

## CUSTO DE PRODUÇÃO DA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CAMPO

NEISVALDO BARBOSA DOS SANTOS<sup>1</sup>, HAROLDO CARLOS FERNANDES<sup>2</sup>, CASIMIRO DIAS GADANHA JÚNIOR<sup>3</sup>, REMO MACIEIRA FIGUEIREDO SILVA<sup>4</sup>, LARA SANTANA FERNANDES<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo- Professor da Universidade Federal do Piauí-PI. neisvaldo@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola- Professor da Universidade Federal de Viçosa-MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo- Professor da ESALQ-USP, Piracicaba-SP

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG.

<sup>5</sup> Engenharia de Alimentos, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** A cultura da cana-de-açúcar no Brasil destinada ao setor sucroalcooleiro tem grande importância econômica para o país, sendo este o maior produtor de açúcar e álcool do mundo. As máquinas que constituem o sistema de colheita mecanizado dessa matéria-prima são consideradas pelas usinas como as mais dispendiosas, o que faz o presente trabalho ter como objetivo avaliar o impacto causado pela eficiência de campo no custo de produção. Para realizar tal objetivo a campo, optou-se por utilizar o modelo computacional denominado "Colhe Cana", desenvolvido e validado em planilha eletrônica, do Excel® e em linguagem de programação pelo Visual Basic®. Ao início, foram determinadas as eficiências de campo para obter o custo de produção do sistema de colheita mecanizado. As máquinas utilizadas foram à colhedora de cana de uma e duas linhas possuem potência de 251 kW (342 cv), o trator agrícola tem potência de 162 kW (220 cv) e o transbordo, com duas unidades, cada uma com capacidade total de carga de 13 t. O aumento da eficiência de campo tem participação positiva no custo de produção, no entanto, nas elevadas eficiências é necessário altos investimentos gerenciais para os meios de execução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mecanização agrícola, sistema de colheita, gerenciamento

## COST OF PRODUCTION OF HARVEST MECHANIZED OF CANE SUGAR AS A FUNCTION OF EFFICIENCY OF FIELD

**ABSTRACT:** The culture of the sugarcane in Brazil destined at alcohol sector has great economic importance to the Country, being this the largest producing of sugar and alcohol of the world. The machines that constitute the system of mechanized harvesting this raw material are considered by the sugar mill as the most expensive, what makes the present work to have as objective evaluating the impact caused by the field efficiency in the production cost. However, due the difficulty to achieve such aim the field, was chosen to use the computer model denominated "Colhe Cana" that was developed and validated in spreadsheet, Excel® and in programming language for Visual Basic®. At first, was determined the efficiencies of field to get the production cost of mechanized harvesting system. The sugarcane harvester of one and two lines has capacity of 251 kW (342 cv), the tractor has capacity of 162 kW (220 cv), and the wagon was considered two units, each unit with a total load

capacity of 13 t. The increase of the field efficiency has positive participation in the production cost, however in the high efficiencies is necessary elevated investments for the execution means.

**KEYWORDS:** Agricultural mechanization, harvesting system, management

**INTRODUÇÃO:** A cana-de-açúcar no Brasil destinada à agroindústria do açúcar e do álcool tem uma área e produção total estimada para a safra 2012-2013 de 8,52 milhões de ha e 595,13 milhões de t, respectivamente (CONAB, 2012).

A colheita dessa matéria-prima vem passando por mudanças, que se dá pelo sistema semi-mecanizado para o mecanizado, e isso se justifica pelo protocolo agro ambiental assinado por lideranças do setor canavieiro, com o objetivo de finalizar a queima dos canaviais em áreas mecanizáveis até 2014 e em áreas não mecanizáveis até 2017 (SEVERO e CARDOSO, 2009; CENBIO, 2008).

Com a mudança gradativa que ocorre para o sistema de colheita mecanizado, se faz pensar em melhores meios de execução para com esse sistema, de forma que a operação possa ser realizada com a maior eficiência de campo - Efc. Segundo Cenicaña (1997), ao realizar um ensaio com as colhedoras de cana Austoft 7700 e Cameco CHT 2500 nas velocidades de operação de 2,0 e 1,0 km h<sup>-1</sup>, foram obtidas Efc de 43 e 46% respectivamente.

