

## DEMANDA ENERGÉTICA DAS OPERAÇÕES MECANIZADAS PARA O CULTIVO DE CÉBOLA

**JARDÊNIA RODRIGUES FEITOSA<sup>1</sup>, HAROLDO CARLOS FERNANDES<sup>2</sup>, PAULO ROBERTO CECON<sup>3</sup>, EDIVAL CARVALHO DA SILVA<sup>4</sup>, FILIPE MAIA TORRES NERY<sup>5</sup>, MARCONI RIBEIRO FURTADO JÚNIOR<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, Profª Adjunta, Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro – BA, (74) 2102-7621, jardenia.rodrigues@univasf.edu.br

<sup>2</sup> Engº Agrícola, Prof. Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

<sup>3</sup> Engº Agrônomo, Prof. Titular, Departamento de Estatística, UFV, Viçosa-MG

<sup>4</sup> Mestrando em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, UFCG, Campina Grande - PB

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro - BA

<sup>6</sup> Engº Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** Estimativas da demanda energética das operações de preparo do solo e semeadura podem contribuir para a escolha do método a ser adotado na produção de cebola. Objetivou-se com este trabalho avaliar a demanda energética das operações mecanizadas necessárias à implantação da cultura da cebola em função de teores de água e sistemas de preparo do solo. Foram avaliados três sistemas de preparo: P1 (aração + duas gradagens + duas operações de encanteiramento + semeadura), P2 (duas gradagens + encanteiramento + semeadura), P3 (uma gradagem + encanteiramento + semeadura); e quatro teores de água: 12, 15, 23 e 26%. O experimento foi instalado em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A demanda energética foi avaliada por meio dos parâmetros consumo de combustível por área trabalhada, demanda total de energia, demanda específica de energia e eficiência de utilização do combustível. O sistema P1 apresentou os maiores valores para todos os parâmetros. Os teores de água apresentaram efeito linear na demanda específica de energia. O sistema P3 foi o mais adequado à implantação da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** consumo de combustível, preparo do solo, preparo convencional

## ENERGY DEMAND OF MECHANIZED OPERATIONS FOR ONION CULTIVATION

**ABSTRACT:** Estimates of the energy demand of the operations of tillage and seeding can contribute to the selection of method to be adopted in the production of onion. The objective of this work was to evaluate the energy demand of the mechanized operations necessary to implantation the onion culture in function of different water contents and soil tillage systems. Three tillage systems were evaluated: P1 (plowing + two harrowing + two operations of build seedbeds + seeding), P2 (two harrowing + one operation of build seedbeds + seeding), P3 (one harrowing + one operation of build seedbeds + seeding); and four soil water contents: 12, 15, 23 and 26%. The experiment was installed in a split - plot scheme, in a randomized complete block design, with four replications. The energy demand was evaluated through the

parameters fuel consumption per area worked, total energy demand, specific energy demand and fuel utilization efficiency. The P1 system presented the highest values for all evaluated parameters. The water content had a linear effect on the specific energy demand. The P3 system was the most suitable for implantation of the culture.

