
NOTA TÉCNICA:**CUSTOS OPERACIONAIS DO PLANTIO MECANIZADO E SEMIMECANIZADO DE CANA-DE-AÇÚCAR**Rogério Zacharias¹, Fábio Lúcio Santos², Valquíria Aparecida Mendes de Jesus³**RESUMO**

Atualmente, a produção de cana-de-açúcar tem grande importância no agronegócio do Brasil. Por essa razão, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de comparar os custos operacionais dos sistemas de plantio mecanizado e semimecanizado de cana-de-açúcar. Foi realizado um levantamento das operações de plantio, considerando todos os aspectos referentes à sulcação da área, distribuição, fracionamento, cobertura, repasse do colmo e uma aplicação de herbicida ao final do plantio. Foram determinados os rendimentos operacionais, custos fixos e variáveis de cada sistema de plantio. Os resultados mostraram que o plantio mecanizado apresentou uma redução de R\$ 841,84 por hora, em relação ao custo operacional do plantio semimecanizado. O rendimento operacional do plantio mecanizado foi de 0,66 ha h⁻¹, enquanto o rendimento do plantio semimecanizado foi de 1,31 ha h⁻¹. Em relação aos custos e rendimento operacionais, a adição de um segundo conjunto ao sistema de plantio mecanizado implicaria aumento no rendimento operacional para 1,32 ha h⁻¹, ainda com economia de R\$ 297,56 por hora, quando comparado com sistema semimecanizado.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, mecanização, plantio, rendimento operacional.

ABSTRACT**OPERATIONAL COSTS OF MECHANIZED AND SEMI-MECHANIZED SUGARCANE PLANTING**

Since sugarcane production is gaining importance in Brazilian agribusiness, therefore this study was done to compare the operational costs of mechanized and semi-mechanized planting systems. The planting operations were surveyed, considering all aspects regarding furrowing, distribution, division, cover, re-pass, post-plant herbicide application and planting. The operational efficiency and the fixed and variable costs of each system were also determined. The data revealed that the cost of mechanized planting was R\$ 841.84 h⁻¹ lower than that of the semi-mechanized planting. The operational efficiency of the mechanized planting was 0.66 ha h⁻¹ compared to 1.31 ha h⁻¹ of the semi-mechanized planting. Considering costs and operational efficiencies, adding a second mechanized set to the mechanized system could increase operational efficiency to 1.32 ha h⁻¹, with an economy of R\$ 297.56 h⁻¹, relative to the semi-mechanized system.

Keywords: sugarcane, mechanization, operational efficiency, planting.

Recebido para publicação em 29/04/2010. Aprovado em 08/10/2010

1- Engenheiro Agrícola. Gerente de Manutenção Agrícola - COOPCANA Ltda., rogeriocoop@gmail.com

2- Engenheiro Agrícola. Professor Adjunto do DEA/UFV, fabio.ls@ufv.br

3- Engenheira Florestal. Doutoranda em Fitotecnia - UFV, valquiriamj@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é, atualmente, uma das principais culturas do Brasil, seu maior produtor mundial. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009), a estimativa de produção nacional para a safra 2009/2010 será de 612,21 milhões de toneladas, das quais 47,0 % serão destinadas à produção de açúcar e 53,0 % à produção de álcool.

De acordo com Duarte Júnior *et al.* (2008), a maioria das etapas do processo produtivo das culturas, especificamente a da cana-de-açúcar, podem ser mecanizada. Logo, a mecanização de processos, desde que corretamente administrada e conduzida, pode apresentar grande eficiência, aumento do rendimento operacional e, conseqüentemente, significativo retorno financeiro ao produtor (BARBOSA *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2006).

O plantio mecanizado de cana-de-açúcar simplifica as operações realizadas no plantio semimecanizado, por meio de melhor alinhamento e espaçamento entre os sulcos, colocação, distribuição, cobertura do colmo já fracionado e a aplicação de inseticida ou fungicida (DIAS NETO *et al.*, 2001). Desta forma, todas as operações são executadas pela plantadora, simultaneamente, o que resulta em redução dos custos operacionais na etapa de plantio.

Contudo, segundo Duarte Júnior *et al.* (2008), a operação de plantio de cana-de-açúcar requer que o conjunto trator e plantadora esteja adequadamente dimensionado para proporcionar o aumento do rendimento operacional, bem como a redução de custos e de tempo durante a operação. Desta forma, são fundamentais estudos das variáveis de tempo e movimento, em operações de mecanização agrícola, com o objetivo de otimizar os processos (SILVA *et al.*, 2004).

