

SEÇÃO 12 ECONOMIA RURAL

ESTIMATIVA DO CUSTO HORÁRIO DAS OPERAÇÕES DE CAMPO DE DOIS SISTEMAS DE PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Eduardo Leonel Bottega^{1*}, Rafael Luis Muniz², Guilherme Legnani Galan², Roberto Carlos Guarido² e Hugo von Linsingen Piazzetta³

¹Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Campus Curitibanos, Rod. Ulysses Gaboardi, km 3, CEP: 89520-000, Curitibanos, SC. E-mail: bottega.elb@gmail.com

²Faculdade Integrado de Campo Mourão, Rod. BR 158, km 207, CEP: 87300-970, Campo Mourão, PR. E-mail: rafaelmuniz@usacucar.com.br; guilherme.legnani@grupointegrado.br; coord.agronomia@grupointegrado.br

³Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Erechim, Av. Sete de Setembro, 1305, bairro Centro, CEP: 99700-000, Erechim, RS. E-mail: hugo.piazzetta@uffs.edu.br

*Autor para correspondência

RESUMO: A produção de cana-de-açúcar tem grande importância no agronegócio do Brasil. Por esse motivo, o plantio mecanizado da cultura tem sido notado como uma alternativa viável, pois busca suprir a deficiência da mão-de-obra que se tem no setor. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar o custo horário das operações de campo de dois sistemas de plantio de cana-de-açúcar. Foi coletado o tempo gasto em cada operação de plantio, nos dois sistemas e calculada a Capacidade de Trabalho efetiva (CTe) para ambos. Utilizando os dados de custo de plantio por área (R\$ ha⁻¹) fornecidos pela Usina e os valores de CTe estimados em campo, calculou-se o custo horário (R\$ h⁻¹) das operações realizadas nos sistemas de plantio estudados. O plantio mecanizado apresentou maior Capacidade de Trabalho efetiva, que foi de 3,75 ha h⁻¹. Os maiores custos com plantio foram observados para o sistema semimecanizado. Para o sistema de plantio semimecanizado os fatores que mais influenciaram a composição dos custos foram aqueles relacionados as etapas realizadas de forma manual. O custo operacional horário para o sistema de plantio semimecanizado foi de R\$ 491,68 e para o plantio mecanizado de R\$ 179,05, sendo o custo deste último sistema, 36,4% menor.

PALAVRAS-CHAVE: Saccharum ssp, mecanização, custos.

ESTIMATE OF TIME COST FIELD OPERATIONS IN TWO SYSTEMS SUGARCANE PLANTING

ABSTRACT: The production of sugarcane has great importance in Brazil agribusiness. For this reason, mechanical planting of the crop has been noticed as a viable alternative, because it seeks to supply the deficiency of hand labor that has been in the industry. This work was developed in order to estimate the hourly cost of field operations for two planting of sugarcane. We collected the time spent in each planting operation in both systems and calculated the effective labor capacity (CTe) for both. Using the cost data for the planting area (R\$ ha⁻¹) provided by the plant and estimated values CTe field, we calculated the hourly cost (R\$ h⁻¹) of transactions in cropping systems studied. Mechanized planting showed higher effective labor capacity, which was 3.75 ha h⁻¹. The higher planting costs were observed for the semi-mechanized system. For the semi-mechanized planting system factors that influenced the composition of the costs were related steps performed manually. The operating cost

schedule for semi-mechanized planting system was R\$ 491.68 and mechanized planting R\$ 179.05, being the cost of the latter system, 36.4% lower.

KEYWORDS: *Saccharum ssp* , *mechanization*, *costs*.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), espécie da família Poaceae, é originária da Ásia, região compreendida entre a Índia e a China. Sua propagação é de forma assexuada (agâmica). Por ser uma cultura perene e de grande porte, a mesma é importante fonte de matéria-prima na produção de açúcar e etanol (Bachi, 2006), destacando-se como principal matéria prima do setor sucroenergético nacional.

