

## CONSUMO ENERGÉTICO DO ARRANQUIO MECANIZADO DE AMENDOIM EM FUNÇÃO DAS ROTAÇÕES NA TOMADA DE POTÊNCIA

MURILO APARECIDO VOLTARELLI<sup>1</sup>, CRISTIANO ZERBATO<sup>2</sup>, CARLA S. STRINI PAIXÃO<sup>3</sup>,  
ANDRÉ FERREIRA DAMASCENO<sup>4</sup>, ROUVERSON PEREIRA DA SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Prof. Dr., Máquinas e Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (+55) 31 3829-2729, murilo\_voltarelli@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. Máquinas Agrícolas e Agricultura de Precisão, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7627, cristianozerbato@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutoranda em Agronomia, Máquinas e Mecanização Agrícola, Univ Estadual Paulista, (+55) 16 3209-7283, ca\_paixao@live.com.com

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

<sup>5</sup> 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 arranquio mecanizado de amendoim é uma etapa essencial do ciclo desta cultura, uma vez que quanto menor a variabilidade desta operação, associada à adequada demanda energética do conjunto mecanizado, pode tornar este sistema mecanizado mais eficaz no decorrer do processo. Neste contexto, objetivou-se avaliar o consumo energético do arranquio mecanizado de amendoim em função de cinco rotações na tomada de potência (TDP), por meio do controle estatístico de processo. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com oito repetições para cada tratamento sendo eles: 324, 378, 432, 486 e 540 rpm na TDP, totalizando 40 pontos amostrais. Os indicadores de qualidade avaliados foram: capacidade de campo efetiva, consumo horário de combustível, potência efetiva e o consumo específico de energia por unidade de área. O indicador de qualidade capacidade efetiva de campo apresentou maior qualidade da operação para rotação do motor de 1400 rpm (378 rpm na TDP). O consumo específico de energia por área foi maior para a rotação do motor de 2000 rpm (540 rpm na TDP), bem como apresentou a maior variabilidade do processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Arachis hypogaea* L., Mecanização agrícola, Energia na agricultura.

### ENERGY CONSUMPTION UPROOTING PEANUT MECHANIZED ACCORDING TO THE ENGINE ON POWER TAKEOFF

**ABSTRACT:** Peanut mechanical uprooting is an essential step in the cycle of the crop, since the lower the variability operation associated with the appropriate energy demand mechanized set can make this more efficient mechanized system during the process. In this context, the aimed was to assess the energy consumption of peanut mechanical uprooting against five rotations in power take off (PTO), through statistical process control. The statistical design was completely randomized with eight repetitions for each treatment which are: 324, 378, 432, 486 and 540 rpm PTO, totaling 40 sampling points. Quality indicators evaluated were: effective field capacity, fuel consumption effective power and the specific energy consumption per unit area. The indicator of effective capacity field showed higher quality of operation for engine speed of 1400 rpm (378 rpm PTO). The specific energy consumption per area was higher for the rotation of 2000 rpm motor (540 rpm PTO) and showed the highest variability of the process.

**KEYWORDS:** *Arachis hypogaea* L., Agricultural mechanization, Energy in agriculture.

**INTRODUÇÃO:** O estado de São Paulo é o maior produtor nacional, responsável por cerca de 80% da produção com épocas de semeadura na primavera-verão nas regiões da Alta Mogiana e Paulista (CONAB, 2016). Na mecanização da cultura do amendoim, a operação de arranquio destaca-se como uma operação crítica, na qual as variáveis de desempenho do conjunto mecanizado são influenciadas por fatores relacionados à cultura, condições de colheita, por fatores inerentes às máquinas utilizadas

na operação e, conseqüentemente, influenciam a demanda de energia do conjunto mecanizado podendo afetar a sustentabilidade deste processo agrícola mecanizado.

Neste sentido, pressupondo que a demanda de energia do arranquio mecanizado de amendoim seja influenciada pelas rotações da tomada de potência (TDP), objetivou-se avaliar o consumo energético do arranquio mecanizado de amendoim em função de cinco rotações na tomada de potência (TDP), por meio do controle estatístico de processo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal, no estado de São Paulo, com altitude média de 560 m, declividade média 4% e clima Cwa (subtropical), de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO vermelho Eutroférico típico, conforme classificação realizada por Andreoli e Centurion (1999).