**KEYWORDS:** fuel consumption, soil tillage, conventional tillage

**INTRODUÇÃO:** O avanço da mecanização na agricultura elevou o requerimento de energia proveniente dos combustíveis fósseis. De acordo com Özgöz et al. (2017), o preparo do solo é considerado a operação agrícola mais cara e com maior requerimento energético, devendo-se levar em conta esse fator na escolha do sistema mais adequado. Para Heidarisoltanabadi e Tahani (2016), a demanda energética e o custo da produção de cebolas são bastante elevados e, portanto a determinação de seus valores reais poderia fornecer uma nova perspectiva para que sejam implementadas formas de reduzi-los. Com base nisso, objetivou-se avaliar a demanda energética das operações mecanizadas necessárias à implantação da cultura da cebola em função do sistema de preparo do solo com diferentes teores de água.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em área experimental localizada no perímetro irrigado Tourão, Juazeiro-BA, disponibilizada pela empresa MM Frutas, e estabelecido em esquema de parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental apresentava uma área de 60 m<sup>2</sup> (3 m de largura e 20 m de comprimento). Foram avaliados três sistemas de preparo do solo (subparcelas): P1 (uma aração + duas gradagens + duas operações de encanteiramento), P2 (duas gradagens + uma operação de encanteiramento), e P3 (uma gradagem + uma operação de encanteiramento); e três teores de água no solo (parcelas): 12, 15, 23 e 26%. Todas as operações de preparo foram seguidas pela semeadura da cultura. O teor de água do solo foi monitorado utilizando-se um medidor eletrônico HidroFarm, modelo HFM2130, marca Falker<sup>®</sup>. Para a execução das operações foram utilizados: um trator Valtra<sup>®</sup>, BM 110, 4 x 2 TDA; trator New Holland<sup>®</sup>, TL75E, 4 x 2 TDA; arado fixo Tatu Marchesan<sup>®</sup>, modelo AF com 3 disco de 26"; grade aradora intermediária, off-set, marca KLR<sup>®</sup>, modelo GAC245 1424; enxada rotativa equipada com encanteirador, marca Mec-Rul<sup>®</sup>, modelo ERP 150; e semeadora pneumática Jumil<sup>®</sup>, modelo Natura air 2400, equipada com 5 linhas. As operações de aração, gradagem, encanteiramento e semeadura foram realizadas à respectivamente, 5,1, 6,9, 0,74, 0,77 km h<sup>-1</sup>. Foram monitorados o consumo de combustível e a força demandada na barra de tração em cada operação, utilizando-se o método do comboio para os implementos montados. Os parâmetros de demanda energética determinados foram: consumo de combustível por área trabalhada, demanda total de energia do combustível, demanda específica de energia e eficiência de utilização do combustível. Os valores totais para os parâmetros de demanda em cada combinação de tratamentos foram obtidos somando-se os valores para cada operação. A eficiência de utilização do combustível foi determinada como sendo a razão entre a demanda total de energia e a demanda específica de cada combinação de sistema de preparo e teor de água do solo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando-se para o fator qualitativo o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; e para o fator quantitativo a análise de regressão.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O consumo de combustível por área trabalhada foi afetado significativamente apenas pelos sistemas de preparo do solo, o mesmo ocorrendo para o tempo gasto na realização das operações que compuseram cada sistema. O maior consumo

ocorreu no sistema de preparo P1 (Tabela 1), o que pode ser explicado pelo maior número de operações efetuadas no mesmo. As médias obtidas para a demanda total de energia também diferiram significativamente apenas entre os sistemas de preparo (Tabela 1) e foram superiores para o preparo P1 conforme esperado, uma vez que este índice é dependente do consumo de combustível por hectare. A demanda total de energia do sistema P1 superou em 25,31% o P2 e, em 25,58% o P3.

TABELA 1. Consumo de combustível por área trabalhada ( $C_a$ ), tempo necessário para realização das operações ( $T_a$ ) e demanda total de energia ( $D_t$ ) em função do sistema de preparo do solo

Sistemas de preparo	$C_a$ (L ha <sup>-1</sup> )	$T_a$ (h ha <sup>-1</sup> )	$D_t$ (MJ ha <sup>-1</sup> )
P1	443,02 a	34,71 a	15726,39 a
P2	330,91 b	22,74 b	11746,54 b
P3	329,69 b	21,74 c	11703,33 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Brandão et al. (2013) avaliaram o desempenho operacional de conjuntos mecanizados utilizados no cultivo de crame em dois manejos do solo: preparo convencional com duas operações de gradagens intermediárias e duas gradagens leves; e preparo reduzido, que consistiu na dessecação da cultura anterior e posterior subsolagem. O consumo de combustível por área trabalhada e, conseqüentemente a demanda total de energia, foi superior no preparo convencional, o que também foi atribuído pelos autores ao maior número de operações corroborando com os resultados apresentados neste trabalho. A demanda específica de energia foi influenciada significativamente pela interação entre os teores de água e sistemas de preparo do solo ao nível de 0,1% de probabilidade. Seus valores médios são apresentados na Tabela 2. Os maiores valores de demanda específica foram determinados para o sistema P1, seguido pelo P2 e P3. O maior valor de demanda para o P1 indica que este foi o que apresentou maior requerimento de potência do trator, uma vez que essa demanda é calculada como sendo a razão entre a potência demandada e a capacidade de campo. Isso ocorreu devido ao P1 ser o único sistema em que foi feita a aração, além de ter uma gradagem e uma operação de encanteiramento a mais que o P3.