Em trabalho realizado por Carvalho Filho (2000), o desempenho econômico e operacional em colhedoras de cana sem a queima desta, foi constatado que a velocidade de operação e a Efc foram significantes no estudo, sendo que a velocidade de 5,4 km h<sup>-1</sup> foi a que melhor correspondeu aos resultados de desempenho econômico.

Rípoli et al. (2001), ao realizarem a colheita de cana crua em velocidade de 5,39 km h<sup>-1</sup>, constaram que a operação de colheita obteve o melhor desempenho econômico com valores oscilando de 0,66 a 3,82 US\$ t<sup>-1</sup> de cana colhida com uma Efc de 60%. Yadav et al. (2002) realizaram um estudo com a variedade Co86032 em duas localidades, com produtividade média de 136,22 e 125,02 t ha<sup>-1</sup>, em velocidades de operação de 4,45 e 4,07 km h<sup>-1</sup> e obtiveram uma Efc de 44,44 e 39,35%, respectivamente.

Silva et al. (2008) apud Carvalho Filho (2000), expressam que a velocidade de operação e a Efc são variáveis de grande influência no desempenho operacional e econômico da colheita mecanizada de cana. Já Mercante et al. (2010), desenvolveram um modelo computacional para avaliar o desempenho operacional e econômico de diferentes tipos de maquinaria e definiram a Efc por meio de uma norma técnica. Couto et al. (2012), desenvolveram um modelo em programação linear para selecionar formas de pulverização agrícola em cana, sendo a Efc também estimada por meio de uma norma determinada. Para Baio et al. (2004), que desenvolveram um modelo em programação linear para pulverizadores, a Efc é um fator de extrema importância para a capacidade de campo operacional e custo do equipamento, pois é ela que compreende os tempos perdidos nas manobras de cabeceira, reabastecimento e outros. Devido à relevância da Efc objetiva-se com o presente trabalho avaliar o impacto causado pela eficiência de campo no custo de produção do sistema de colheita mecanizado de cana-de-açúcar.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A metodologia adotada foi à modelagem computacional devido à dificuldade de realizar tal objetivo nas condições de campo, no entanto optou-se por utilizar o modelo computacional denominado “*ColheCana*”, desenvolvido e validado em planilha eletrônica, do *Excel*<sup>®</sup> e em linguagem de programação pelo *Visual Basic*<sup>®</sup>. Para atender o objetivo do trabalho, que ocorre pelo funcionamento básico do “*ColheCana*”, desenvolvido de acordo com os caracteres propostos por Oakland (2007). O modelo inicia o seu funcionamento com a entrada de dados referentes a cultura: área, produtividade média e espaçamento de cultivo. Na sequência pela entrada de dados referentes às características técnicas/operacionais dos equipamentos: número de linhas, velocidade de trabalho, perdas na colheita e eficiência de campo. A associação dos dados referentes à cultura e as características técnicas/operacionais, determinam o desempenho operacional da colhedora/transbordo: capacidade de campo operacional, de produção e quantidade de cana colhida.

Os resultados de desempenho operacional associado à entrada de dados econômico das máquinas fornece o resultado do cálculo de desempenho econômico do sistema de colheita: custo fixo horário; custo por área e tonelada; renda da colheita. Os dados de entrada da parte econômica referem-se a:

valor inicial e final; vida útil dos equipamentos; fatores de alojamento, seguro e taxas; reparo e manutenção. Os resultados do modelo possibilitam ao usuário analisar o custo de produção e a renda líquida da colheita mecanizada e decidir quanto à viabilidade ou não. No caso de não ser viável, ou o usuário desejar avaliar outro cenário, novos dados devem ser inseridos para uma nova simulação.

Para os equipamentos considerados, adotou-se a colhedora de cana do tipo automotriz de uma e duas linhas, ambas com potência de 251 kW (342 cv) e valor inicial estimado de R\$ 900.000,00 e R\$ 1.300.000,00 respectivamente. O transbordo, sendo duas carretas com capacidade de 13 t, com valor inicial de R\$ 50.000,00 cada, tracionadas por um trator 4x2 TDA de 162 kW (220 cv) no motor, com valor inicial de R\$ 220.000,00. O desempenho operacional e econômico do “ColheCana” que atende ao objetivo do trabalho está baseado com a proposta de Mialhe (1974) e Asabe (2011).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para os resultados foi considerada uma Usina Padrão, com uma área própria de 22.000 ha, produtividade média de 80 t ha<sup>-1</sup>, velocidade de operação das colhedoras de uma e duas linhas sendo de 5 e 4 km h<sup>-1</sup>, perda de cana de 4,18 e 3,34%, espaçamento entre fileiras de cultivo do tipo simples de 1,5 m e duplo alternado de 2,5 m respectivamente. O preço estimado da tonelada de cana entregue no campo (e não na Usina) de 53,04 R\$ t<sup>-1</sup> de acordo com a Udop (2012) e uma Efc referência de 80%.