O solo foi preparado de forma convencional com uma aração e duas gradagens (uma pesada e outra leve), ambas com grade de discos. A semeadura de amendoim foi realizada em novembro de 2011 por meio de semeadora-adubadora pneumática em espaçamento de 0,9 m entre linhas, utilizando-se 18 sementes  $m^{-1}$  e a cultivar utilizada foi a Runner IAC 886. A operação de arranquio foi realizada em março de 2012, utilizando um arrancador-invertedor montado 2x1 (duas linhas x uma leira), com largura de 1,80 m, da marca MIAC, modelo C-200, tracionado pelo trator Valtra modelo BMi 125, 4x2 TDA com potência de 91,9 kW (125 cv) na rotação de 2300 rpm no motor. A operação foi realizada na marcha de trabalho L2. No momento da colheita foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 15 cm, em todos os pontos amostrais, para a caracterização do teor de água do solo conforme metodologia recomendada por EMBRAPA (1997). O teor médio de água do solo para todos os tratamentos foi caracterizado com 26,68%.

O delineamento experimental foi realizado em faixas, baseado na metodologia do controle estatístico de processo, com 5 rotações da tomada de potência (TDP) (324, 378, 432, 486 e 540 rpm) e 8 repetições totalizando 40 pontos amostrais. As rotações da TDP foram definidas por meio da variação da rotação do motor (1200, 1400, 1600, 1800 e 2000 rpm, respectivamente). As variáveis ou indicadores de qualidade avaliados foram: capacidade de campo efetiva, consumo horário de combustível, potência efetiva e o consumo específico de energia por unidade de área. A capacidade de campo efetiva foi determinada de acordo com Mialhe (1974). 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-arrancador. O consumo horário de combustível foi determinado segundo a metodologia proposta por Lopes et al. (2003). Por fim, o consumo específico de energia por unidade de área foi calculado de acordo com a metodologia proposta por Seki et al. (2009). A caracterização da velocidade foi realizada de acordo com a metodologia de Lopes et al. (2003) para as rotações na TDP a 324, 378, 432, 486 e 540 rpm, sendo os valores médios de 2,8, 3,0, 3,2, 3,8 e 4,2  $km\ h^{-1}$ , respectivamente.

Os resultados foram avaliados por meio do controle estatístico de processo, utilizando as cartas de controle do tipo I (valores individuais), que possui linha central (média geral), bem como os limites superior e inferior de controle, definidos como LSC e LIC, calculados com base no desvio-padrão das variáveis (para LSC, média mais três vezes o desvio-padrão, e para LIC, média menos três vezes o desvio, quando maior que zero) (MONTGOMERY, 2009). Independente da suposição de normalidade dos dados às cartas de controle foram elaboradas para o monitoramento do processo, sendo a análise e o conhecimento do processo essencial para a tomada de decisão (MONTGOMERY, 2009).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A capacidade de campo efetiva do conjunto trator-arrancador apresentou a instabilidade do processo apenas para a rotação na TDP de 324 rpm, com apenas um ponto que ultrapassou o limite inferior de controle, em relação aos demais tratamentos (Figura 1). A maior capacidade de campo efetiva e variabilidade da operação foi verificada para maior rotação da TDP (540 rpm), situação esta que pode ser explicado em virtude do maior valor médio de velocidade de trabalho e das oscilações da velocidade durante o arranquio de amendoim, respectivamente.

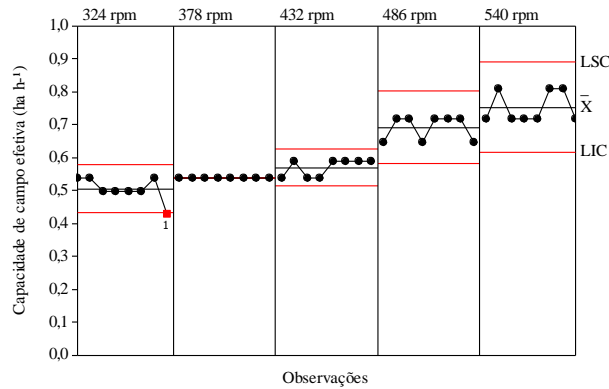


FIGURA 1. Cartas de controle para capacidade de campo efetiva em função das rotações da TDP.

O consumo horário de combustível apresentou estabilidade do processo para todas as rotações da TDP utilizadas no arranquio mecanizado de amendoim (Figura 2). Observa-se ainda que a maior e a menor variabilidade no decorrer da operação ocorreu para 432 e 324 rpm, respectivamente. Por outro lado, o maior consumo horário de combustível ocorreu para a maior rotação da TDP (540 rpm), situação esta explicada em virtude da maior rotação do motor do trator utilizada (2000 rpm) o que refletiu em maior exigência de potência do motor durante o arranquio de amendoim.