Por apresentar características peculiares, a cultura da cana-de-açúcar tem destaque significativo no cenário socioeconômico brasileiro, possuindo grande expressividade no Produto Interno Bruto (PIB), sendo precursora de uma fonte de energia renovável, além de possibilitar enorme geração de postos de trabalho (Bernardi et al., 2008). O setor sucroenergético brasileiro engloba sete estados, responsáveis por tornar o Brasil maior produtor e exportador mundial de cana-de-açúcar e álcool.

Segundo levantamento realizado pela CONAB (2012), a área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil é de aproximadamente 8,5 milhões de hectares na safra 2012/13, distribuída entre os sete estados produtores. O estado de São Paulo é o maior produtor com 51,66% (4,4 milhões de hectares), seguido por Minas Gerais com 8,97% (768,64 mil hectares), Goiás com 8,54% (732,02 mil hectares), Paraná com 7,17% (614,01 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 6,31% (540,97 mil hectares), Alagoas com 5,35% (458,09 mil hectares) e Pernambuco com 3,48% (298,39 mil hectares). O sucesso do setor sucroenergético brasileiro se deve a tecnologia empregada no cultivo de cana-de-açúcar, desde a implantação do canavial, passando pelos tratamentos culturais e culminando na colheita.

Para Silva et al. (2004), a implantação de uma lavoura de cana-de-açúcar envolve uma série de cuidados por se tratar de uma cultura semi-perene. Para que o sucesso no plantio da cana seja alcançado, algumas práticas agronômicas são relevantes, podendo ser citados o preparo de solo adequado, um plantio de qualidade, visando obter uma população de plantas ideais, tratamentos culturais que buscam reduzir a incidência de pragas durante as fases iniciais da cultura e por fim, uma colheita com o mínimo de perdas.

Garcia (2008) ressalta a importância do bom uso do solo, escolha da variedade adequada para determinada região, qualidade e idade das mudas e época de plantio, sendo que através destas interações pode-se proporcionar uma longevidade do canavial e uma boa

colheita. Além destes fatores, a escolha de um sistema de plantio e sua correta execução também deve ser considerada. Na implantação do canavial, dois são os sistemas de plantio utilizados, o sistema mecanizado e o sistema semimecanizado.

Conforme Ripoli et al. (2007a) o sistema de plantio na cana-de-açúcar, semimecanizado ou convencional, é chamado de manual erroneamente, isso porque abrangem varias operações tanto mecanizadas como manuais. Neste sistema são realizadas mecanicamente as fases de sulcação, cobertura do solo e aplicação de defensivos e fertilizantes, a distribuição das mudas, fracionamento e alinhamento das mudas nos sulcos são realizadas de forma manual. No plantio mecanizado, todas as etapas envolvidas na implantação do canavial são realizadas com emprego de máquinas, sendo a mão-de-obra utilizada somente na operação da plantadora e no recobrimento dos sulcos (Ripoli et. al., 2007b).

Incentivado pelo antigo Centro de Tecnologia da Copersucar, hoje Centro de Tecnologia Canavieira, os primeiros experimentos com plantio mecanizado no Brasil iniciaram-se entre 1989 e 1990, em uma área experimental de 45 hectares. O plantio mecanizado foi à alternativa encontrada para a falta de mão-de-obra e redução dos custos operacionais de plantio (Benedine, 2008).

Um dos pontos negativos do plantio mecanizado é a necessidade de que para compensar a menor germinação das mudas, utiliza-se um maior número de rebolos por metro linear plantado. Este fato pode ser justificado pela maior densidade de plantio utilizado (Janini, 2007). Também é comum que no plantio mecanizado seja utilizado um percentual superior de mudas devido ao dano mecânico nas gemas causado no momento de fracionamento dos colmos em rebolos pela plantadora.

No cenário atual, é imprescindível que o produtor de cana-de-açúcar, além de utilizar a tecnologia para aumento da produtividade, conheça os custos envolvidos na implantação do canavial, nos diferentes sistemas de plantio, buscando com isso, aperfeiçoar esta etapa do processo. Com base no exposto, este estudo teve por objetivo estimar o custo horário das operações de campo em dois sistemas de plantio de cana-de-açúcar, mecanizado e semimecanizado, em uma Usina localizada no noroeste do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados deste estudo foi realizado em uma usina localizada no noroeste do estado do Paraná. A altitude local é de 410 metros (Google Earth, 2011). O clima da região é classificado como CFa, subtropical úmido mesotérmico, de temperatura média no

mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência a concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação definida, segundo a classificação de Köppen (IAPAR, 2011).