Estudos têm demonstrado que a mecanização de etapas do processo produtivo de diversas culturas tem resultado em aumento significativo do rendimento operacional das operações (BARBOSA *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2007). Entretanto, existem poucos trabalhos visando a um estudo comparativo entre o plantio mecanizado e o plantio semimecanizado de cana-de-açúcar, quanto ao rendimento operacional e aos custos envolvidos

nos sistemas (DUARTE JÚNIOR *et al.*, 2008).

No entanto, o crescimento do plantio mecanizado de cana-de-açúcar no centro-sul do Brasil acarretará mudanças decorrentes da adoção desse sistema, tornando-se de fundamental importância a realização de estudos visando à redução dos custos operacionais, consumo de energia e a qualidade e eficiência das operações. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar e comparar os custos operacionais, envolvendo o plantio mecanizado e semimecanizado de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em áreas de plantio de duas empresas ligadas ao setor sucroalcooleiro, localizadas no noroeste do Paraná, durante o período de plantio da safra 2008/2009. A primeira empresa, Coopcana (Cooperativa Agrícola Regional de Produtores de Cana Ltda.), localizada na rodovia PR 559, km 6, entre Juranda e São Carlos do Ivaí, e a segunda, Cococarol (Cooperativa Agroindustrial de Produtores de Cana de Rondon Ltda.), localizada na rodovia PR 492, km 47, entre Água do Salto e Rondon. Nestas áreas, foram realizadas as coletas de dados para a análise dos sistemas de plantio mecanizado e semimecanizado.

Os experimentos foram conduzidos em áreas com declividade média de 4 %, cujo solo predominante foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico. Foram empregados espaçamentos de 1,40 m entre linhas e profundidade 0,40 m, sendo que a variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) utilizada foi a SP-83-2847.

Para ambos os sistemas avaliados, foram definidas as operações de plantio, a partir das quais foram determinados os custos fixos e variáveis de cada operação. Deve-se ressaltar que o custo estimado neste trabalho considerou apenas as operações de plantio, não envolvendo os custos referentes ao transporte e ao replantio de mudas.

O conjunto empregado no plantio mecanizado foi composto por um trator John Deere 4x2 TDA, modelo 7715 (potência nominal de 182 cv) e uma plantadora Civemasa PACC 2L, com uma largura de trabalho 1,40 m. A plantadora utilizada realiza a abertura dos sulcos, distribuição e cobertura dos colmos, bem como aplicações de inseticidas.

No plantio semimecanizado, foi utilizado um conjunto mecanizado composto por um trator John Deere 4x2 TDA, modelo 7505, (potência nominal de 140 cv) e um sulcador DMB com largura de trabalho 1,40 m. Adicionalmente, a operação de plantio foi realizada por um grupo composto por 45 trabalhadores, os quais efetuaram as etapas relativas ao transporte, distribuição e fracionamento dos colmos. Na cobertura dos colmos, foi utilizado um conjunto composto por um trator Valtra 4x2 TDA, modelo 785 (potência nominal de 75 cv), acoplado a um cobridor DMB, o qual possui um depósito de inseticida.

Para os dois sistemas de plantio avaliados, foi realizado um repasse dos colmos, o qual foi executado por um grupo composto por 44 trabalhadores e dois fiscais, cujo objetivo foi realizar a cobertura dos colmos deixados pelos plantadores e plantadora durante o plantio. Também após a etapa de plantio, foi realizada uma aplicação de herbicida, a partir de um conjunto mecanizado composto por um trator Valtra 4x2 TDA, modelo 785 (potência nominal de 75 cv) e um pulverizador Jacto, com uma largura de trabalho de 12 metros.

Para a avaliação dos sistemas de plantio, foi empregada uma distância linear de 50 m. Especificamente para o plantio semimecanizado, no qual as etapas de distribuição e fracionamento dos colmos no sulco são realizadas manualmente, foram empregadas seis medições diárias, durante cinco dias, para três trabalhadores. Para medição do tempo demandado durante as tarefas, foi

empregado um cronômetro digital. Logo, a partir das medições foi determinada a capacidade média de trabalho de um plantador, a qual foi extrapolada para os 44 trabalhadores que compuseram o grupo avaliado. Esta metodologia foi utilizada para minimizar as distorções entre o rendimento de diferentes trabalhadores.

