

ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ENERGIA DO PLANTIO MECANIZADO DE CANA-DE-AÇÚCAR

MURILO APARECIDO VOLTARELLI¹, CARLA S. STRINI PAIXÃO², ADÃO FELIPE DOS SANTOS³, LUCAS AUGUSTO DA S. GIRIO⁴, ROUVERSON PEREIRA DA SILVA⁵

¹ Prof. Dr., Máquinas e Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (+55) 31 3829-2729, murilo_voltarelli@hotmail.com

² Doutoranda em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, ca_paixao@live.com.com

³ Mestrando em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, ca_paixao@live.com.com

⁴ Doutorando em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, andrefdamasceno@gmail.com

⁵ Prof. Dr., Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, rouverson@fcav.unesp.br

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O plantio mecanizado de cana-de-açúcar é uma importante operação dentro do ciclo desta cultura, sendo assim a mensuração do consumo de energia gasto nesta operação se torna fundamental para este sistema produtivo ser mais sustentável. Neste contexto, objetivou-se neste trabalho estimar a demanda de energia do plantio mecanizado de cana-de-açúcar em dois turnos de operação, por meio do controle estatístico de processo. O plantio mecanizado de cana-de-açúcar foi realizado em área agrícola do município de Monte Alto - SP, e o delineamento estatístico utilizado foi baseado na metodologia do controle estatístico de qualidade, totalizando 80 pontos amostrais, sendo 40 pontos para a operação diurna e 40 pontos para a operação noturna. As variáveis e/ou os indicadores de qualidade avaliados foram: potência efetiva, consumo específico de energia, força na barra de tração e o consumo específico de combustível. Os consumos específicos de energia por área e de combustível foram maiores para o turno diurno de operação. Todos os indicadores de qualidade apresentaram instabilidade do processo durante o plantio mecânico de cana-de-açúcar, independente dos turnos de operação.

PALAVRAS-CHAVE: Demanda de energia, Mecanização agrícola, Sustentabilidade.

ESTIMATE OF ENERGY DEMAND IN SUGARCANE MECHANIZED PLANTING

ABSTRACT: The mechanized planting of sugarcane is an important operation in the cycle of the crop, so the measurement of spending power consumption in this operation becomes critical to making this productive and more sustainable system. In this context, this work aimed was to estimate the energy demand of mechanized planting of sugarcane in two operating shifts, by means of statistical process control. The mechanized planting of sugarcane was done in the agricultural area of the municipality of Monte Alto - SP, and the statistical design was based on the methodology of statistical quality control, totaling 80 sampling points, 40 points for daytime operation and 40 points for night operation. The variables and / or evaluated quality indicators were effective power, specific energy consumption, power on the draw bar and the specific fuel consumption. The specific energy consumption per unit area and energy were higher for the day shift operation. All quality indicators showed instability of the process during the mechanical planting of sugarcane, regardless of operating shifts.

KEYWORDS: Energy demand, Agricultural mechanization, Sustainability.

INTRODUÇÃO: O sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar vem se mostrando uma técnica crescente na expansão e na renovação dos canaviais, porém é uma operação dependente de fatores como: solo, máquina, operador, qualidade de mudas, dentre outros, e todos esses fatores tem que estejam em condições homogêneas para que ocorra qualidade na operação (VOLTARELLI et al., 2013). Neste sentido, torna-se essencial o monitoramento do desempenho do

conjunto mecanizado trator-plantadora para que haja menor demanda de energia desta operação tornando este sistema de plantio mais sustentável e econômico aos produtores e Usinas.

Pressupondo que exista elevada variação da demanda de energia do plantio mecanizado de cana-de-açúcar nos turnos diurno e noturno de operação, objetivou-se neste trabalho estimar a demanda de energia do plantio mecanizado de cana-de-açúcar em dois turnos de operação, por meio do controle estatístico de processo.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em área agrícola nas proximidades das coordenadas geodésicas: Latitude 21°16' 42" S e Longitude 48°24'21" O, com altitude média de 620 metros, declividade média de 6%, solo determinado pela Unidade produtora como sendo de textura média e clima Aw de acordo com a classificação de Köppen. A variedade de cana cultivada foi RB83-5054. Realizou-se o plantio mecanizado de cana-de-açúcar em março de 2012 por meio do conjunto trator-plantadora, composto por um trator 4 x 2 TDA, modelo 7715 SAE J serie 350 com potência de 134,0 kW (182 cv) no motor a 2.200 rpm, rodados dianteiros 600/65R28 e traseiros 710/70R38, ambos R1W, e uma plantadora de cana picada de 2 fileiras, modelo PTX 7010 com capacidade de seis toneladas de mudas para plantio, rodados 600/50 22.5, hastes sulcadoras espaçadas a 1,50 m. A regulagem da profundidade dos sulcos foi realizada a 30 cm uma vez que a camada compactada desta área se encontrava a 20 cm de profundidade. A área anteriormente ao plantio mecanizado de cana-de-açúcar continha soja, que após sua colheita foi realizada a operação de plantio de mecanizado sem ocorrer o preparo do solo. A caracterização do teor de água do solo foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (1997), por meio da coleta de dez amostras aleatórias, na profundidade de 0-15 e 15-30 cm e os valores encontrados foram de 7 e 5%, respectivamente. O trator operou com a bitola ajustada a 2,70 m e na marcha de trabalho 1B.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, baseado nas premissas do controle estatístico de processo, e os tratamentos foram constituídos em função do turno de operação das 15 às 23 h, pois neste turno é capaz de se avaliar a operação durante o dia e noite sem a troca de operador. O turno foi dividido em duas partes: as avaliações consideradas das 15h30 às 17h30 mim foram consideradas no período diurno enquanto que as avaliações realizadas das 19h30 as 21h30 mim foram consideradas como período noturno. A malha amostral foi constituída de 80 pontos espaçados 50 x 1,5 metros entre eles sendo 40 pontos avaliados durante o dia e 40 pontos avaliados durante a noite. As variáveis ou indicadores de qualidade avaliados foram: potência efetiva, consumo específico de energia, força na barra de tração e o consumo específico de combustível.