Os experimentos foram conduzidos entre abril e julho de 2012, onde se levantaram os custos efetivos dos sistemas de plantio de cana-de-açúcar mecanizado e semimecanizado. A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) utilizada na área foi a RB 867515, sendo plantada em espaçamento combinado 0,90 x 1,50m no solo do tipo arenoso, classificado como LATOSSOLO AMARELO Distroférico (EMBRAPA, 2006), apresentando declividade média de 4%. A variedade utilizada apresenta hábito de crescimento ereto, porte alto, alto teor de sacarose e elevada produtividade (Hoffman, 2008).

Para implantação da cultura utilizando o sistema de plantio semimecanizado, utilizou-se um conjunto mecanizado composto por um trator Valtra 4x2 TDA, modelo BH205i, (potência nominal de 205 cv) e um sulcador DMB com largura de trabalho de 1,50 m. Adicionalmente, a operação de plantio foi realizada por um grupo composto por 10 trabalhadores, os quais efetuaram as etapas relativas a distribuição e fracionamento dos colmos nos sulcos de plantio. Na cobertura dos colmos, foi utilizado um conjunto composto por um trator Valtra 4x2 TDA, modelo BM100 (potência nominal de 100 cv), acoplado a um cobridor DMB.

Para avaliação da capacidade efetiva de trabalho de cada sistema de plantio, foram coletadas as seguintes informações: Velocidade de plantio (km h^{-1}) e largura efetiva de trabalho (m). A velocidade de plantio no sistema mecanizado foi obtida marcando-se o tempo gasto para plantar 50 m lineares, tanto para o plantio mecanizado, quanto para o semimecanizado, realizando-se 3 repetições.

A velocidade de plantio no sistema semimecanizado foi obtida considerando no levantamento, o número de trabalhadores envolvidos em cada etapa do plantio: corte, plantio, recobrimento, fiscalização de produção, operadores e equipamentos mecanizados. Foram anotados os tempos de trabalho na frente de trabalho do plantio manual, as quantidades envolvidas de mão-de-obra, máquinas e veículos de apoio (Zacharias et al., 2011).

No sistema de plantio semimecanizado de cana-de-açúcar, os plantadores realizaram as etapas de distribuição e fracionamento dos colmos no sulco de forma manual. Para estimativa do tempo gasto com estas operações manuais, foram realizadas três medições diárias utilizando um cronômetro, durante cinco dias, acompanhando três diferentes trabalhadores, com isso obteve-se a média para o fator tempo. A partir das medições de tempo

foi determinada a capacidade média de trabalho de um plantador, a qual foi utilizada na determinação do tempo gasto por 2 trabalhadores.

A largura efetiva de trabalho foi obtida medindo-se, em campo, a largura de sulcagem (m) de cada sulcador (Mialhe, 1996). A eficiência de trabalho considerada nas estimativas foi de 70% (Balastreire, 2007). A Capacidade de Trabalho efetiva (CTe) foi estimada utilizando a Equação 1.

$$CTe = \left(\frac{V \cdot L}{10} \right) \cdot f \quad (1)$$

Em que:

CTe = Capacidade de trabalho efetiva (ha h⁻¹);

V = Velocidade media de deslocamento (km h⁻¹);

L = Largura efetiva de trabalho (m);

f = Eficiência de campo (decimal). No presente estudo f = 0,7 (Balastreire, 2007).

Utilizou-se o método proposto por Vieira (2003) nas observações e coleta de dados. Este método indica que se devem observar sempre áreas com características semelhantes para declividade; variedade; tipo de solos; etc. No presente estudo, a área avaliada foi plantada utilizando os dois sistemas, distribuídos nas seguintes proporções: 53% semimecanizado e 47% mecanizado.

