

AValiação OPERACIONAL DO PROCESSO DE PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

JOSÉ V. SALVI¹, MYLENE I. A. CRESPE², LUIS R. BERGAMO³, JEAN C. M. TORNICH⁴, MARCOS C. J. LUIZETTI JUNIOR⁴.

¹ Eng. Agrônomo, Mestre, Docente do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC “Shunji Nishimura” Pompéia-SP, Fone: (14)3452-1294, josevitorsalvi@gmail.com

² Tecnóloga em Mecanização em Agricultura de Precisão, myleneacrespe@gmail.com

³ Eng. Agrônomo, especialista em mecanização agrícola e em gestão de negócios. lrbergamo@gmail.com

⁴ Discentes em Mecanização em Agricultura de Precisão FATEC “Shunji Nishimura” Pompéia-SP
jeanmuller2009@hotmail.com, markin300@hotmail.com

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

RESUMO: O processo de plantio de cana-de-açúcar está ligado com o desempenho e a qualidade das operações executadas durante esta etapa, os quais podem representar aproximadamente 14,5% dos custos de produção. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é realizar, por meio de um estudo caso, a análise da eficiência, capacidade e custo operacional do processo de plantio de cana-de-açúcar. Para tal, foram coletados em uma usina de cana-de-açúcar, os tempos e movimentos de cinco conjuntos trator-plantadora de cana-de-açúcar que apresentam as mesmas características técnicas e condições de trabalho. Foram analisados eficiência diária e média do período, e a verificação dos tipos de tempos improdutivos que predominam no período. Com os dados, foi realizada uma correlação entre a eficiência em relação à capacidade e ao custo operacional. Para as condições do estudo, verificou-se que a eficiência operacional do plantio de cana-de-açúcar no período analisado é de 23,36% e que o principal tempo improdutivo foi por condições climáticas (chuva). Existe uma correlação negativa e regressão significativa entre a eficiência e o custo operacional. Quando a eficiência é acrescida em 10 pontos percentuais, o custo é reduzido em 29,1%.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade. Custos. Eficiência

OPERATIONAL EVALUATION OF THE SUGAR CANE PLANTING PROCESS

ABSTRACT: The process of planting sugarcane is linked to the performance and quality of the operations performed during this stage, which can represent approximately 14.5% of production costs. Therefore, the objective of this work is to carry out, through a case study, the analysis of the efficiency, capacity and operational cost of the sugarcane plantation process. For that purpose, the times and movements of five tractor-planter groups of sugarcane were collected in a sugarcane mill with the same technical characteristics and working conditions. We analyzed the daily and average efficiency of the period, and the verification of the types of unproductive times that predominate in the period. With the data, a correlation was made between efficiency in relation to capacity and operational cost. For the study conditions, it was verified that the operational efficiency of the sugarcane plantation in the analyzed period is 23.36% and that the main unproductive time was due to climatic conditions (rainfall). There is a negative correlation and a significant regression between efficiency and operating cost. When efficiency is increased by 10 percentage points, the cost is reduced by 29.1%.