TABELA 2. Valores médios da demanda específica de energia (MJ ha<sup>-1</sup>) nos diferentes preparos e teores de água avaliados

Sistemas de preparo	Teor de água no solo (%)			
	12	15	23	26
P1	308,26 a	308,18 a	356,50 a	344,38 a
P2	195,84 b	194,30 b	205,70 b	206,39 b
P3	127,50 c	130,78 c	135,22 c	136,74 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A variação da demanda específica de energia em função do teor de água do solo foi avaliada por meio de análise de regressão obtendo-se resultados significativos somente para o sistema P1. Nesse sistema o teor de água apresentou efeito linear nos valores de demanda (Tabela 3), observando-se que o incremento de 1% no teor de água do solo eleva a demanda energética em 3,43 MJ ha<sup>-1</sup>.

TABELA 3. Modelos ajustados para descrever o comportamento da demanda específica de energia ( $D_e$ ) em função do teor de água do solo ( $\theta$ ) em cada sistema de preparo

Sistemas de preparo	Modelos de regressão	p-valor	r <sup>2</sup>
P1	$D_e = 264,1387 + 3,4312^{**} \theta$	0,00	0,82
P2	$D_e = 200,5555$	0,18	-
P3	$D_e = 132,5603$	0,53	-

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t;  $\theta$  em %;  $D_e$  em MJ ha<sup>-1</sup>

Para os sistemas P2 e P3 não se verificou efeito do teor de água sobre a demanda específica de energia, sendo seu comportamento descrito pela média dos valores obtidos. A ocorrência de efeito significativo apenas no sistema P1 pode estar relacionada à demanda energética da operação de aração, executada somente nesse sistema. A variação obtida na demanda específica entre os teores de água para a aração pode ter influenciado na obtenção de uma relação linear significativa quando analisados os valores totais desse parâmetro. Nkakini e Vurasi (2015) determinaram o efeito da variação do teor de água do solo sobre a força de tração requerida e a demanda energética de um conjunto mecanizado formado por trator e arado de discos. Os resultados mostraram que tanto a força de tração quanto a demanda específica de energia decresceram com o aumento do teor de água do solo, contrariando o que foi observado neste trabalho quando avaliado o conjunto de operações para o sistema P1, em que ocorreu aumento da demanda com o aumento do teor de água.

A eficiência de utilização do combustível apresentou variação significativa estatisticamente apenas em função dos sistemas de preparo de solo. O sistema de preparo P1 apresentou maior valor de eficiência, superando o P2, que por sua vez foi superior ao P3 (Tabela 4).

TABELA 4. Eficiência de utilização do combustível ( $E_c$ ) em cada sistema de preparo

Sistemas de preparo	$E_c$ (%)
P1	2,11 a
P2	1,71 b
P3	1,14 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Isto está associado justamente às operações de aração e gradagem que compuseram o sistema P1, as quais apresentaram maior eficiência devido a maior demanda de potência na barra de tração, o que fez com que a fração da energia liberada pelo combustível e utilizada efetivamente na tração dos implementos fosse superior. O fato de ter apresentado maior eficiência de utilização de combustível não torna o sistema P1 necessariamente o mais adequado à implantação da cultura da cebola, uma vez que ele apresentou maior consumo de diesel por área trabalhada e maior demanda total de energia, quando comparado aos sistemas P2 e P3.

**CONCLUSÕES:** Os sistemas de preparo do solo afetaram significativamente a demanda energética das operações mecanizadas necessárias ao cultivo da cebola sendo encontrado o maior valor de demanda para o sistema com maior número de operações (P1). Os teores de água do solo afetaram somente a demanda específica de energia, e para o sistema P1 quanto maior o teor de água, maior a demanda energética. O sistema P3 demonstrou ser o mais adequado à implantação da cultura da cebola por apresentar menor gasto energético.

## REFERÊNCIAS:

ÖZGÖZ, E.; ALTUNTAŞ, E.; ASILTÜRK, M. Effects of soil tillage on energy use in potato farming in Central Anatolia of Turkey. *Energy*, v. 141, p. 1517-1523, 2017.

HEIDARISOLTANABADIA M.; TAHANI, B. An Investigation into Energy Consumption for Onion Cropping. *ISESCO Journal of Science and Technology*, v. 12, n. 21, p. 50-56, 2016.

BRANDÃO, F. J. B.; DA SILVA, A. R. B.; ANTONIO, M.; DA SILVA, P.; SPEROTTO, F. C. S.; DE MESQUITA FILHO, E. J. Desempenho operacional e produtividade agrícola do crambe nos preparos convencional e reduzido de solo. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, p. 3746-3756, 2013.

NKAKINI, S. O.; VURASI, N. M. Effects of moisture content, bulk density and tractor forward speeds on energy requirement of disc plough. *Technology*, v. 6, n. 7, p. 69-79, 2015.