Os custos de plantio por área (R\$ ha⁻¹), tanto do sistema mecanizado quanto semimecanizado, foram fornecidos pela Usina onde se realizou o estudo. Em posse destes custos e das estimativas da capacidade de trabalho efetiva (ha h⁻¹) de cada sistema de plantio, estimou-se o custo horário de cada operação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores estimados para Capacidade de trabalho teórica (CTe), em ha h⁻¹, para os dois sistemas de plantio de cana-de-açúcar. Observou-se que a maior Capacidade de Trabalho efetiva estimada foi para a operação de plantio mecanizada.

Tabela 1 – Capacidade de trabalho efetivo das operações realizadas no plantio semimecanizado e mecanizado

Operações	CTe (ha h⁻¹)
Plantio Semimecanizado	
Sulcação	0,25
Descarga de mudas	1,0
Distribuição de mudas (no sulco)	0,3
Cobrimento	0,41
Recobrimento	0,89
TOTAL	2,85
Plantio Mecanizado	
Recobrimento	3,0
Plantio mecanizado	0,75
TOTAL	3,75

Pode-se observar que o sistema de plantio mecanizado foi o que apresentou maior capacidade de trabalho efetivo (3,75 ha h⁻¹), este fato pode ser explicado porque no plantio mecanizado é realizado um número menor de operações em relação ao plantio semimecanizado. A maior CTe para recobrimento foi observada para o sistema de plantio mecanizado, isso porque neste sistema, as operações são realizadas de uma vez só, além disso o sistema de piloto automático dos tratores auxilia para uma melhor eficiência de todas as operações do plantio mecanizado inclusive o cobrimento dos sulcos. Por ser mais eficiente no cobrimento, este sistema de plantio diminui o tempo gasto com recobrimento manual, o que não acontece no sistema semimecanizado.

Na Tabela 2 são apresentados os valores estimados de custo do plantio semimecanizado e mecanizado, por hectare (R\$ ha⁻¹) e horário (R\$ h⁻¹), considerando apenas operações realizadas em campo. Pode-se observar que o sistema de plantio semimecanizado apresentou os maiores custos, sendo observado como custo por hectare plantado o valor de R\$ 1.401,28, que, considerando a Capacidade de Trabalho efetiva da frente de plantio, representou um custo horário de R\$ 491,68.

Segundo o trabalho realizado por Garcia (2008) ao confrontar o plantio mecanizado com o semimecanizado, envolvendo os custos operacionais de plantio, sem envolver custos anteriores (corte, carregamento e transporte de mudas até a área de plantio), foi constatado que o plantio mecanizado é mais vantajoso em comparação ao semimecanizado, sendo 56% menor o custo total deste sistema de plantio. No presente trabalho, a diferença percentual observada entre o sistema de plantio semimecanizado e mecanizado foi de 47,9% quando computado o custo de plantio por área (R\$ ha⁻¹) e de 36,4% quando comparados os custos

horários ($\text{R\$ h}^{-1}$), demonstrando o maior custo do sistema de plantio semimecanizado, corroborando com o estudo realizado por Janini (2007).

Tabela 2 – Estimativa do custo de plantio semimecanizado e mecanizado, por área ($\text{R\$ ha}^{-1}$) e horário ($\text{R\$ h}^{-1}$), considerando apenas operações de campo

Operações avaliadas	Custo ($\text{R\$ ha}^{-1}$)*	CTe (ha h^{-1})**	Custo ($\text{R\$ h}^{-1}$)
Plantio semimecanizado			
Sulcação	111,44		39,10
Descarga de mudas	60,86		21,35
Distribuição de mudas	353,60	2,85	124,07
Corte e transporte	625,23		219,38
Cobrimento / Recobrimento	250,15		87,78
TOTAL	1.401,28		491,68
Plantio mecanizado			
Sulcação	130,69		34,85
Distribuição de mudas	33,49	3,75	8,94
Corte e transporte	463,00		123,46
Recobrimento	44,25		11,80
TOTAL	671,43		179,05

*Dados fornecidos pela usina. **Capacidade de trabalho efetiva estimada em campo.