Para obtenção da velocidade da maquinaria, tanto para o plantio mecanizado, quanto para o semimecanizado, foi adotada uma distância de 50 m lineares e realizadas medições do tempo gasto em cada operação do plantio, medições executadas em três repetições para cada conjunto mecanizado.

A velocidade dos repassadores foi determinada a partir de uma distância de 50 m de sulco e, adquirido o tempo gasto durante o repasse, foram executadas seis medições diárias, durante cinco dias, para três trabalhadores. Logo, de forma similar ao plantio, foi determinada a capacidade média de trabalho dos repassadores.

Para todas as operações realizadas durante o plantio, foram calculadas as médias para o tempo de execução, o que também permitiu estabelecer a velocidade média de execução de cada operação, tanto no plantio semimecanizado, quanto no plantio mecanizado. Deve-se ressaltar que o tempo demandado em cada operação pode variar de acordo com as características da lavoura, características de solo e a declividade do terreno.

Para a determinação dos custos operacionais, foram considerados os preços, em reais, vigentes durante o período de execução do trabalho. Foram

Quadro 1. Valores iniciais, em reais, das máquinas que compuseram os conjuntos mecanizados empregados nos sistema de plantio semimecanizado e mecanizado

Sistema de Plantio Semimecanizado	
Máquinas (descrição)	Valor inicial (reais)
Trator Valtra, modelo 785 4x2 TDA, ano 2004	56.204,00
Trator John Deere, modelo 7505 4x2 TDA, ano 2004	117.289,00
Pulverizador Jacto, ano 2007	18.000,00
Sulcador DMB, ano 2005	11.000,00
Cobridor DMB, ano 2004	6.000,00
Sistema de Plantio Mecanizado	
Máquinas (descrição)	Valor inicial (reais)
Trator John Deere, modelo 7715 4x2 TDA, ano 2007	220.000,00
Plantadora Civemasa, modelo PACC 2L, ano 2007	140.000,00
Pulverizador Jacto, ano 2007	18.000,00

consideradas taxas de juros de 7,5 % ao ano, custo médio de combustível praticado na região igual a R\$ 2,20 por litro, depreciação das máquinas ao longo de um período de 10 anos, custo com mão de obra, para o plantio, de R\$ 0,07 por metro linear, custo com fiscais de R\$ 9,50 por hora e custos com encargos sociais iguais a 65 %. No Quadro 1, são apresentados os valores iniciais relativos aos equipamentos empregados nos dois sistemas de plantios avaliados, a partir dos quais, foram determinados os custos operacionais para os sistemas de plantio.

Para a determinação do custo fixo, foram consideradas variáveis de amortização, juros de financiamento, abrigo e seguro. Para a obtenção do custo variável, foram utilizadas variáveis de reparos, manutenções, combustíveis, lubrificantes e salário do operador (BALASTREIRE, 1987). A partir dos custos fixos e variáveis, foram estabelecidos os custos operacionais para o plantio de cana-de-açúcar para os sistemas semimecanizado e mecanizado, empregando-se o método linear, conforme as diversas operações que compõem os sistemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2, são apresentados os custos operacionais, fixos e variáveis, para as diversas operações que compõem o plantio mecanizado. O custo operacional com repasse, composto pela mão de obra empregada na operação e pelo transporte, foi de R\$ 418,67 por hora, sendo equivalente a 77,95 % do custo total do sistema plantio de R\$ 544,01 por hora. O custo com a operação de plantio, realizado pelo conjunto mecanizado trator-plantadora, foi de R\$ 90,03 por hora, o que equivale a 16,55 % do custo total do sistema.

Na Figura 1, são apresentados os custos

Quadro 2. Relação dos custos operacionais por hora, fixos e variáveis, das operações que compõem o sistema de plantio mecanizado da cana-de-açúcar

Operações	Custos Operacionais (R\$ h ⁻¹)	
	Fixos	Variáveis
Plantio (conjunto trator-plantadora)	15,14	74,89
Pulverização (conjunto trator-pulverizador)	3,11	32,20
Repasse	--	418,67
Total		544,01

operacionais totais para o plantio mecanizado. Observou-se que o custo operacional do repasse, operação que mais influenciou a composição de custos do sistema mecanizado, foi composto pelo custo com repassadores, de R\$ 285,02 por hora, custo com fiscais, de R\$ 19,00 por hora e custo com transporte, de R\$ 114,65, totalizando um total de R\$ 418,67 por hora.

