, p. 268-275, 2006.
- GASSEN, J. R. F. **Avaliação de ferramenta para escarificação do solo em camadas de forma simultânea**. 2011. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- LEVIEN, R.; et al. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no sentido do declive do terreno. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1003-1010, jun. 2011.
- MAHL, D., GAMERO, C. A., BENEZ, S. H. Demanda energética de semeadora- adubadora de plantio direto em função de elementos de corte, velocidade e tipo de solo. **Revista Energia na Agricultura**, v. 22, n. 3, p. 15-36, 2007.
- MANTOVANI, E. C.; LEPLATOIS, M; INAMASSU, R. Y. Automação do processo de avaliação de desempenho de tratores e implementos em campo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 3, n. 7, jul. 1999.
- PORTELLA, J. A. **Um estudo preliminar de forças atuantes de elementos rompedores de semeadoras comerciais**. 1983. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1983.
- RUSSINI, A. **Projeto, construção e tese de instrumentação eletrônica para avaliação do desempenho de tratores agrícolas**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- SIQUEIRA, R.; et al. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine max L.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001. Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001.