O componente do sistema de plantio semimecanizado que mais contribuiu no custo desta operação está associado com operações que utilizam mão-de-obra. Das etapas de plantio semimecanizado, destaca-se a distribuição de mudas, responsável por 25,2% do custo total, tanto por área ($\text{R\$ ha}^{-1}$), quanto horário ($\text{R\$ h}^{-1}$). O baixo custo desta operação no sistema de plantio mecanizado, representativo de apenas 5% do custo total, tanto por área ($\text{R\$ ha}^{-1}$), quanto horário ($\text{R\$ h}^{-1}$), é explicado pelo fato de que a máquina realiza esta etapa, suprimindo assim a necessidade de mão-de-obra para sua realização. Zacharias et al., (2011) em seu trabalho demonstram que o custo operacional para o sistema de plantio semimecanizado foi de $\text{R\$ 1.385,58}$ por hora e para o mecanizado foi de $\text{R\$ 544,01}$ por hora, sendo 39,26% menor no último sistema.

Fica evidente, com base nos dados levantados junto a Usina e estimados em campo, que o plantio semimecanizado apresenta maior custo e menor rendimento (CTe) que o plantio mecanizado. Sugere-se, para estudos futuros, analisar se esta diferença é capaz de custear a compra e manutenção de máquinas para realização do plantio e se, utilizando desta forma de plantio, tem-se ganhos de produtividade.

CONCLUSÕES

O plantio mecanizado apresentou maior Capacidade de Trabalho efetiva (CTe), que foi de 3,75 ha h⁻¹.

Os maiores custos com plantio foram observados para o sistema semimecanizado.

Para o sistema de plantio semimecanizado os fatores que mais influenciaram a composição dos custos foram aqueles relacionados às etapas realizadas de forma manual.

O custo operacional horário para o sistema de plantio semimecanizado foi de R\$ 491,68 e para o plantio mecanizado de R\$ 179,05, sendo o custo deste último sistema, 36,4% menor.

REFERÊNCIAS

BACCHI, M.R.P. A variabilidade dos preços do açúcar e do álcool em São Paulo. **Visão Agrícola**, Piracicaba SP, v. 01, n. 01, p. 100-105, 2004.

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. Piracicaba: L.A. Balastreire, 3^a. ed, 2007, 320p.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. Espaçamento ideal de plantio para a colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Revista Coplana**, Guariba, SP, n. 52, p. 26-28, 2008.

BERNARDI, J.H. et al. Qualidade tecnológica de cinco variedades de cana-de-açúcar em Olímpia, SP. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ECOFISIOLOGIA, MATURAÇÃO E MATURADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR, Botucatu, SP, p. 76, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar, primeiro levantamento**, abril. Brasília DF, 2012. 08 p.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de Solos**, Rio de Janeiro. Embrapa. Solos, 2006, 306p.

GARCIA, M.A.L. **Avaliação de um sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar**. 77 f. (Dissertação de Mestrado). Piracicaba: Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

GOOGLE EARTH. Mapas. Disponível em: <<http://www.googleearth.com.br>>. Acesso em: 25 Out. 2011.

HOFFMANN, H.P. **Variedades RB de Cana-de-açúcar**. 1^o ed-Araras: CCA/ UFSCar, p.30, 2008.

IAPAR (Instituto Agronômico Paranaense). **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 25 Out. 2011.

JANINI, D.A. **Análise operacional e econômica do sistema de plantio mecanizado de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 148 f. (Dissertação de Mestrado). Piracicaba: Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos agrários Luis de Queiroz – FEALQ, 1996. 722 p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C; CASAGRANDI, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. 2 ed. Piracicaba: Edição dos autores, 2007, 722 p.

SILVA, M.A.; CARLIN, S.D.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**. p. 457-466. 2004.

VIERIA, G. **Avaliação do custo, produtividade e geração de emprego no corte de cana-de-açúcar, manual e mecanizada, com e sem queima prévia**. 64 f. (Dissertação de Mestrado). Botucatu: Faculdade de Ciências/Universidade Estadual Paulista, 2003.

ZACHARIAS, R.; SANTOS, F.L.; JESUS, V.A.M. Custos operacionais do plantio mecanizado e semimecanizado de cana-de-açúcar. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, v.19 n.2, março-abril, 2011.

Recebido para publicação em: 24/10/2013

Aceito para publicação em: 10/11/2013