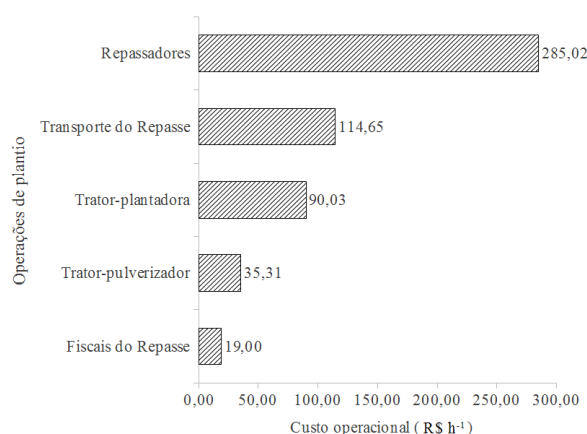


Figura 1. Custos operacionais totais para as operações que compõem o sistema de plantio mecanizado.

No Quadro 3, são apresentados os custos operacionais, fixos e variáveis, para as diversas operações que compõem o plantio semimecanizado. O custo operacional referente ao plantio foi de R\$ 839,90 por hora, o qual corresponde a 60,62 % do custo total de R\$ 1.385,58 por hora. Observou-se que somente o custo da operação de plantio no sistema semimecanizado foi equivalente a 54,39 % do custo de todas as operações que compõem o sistema de plantio semimecanizado. O custo operacional com repasse, da mesma forma que no sistema mecanizado, foi de R\$ 418,67 por hora, sendo equivalente a 30,22 % do custo total do sistema plantio.

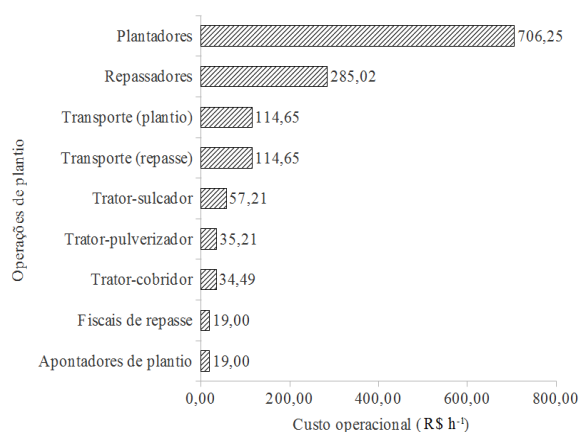


Figura 2. Custos operacionais totais para as operações que compõem o sistema de plantio semimecanizado.

Na Figura 2, são apresentados os custos totais de todas as operações que compõem o sistema de plantio semimecanizado. Pode-se observar que o

custo referente à mão de obra de plantadores, de R\$ 706,25 por hora, corresponde a 84,09 % do custo da operação de plantio, sendo os demais custos de plantio, constituídos por custos com apontadores, de R\$ 19,00 por hora, e transporte, igual a R\$ 114,65 por hora.

De acordo com os resultados apresentados nos Quadros 1 e 2, pode-se observar que os custos operacionais para o plantio mecanizado e para o plantio semimecanizado foram de R\$ 544,01 por hora e R\$ 1.385,58 por hora, respectivamente. A diferença de custos entre os sistemas de plantios, de R\$ 841,84 por hora, está diretamente associada ao fato de que o sistema de plantio mecanizado efetua as operações de plantio simultaneamente, proporcionando um menor custo operacional por hora trabalhada. Por outro lado, no plantio semimecanizado as operações são efetuadas em série pelos plantadores, os quais executam as

Quadro 3. Relação dos custos operacionais por hora, fixos e variáveis, das operações que compõem o sistema de plantio semimecanizado da cana-de-açúcar

Plantio Semimecanizado		
Operações	Custos Operacionais (R\$ h ⁻¹)	
	Fixos	Variáveis
Sulcação (conjunto trator-sulcador)	5,39	51,82
Plantio (mão de obra/plantadores)	--	839,90
Cobertura (conjunto trator-cobridor)	2,61	31,88
Repass	--	418,67
Pulverização (conjunto trator-pulverizador)	3,11	35,31
Total		1.385,58