A estimativa da potência efetiva foi calculada de acordo com Mialhe (1974), na qual foi utilizado o valor total do consumo horário de combustível do conjunto mecanizado trator-plantadora. O consumo específico de energia por unidade de área foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Seki et al. (2009). A estimativa da força na barra de tração foi calculada de acordo com a metodologia ASABE (2000), associado aos valores de velocidade do conjunto mecanizado por ponto amostral. Por fim, consumo específico de combustível foi determinado segundo a metodologia proposta por Lopes et al. (2003). A caracterização da velocidade e do consumo horário de combustível foram realizadas pela coleta dos valores no monitor de coluna frontal, dentro do trator, em cada ponto amostral. Para os turnos diurno e noturno os valores médios de velocidade foram de 5,3 km h⁻¹ e o consumo horário de combustível apresentou 26,8 L h⁻¹ para o turno diurno e 25,4 L h⁻¹ para o turno noturno. A capacidade de campo efetiva média foi caracterizada de acordo com a metodologia de Mialhe (1974), sendo os valores para o turno diurno e noturno de aproximadamente 1,60 ha h⁻¹.

Os resultados foram avaliados por meio do controle estatístico de processo, utilizando as cartas de controle do tipo I (valores individuais), independente da suposição de normalidade dos dados, que possui linha central (média geral), bem como os limites superior e inferior de controle, definidos como LSC e LIC (MONTGOMERY, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A potência efetiva do conjunto mecanizado trator-plantadora apresentou instabilidade do processo para ambos os turnos de operação, sendo a maior variabilidade verificada para o turno noturno (Figura 1). A provável explicação para os pontos que extrapolaram os limites de controles podem ser atribuída às variações do consumo de horário de combustível, nestes momentos, ao longo da operação obtendo valores elevados e menores para os turnos diurno e noturno, respectivamente, exigindo nestes momentos maior e menor potência do motor.

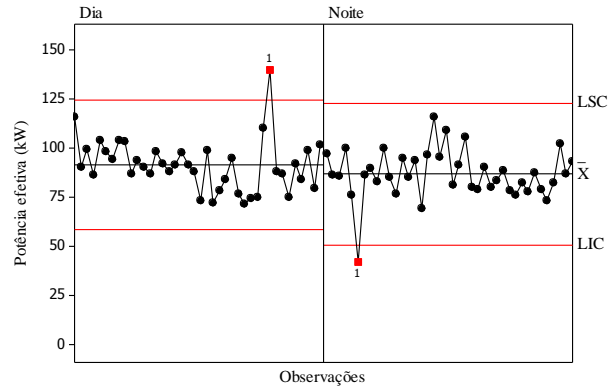


FIGURA 1. Cartas de controle para a estimativa da potência efetiva do plantio mecanizado de cana-de-cana-de-açúcar me função dos turnos de operação.

O consumo específico de energia por unidade de área apresentou instabilidade para os turnos diurno e noturno da operação, sendo constatada a maior variabilidade para o turno noturno (Figura 2). A provável explicação destes pontos fora dos limites de controle pode ser atribuída ao maior e menor valor do consumo horário de combustível, nestes momentos da operação, uma vez que o valor médio da capacidade de campo efetiva foi de $1,6 \text{ km h}^{-1}$ para ambos os turnos de operação.

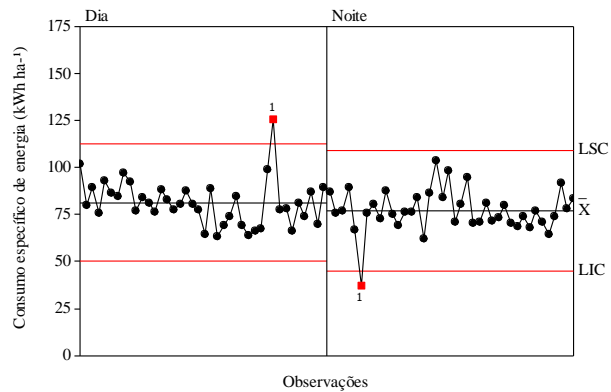


FIGURA 2. Cartas de controle para o consumo específico de energia por unidade de área do plantio mecanizado de cana-de-cana-de-açúcar me função dos turnos de operação.