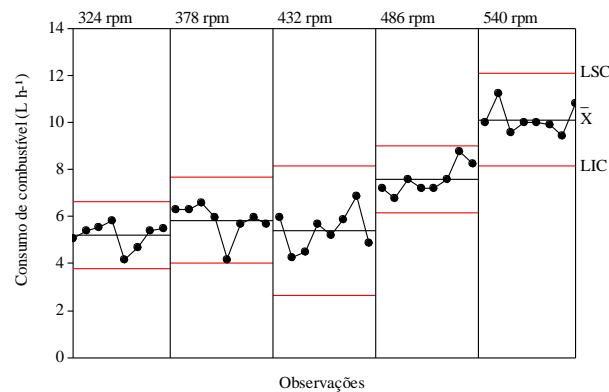


FIGURA 2. Cartas de controle para o consumo horário de combustível em função das rotações da TDP.

Por outro lado, a estimativa da potência efetiva do conjunto trator-arrancador de amendoim foi estável para todas as rotações da TDP, podendo ser evidenciada a maior variabilidade no decorrer da operação para 432 rpm na TDP (1600 rpm no motor) (Figura 3).

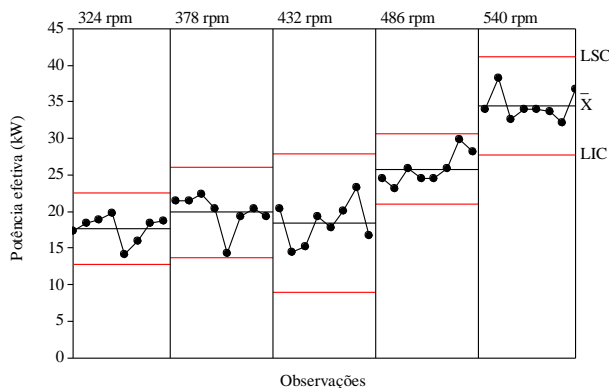


FIGURA 3. Cartas de controle para a estimativa da potência efetiva em função das rotações da TDP.

Nota-se ainda que a menor potência efetiva do arranquio de amendoim ocorreu para a rotação de 324 rpm na TDP (1200 rpm no motor), sendo este fato coerente com as indicações técnicas fornecidas pelo fabricante do arrancador, na qual recomenda-se trabalhar aproximadamente a 340 rpm na TDP para melhor qualidade do desempenho do conjunto mecanizado.

O consumo específico de energia por unidade de área apresentou estabilidade no decorrer do processo do arranquio mecanizado de amendoim para todas as rotações da TDP (Figura 4). Observa-se ainda que o consumo de energia ocorreu para a rotação de 324 rpm na TDP (1200 rpm no motor), podendo esta condição ser a mais indicada para este conjunto trator-arrancador, em virtude das características do trator, teor de água no solo, velocidade de trabalho e operador, porém a menor variabilidade foi verificada para 378 rpm na TDP (1400 rpm no motor).

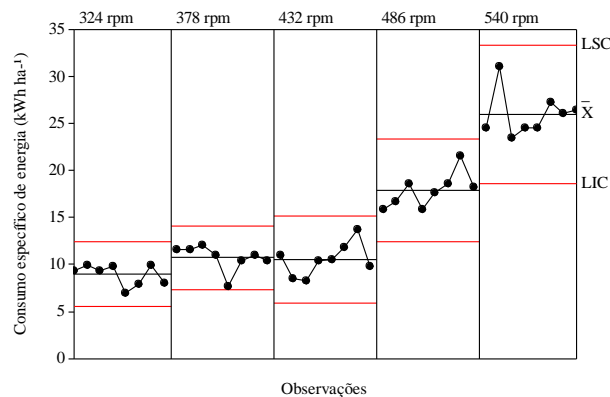


FIGURA 4. Cartas de controle para o consumo específico de energia por unidade de área em função das rotações da TDP.

**CONCLUSÕES:** O indicador de qualidade capacidade efetiva de campo apresentou maior qualidade da operação para rotação do motor de 1400 rpm (378 rpm na TDP). A estimativa da potência efetiva e do consumo específico de energia por área foi maior para a rotação do motor de 2000 rpm (540 rpm na TDP), bem como apresentou a maior variabilidade do processo.

## REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 32p. (TO25-3 CD-ROM).
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, quarto levantamento, abril 2016. Acesso em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&> Acesso: 25/04/2016.
- 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.