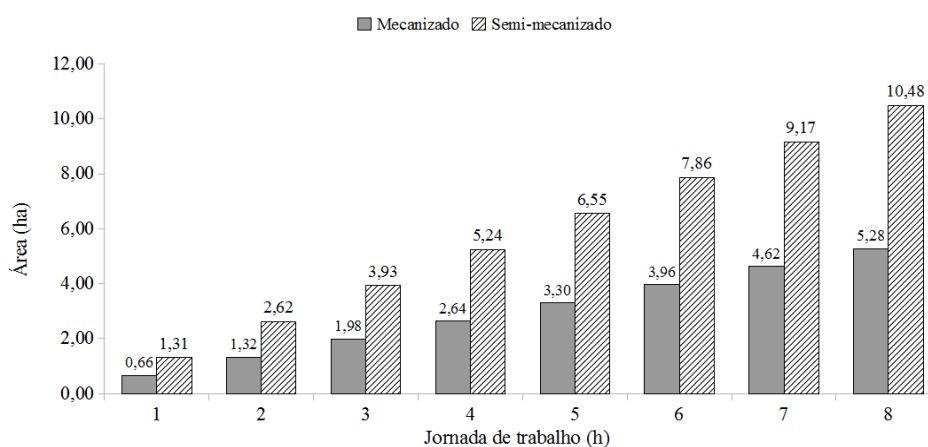


Figura 3. Diferença de rendimento operacional entre os sistemas de plantio mecanizado e semimecanizado.

operações de distribuição e fracionamento do colmo, aumentando custo operacional por hora desse sistema.

No entanto, observou-se que o rendimento operacional do sistema de plantio semimecanizado foi de 1,31 ha h⁻¹, enquanto o rendimento operacional do sistema plantio mecanizado foi de 0,66 ha h⁻¹. A Figura 3 ilustra a diferença de rendimento operacional entre os sistemas avaliados.

Nota-se, com base na Figura 3, a significativa diferença de rendimento operacional entre os sistemas avaliados, em que o rendimento operacional do sistema semimecanizado foi 98,45 % maior que o rendimento do sistema mecanizado.

Contudo, a partir de uma análise de custos e rendimentos operacionais, verificou-se que a utilização de um segundo conjunto para o plantio mecanizado implicaria um aumento do rendimento operacional do sistema para 1,32 ha h⁻¹ com custo operacional de R\$ 1.088,02 por hora, o que ainda resultaria em redução de R\$ 297,56 por hora, em relação ao sistema de plantio semimecanizado, o que viabiliza a utilização desse sistema de plantio. Resultados similares foram encontrados em outras operações de mecanização, principalmente na relação entre rendimento operacional de sistemas mecanizados e sistemas manuais (BARBOSA *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2006).

CONCLUSÕES

- Os fatores que mais influenciaram a composição dos custos do sistema de plantio semimecanizado foram aqueles relacionados com os plantadores e repassadores;
- Para o plantio mecanizado o custo com repassadores apresentou a maior influência na composição de custos do sistema ;
- O custo operacional para o sistema de plantio mecanizado foi de R\$ 544,01 por hora e para o semimecanizado foi de R\$ 1.385,58 por hora, o que implica diferença de R\$ 841,84 por hora; e
- A adição de um segundo conjunto no sistema de plantio mecanizado aumentaria o rendimento operacional para 1,32 ha h⁻¹ e ainda viabilizaria a utilização do sistema, com economia de R\$ 297,56 por hora, em relação ao sistema de plantio semimecanizado.

AGRADECIMENTOS

À Cooperativa Agrícola Regional de Produtores de Cana Ltda. – Coopcana e à Cooperativa Agroindustrial de Produtores de Cana de Rondon Ltda. – Coocarol, pela colaboração na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307p.

BARBOSA, J.A.; SALVADOR, N.; SILVA, F.M. Desempenho operacional de derriçadores mecânicos portáteis, em diferentes condições de lavouras cafeeiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.129-132, 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Brasília, 2009. <Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1_levantamento2010_abr2010.pdf>. Acesso em: 10 abril. 2010.

DIAS NETO, A.F.; MAGALHÃES, P.S.G.; BRAUNBECK, O.A. Aprimoramento de mecanismo dosador de rebolos para o plantio mecanizado de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.546-553, 2001.

DUARTE JÚNIOR, J.B.; GARCIA, R.F.; COELHO, F.C.; AMIM, R.T. Desempenho de trator-implemento na cana-de-açúcar em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.653-658, 2008.

OLIVEIRA, E.; SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; SOUZA, Z.M.; CHALFOUN, S.M.; FIGUEIREDO, C.A.P. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.827-831, 2007.

SILVA, K.R.; MINETTI, L.J.; FIEDLER, N.C.; VENTUROLI, F.; MACHADO, E.G.B.; SOUZA, A.P. Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p 361-366, 2004.

SOUZA, C.M.A.; QUEIROZ, D.M.; RAFULL, L.Z.L. Derriçadora portátil na colheita total e seletiva de frutos do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1637-1642, 2006.