KEYWORDS: Capacity. Costs. Efficiency

INTRODUÇÃO: Com o avanço da mecanização no setor sucroalcooleiro, o plantio de cana-de-açúcar ganha destaque por ser um dos processos que ainda apresentam algumas deficiências de desempenho operacional e qualitativo na sua implantação, quando comparado com o plantio manual (RIPOLI, 2007). A implantação de um sistema de plantio mecanizado não é simples e demanda uma avaliação sistêmica e detalhada das diversas variáveis que o afetam, não bastando apenas a disponibilidade dos equipamentos capazes de executar as operações envolvidas do processo, torna-se necessário uma interface multidisciplinar para o estudo e implantação do sistema (PINTO; MORAIS.1997), Para CARLIN et al., (2004), a característica de maior importância para produtividade, tem relação direta com a qualidade do plantio, levando em consideração fatores indispensáveis à otimização da cultura. Um canavial implantado sem os conhecimentos básicos de plantio, poderá ter reduzido a sua longevidade, determinando como consequência a elevação dos custos de produção (QUINTELA et al., 1997). Dados do acompanhamento da safra 2018/19 apontam que o plantio é responsável por 67% do custo total para implantação ou renovação do canavial, embutido dentro deste custo 34% está relacionado a utilização de máquinas e implementos agrícolas (CNA, 2019). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é realizar, por meio de um estudo caso, a análise da eficiência, capacidade e custo operacional do processo de plantio de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS: Durante o período de 01 de janeiro a 31 de março de 2019, em um período de 90 dias, foram coletados em uma usina de cana-de-açúcar, os tempos e movimentos de cinco conjuntos trator-plantadora de cana-de-açúcar que apresentam as mesmas características técnicas e condições de trabalho. A faixa de trabalhos das plantadoras é de 3,0 metros e a jornada de plantio é de 24 horas (3 turnos de 8 horas). Os dados foram coletados de computadores de bordo que realizam o monitoramento e apontamento dos tempos e movimentos das máquinas, os quais eram enviados via telemetria para o controle operacional agrícola, o qual foram extraídos para análise. A Figura 1 mostra os procedimentos de cálculos.



Figura 1. Fluxograma dos procedimentos de cálculos.

Observa-se na Figura 1 que foram retirados do controle operacional agrícola (1), a velocidade de trabalho (2) e os tempos produtivos e improdutos (3). Os tempos produtivos são classificados como aqueles em que as máquinas estão exercendo sua função, que no caso seria o tempo trabalhado (plantando) e os tempos de manobras. Os tempos improdutos são aqueles apontados e/ou monitorados que não estão exercendo a função da máquina, como chuva, manutenção, paradas diversas etc. Com os dados de velocidade e faixa de trabalho da plantadora (2), calcula-se a capacidade de campo efetiva (2) (ASABE, 2011). Com os tempos produtivos, improdutos e a jornada de trabalho, obtém-se a eficiência operacional. O produto entre a capacidade de campo efetiva e a eficiência operacional resulta na capacidade de campo operacional (4) (ASABE, 2011). Posteriormente, foi determinado o custo horário do conjunto trator-plantadora (5), de acordo com o proposto por ASABE, 2011. A relação entre o custo horário do conjunto e a capacidade de campo operacional resulta na determinação do custo operacional, expresso em R\$ por hectare (ASABE, 2011). Não serão considerados os custos dos insumos para o plantio (mudas, fertilizantes etc.), e sim, somente os custos relativos ao sistema mecanizado. Por meio deste processo, foram analisados eficiência diária e

média do período, a estatística descritiva dos dados (média, desvio padrão e coeficiente de variação) (PIMENTEL-GOMES, 2000) e a verificação dos tipos de tempos improdutivo que predominam no período. Com os dados, foi realizada uma correlação entre a eficiência e a capacidade de campo operacional e a eficiência em relação ao custo operacional. Utilizou-se equação de regressão linear com teste hipótese da correlação e regressão à 5% de probabilidade. A ferramenta de análise utilizada foi a função solver do Microsoft Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 mostra a eficiência operacional diária e a distribuição dos tempos improdutivo do conjunto trator-plantadora para o período analisado.