Por outro lado, a estimativa da força na barra de tração apresentou instabilidade do processo para ambos os turnos de operação, sendo a maior variabilidade encontrada para o turno noturno em função do afastamento entre os limites superior e inferior de controle (Figura 3).

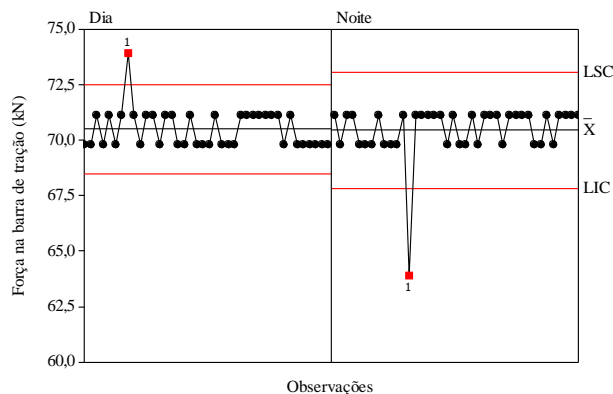


FIGURA 3. Cartas de controle para a estimativa da força na barra de tração do plantio mecanizado de cana-de-cana-de-açúcar me função dos turnos de operação.

Nota-se ainda que estes pontos fora dos limites de controle podem ser associados à variação da velocidade de trabalho no decorrer da operação, qual esta foi elevada para o turno diurno e menor para o turno noturno, podendo ser explicado em função do declive do terreno e de uma maior resistência do solo no momento do plantio (sulcação), respectivamente.

O consumo específico de combustível apresenta causas não aleatórias no decorrer do processo, sendo evidenciado pelos pontos que extrapolam os limites de controle, tornado o processo instável para ambos os turnos de operação (Figura 4). Tais pontos fora dos limites de controle podem ser explicados em função da oscilação do consumo horário de combustível ao longo do plantio mecanizado de cana-de-açúcar, sendo maior para o turno diurno e menor para o noturno. Ressalta-se ainda que pode-se haver relação, dos pontos fora de controle, com a maior demanda de potência do motor para vencer alguma resistência do solo atrelado a carga máxima de mudas dentro da plantadora e há uma situação de declive da plantadora com menor resistência do solo a sulcação e menor massa de mudas dentro da caçamba da plantadora, respectivamente.

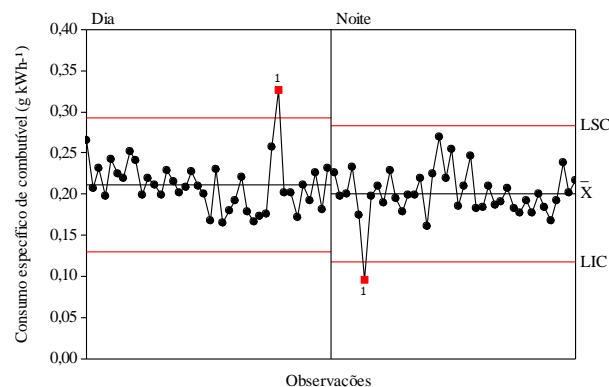


FIGURA 4. Cartas de controle para consumo específico de combustível do plantio mecanizado de cana-de-cana-de-açúcar me função dos turnos de operação.

CONCLUSÕES: A estimativa da demanda de energia associada aos consumos específicos de energia por área e de combustível foram maiores para o turno diurno de operação. Todos os indicadores de qualidade apresentaram instabilidade do processo durante o plantio mecânico de cana-de-açúcar, independente dos turnos de operação.

REFERÊNCIAS

- ASABE. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. Agricultural machinery management. In: ASAE standards 2000 standards engineering practices data. San Joseph, 2000. p. 349 – 357 (ASAE D497 – 4).
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos e análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; 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.
- MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 1974. 301 p.
- MONTGOMERY, D. C. **Control charts for variables**. In: MONTGOMERY, D.C. Introduction to statistical quality control. Arizona: Wiley, 2009. v.6, p. 226-268.
- SEKI, A. S.; BENEZ, S. H.; SILVA, P. R. A.; YANO, E. H.; MELLO, L. M. M. Demanda energética nas operações mecanizadas na silagem de milho no sistema de “silo bag”. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n.3, p.424-430, 2009.
- VOLTARELLI, M. A.; SILVA, P. S.; ROSALEN, D. L.; ZERBATO, C.; CASSIA, M. T. Quality of performance of the operation of sugarcane mechanized planting in day and night shifts. **Australian Journal Crops Science**, v.7, n.9, p. 1396-1406, 2013.