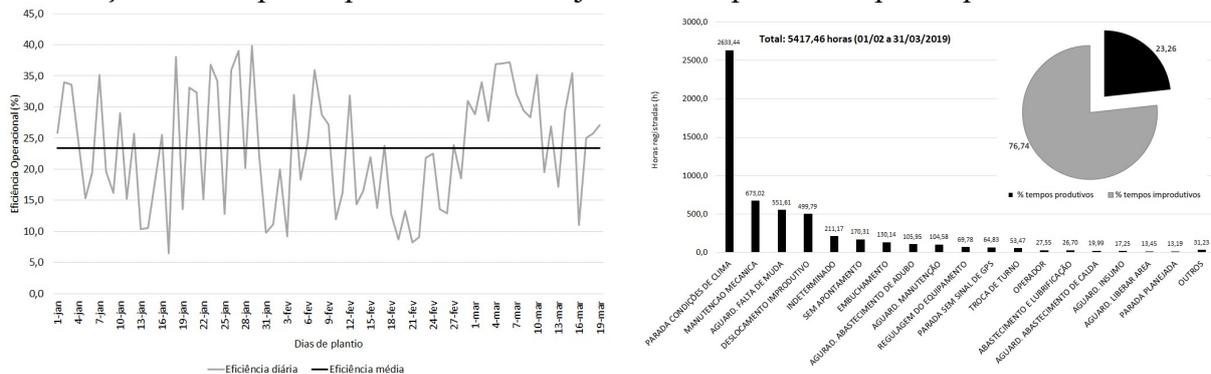
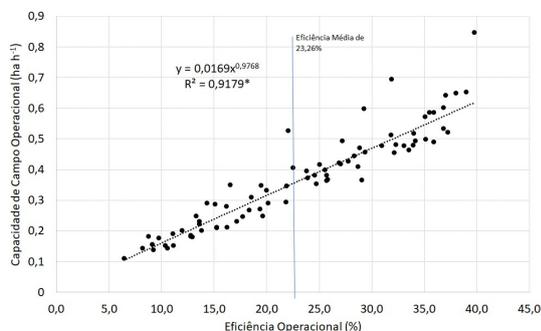


Figura 2. Eficiência operacional diária (esquerda) e distribuição dos tempos improdutivo no período analisado dos conjuntos trator-plantadora de cana-de-açúcar (direita).

Verifica-se na Figura 1 que a eficiência média entre janeiro e março de 2019 foi de 23,26% em um jornada de trabalho de 24 horas, o que resulta em uma média de 5,61 horas produtivas por dia. O coeficiente de variação das horas produtivas foi de 39,99%, com oscilação de eficiência no período entre 8,20 e 39,78%. Ambos ocorreram no mês de janeiro. Como a eficiência operacional foi de 23,36%, os tempos improdutivo representam 76,64% dos tempos no período analisado. Nota-se que no período analisado, 48,61% do tempo improdutivo foi parada por chuva, condição natural para a época do estudo. Desconsiderando o fator climático, os três principais tempos improdutivo foram as paradas por manutenção mecânica, falta de mudas para o plantio e deslocamento. Estes três tempos totalizam 31,8% dos tempos improdutivo. Quando a parada por chuva não é levada em consideração, estes três motivos de parada representam 61,9% dos tempos improdutivo (Figura 2). Não foram encontradas na bibliografia valores de referência para a eficiência operacional para o plantio de cana-de-açúcar utilizando este tipo de processo. Em ASABE (2011), existe valores de referência para a eficiência operacional de plantio/semeadura que oscilam entre 50 a 80%. A Figura 3 mostra a correlação entre a eficiência e capacidade de campo, além do custo horário.



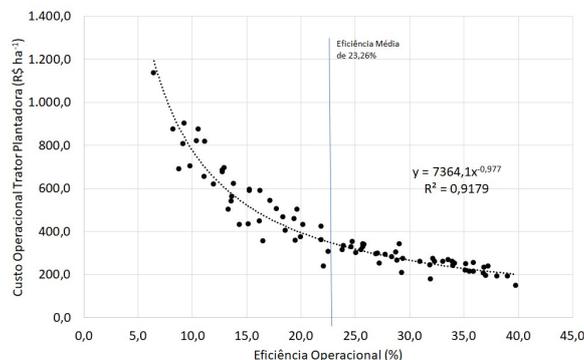
	Trator	Plantadora	Conjunto	Participação (%)	
Custo Fixo (R\$ h⁻¹)	Depreciação	13,71	14,29	--	
	Juros	5,40	5,63		
	Alojamento e Seguros	1,20	1,25		
	Total	20,31	21,16	41,48	33,27%
Custo Variável (R\$ h⁻¹)	Combustível	39,60		39,60	31,76%
	Reparos e Manutenção	17,14	13,39	30,53	24,49%
	Total	56,74	13,39	70,14	--
Custo da mão-de-obra (R\$ h⁻¹)			13,07	10,48%	
Total Geral (R\$ h⁻¹)			124,68	100%	

* Regressão Linear significativa a 5% de probabilidade

Figura 3. Relação entre a eficiência e a capacidade de campo operacional do plantio de cana-de-açúcar (esquerda) e cálculo do custo horário do conjunto trator-plantadora de cana-de-açúcar (direita).

Observa-se na Figura 3 que existe uma correlação positiva e regressão significativa entre a eficiência operacional e a capacidade de campo operacional. Na eficiência média do

período de 23,26%, a capacidade de campo operacional é de 0,37 ha h⁻¹. Caso ocorra um acréscimo na eficiência operacional em 10 pontos percentuais (de 23,26% para 33,36%), a capacidade de campo é acrescida para 0,52 ha h⁻¹, um aumento de 0,15 ha h⁻¹. O custo horário do conjunto trator-plantadora é de R\$ 124,68 por hora sendo que os custos fixos representam 33,27% do custo horário, o que mostra a importância da gestão da eficiência operacional para que seja a maior possível para diluir estes custos. Calculou-se na Figura 4 a relação entre a eficiência e o custo operacional



* Regressão Linear significativa a 5% de probabilidade

Figura 4. Relação entre a eficiência e o custo operacional do conjunto trator-plantadora de cana-de-açúcar.

Verifica-se que existe uma correlação negativa e regressão significativa entre a eficiência operacional e o custo operacional. Na eficiência média do período de 23,26%, o custo é de R\$ 340,36 ha⁻¹. Caso ocorra um acréscimo na eficiência operacional em 10 pontos percentuais (de 23,26% para 33,36%), o custo operacional é reduzido para R\$ 239,99 ha⁻¹, uma redução de R\$ 100,37 ha⁻¹ ou 29,5% (Figura 5).

CONCLUSÕES: Para as condições do estudo, verificou-se que a eficiência operacional do plantio de cana-de-açúcar no período analisado é de 23,36% e que o principal tempo improdutivo foi por condições climáticas (chuva). Existe uma correlação negativa e regressão significativa entre a eficiência e o custo operacional. Quando a eficiência é acrescida em 10 pontos percentuais, o custo é reduzido em 29,1%. Isto pode ser realizado tentando reduzir os maiores tempos improdutivos não climáticos, como manutenção, falta de mudas e deslocamento.

REFERÊNCIAS:

- ASABE. Agricultural machinery management data. ASABE D497.7 In: _____. ASABE Standards. St. Joseph, 2011. P.1-8
- CARLIN, S.D.; SILVA, M.A.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 51, n. 296, p. 457-466, 2004.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Cana-de-açúcar, safra 2018/19, A formação do canavial e seus componentes de custo na região centro-sul, Fev. 2019,
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14 ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 2000. 477p.
- PINTO, A.C.P.; MORAES, E.E. Plantadora de cana. In: SEMINÁRIO COOPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997. São Paulo. *Anais...* São Paulo: Coopersucar – São Paulo, 1997. v. 1. p. 223-231.
- QUINTELA, A.C.R; ANDRADE, L.A.B; CARVALHO, G.J; BOCARDO, M.R. Efeito do Plantio de cana inteira, com e sem desponte, e da compactação pós-cobertura, em duas variedades de cana de açúcar. *STAB . Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v. 15, n. 3, p. 22-24, jan./fev. 1997.
- RIPOLI, T.C.C. **Plantio de cana-de-açúcar: antecedentes e consequentes.** Curso de especialização em cana-de-açúcar. São José do Rio Preto: UDOP/APTA-IAC, p.52, 2007.