Na Figura 1 é apresentado o custo de produção do sistema de colheita mecanizado de cana - SMC que é constituído pela colhedora, trator agrícola e transbordo.

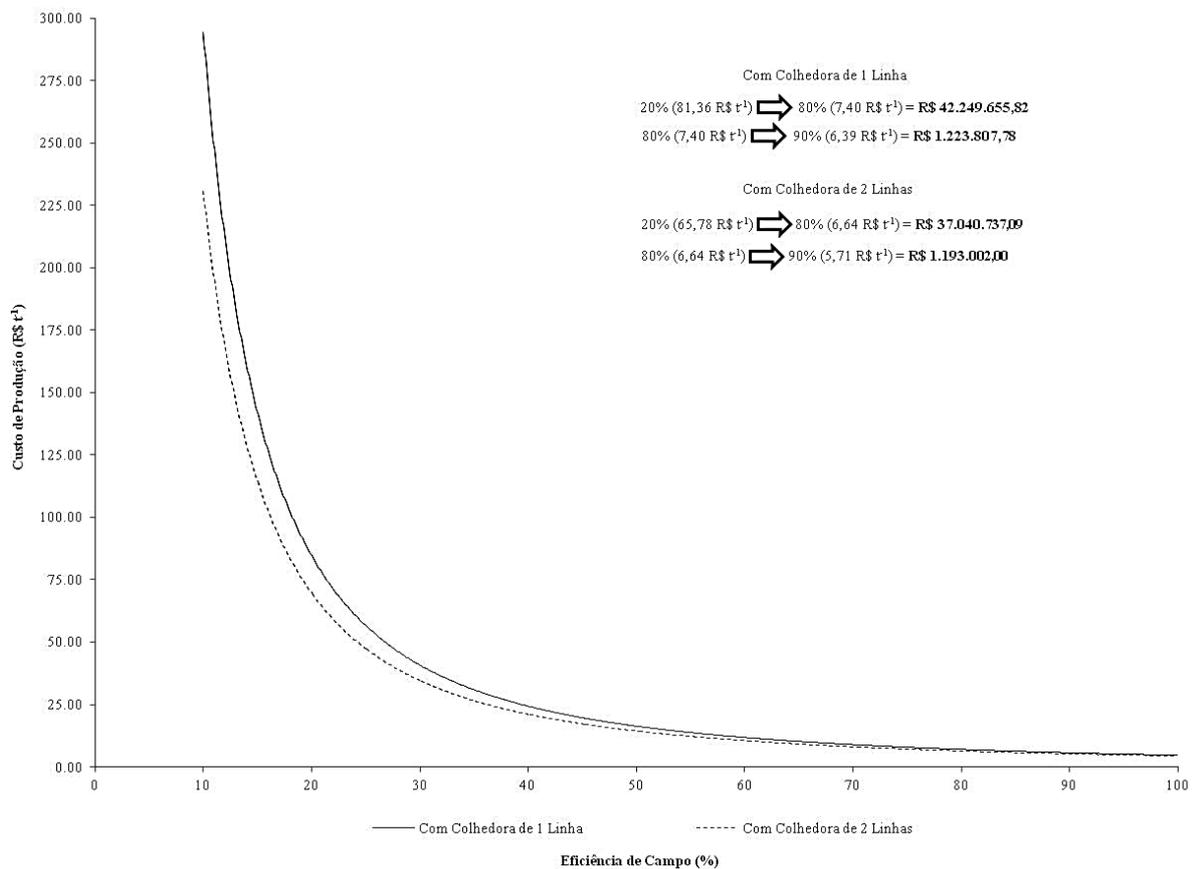


FIGURA 1 - Custo de produção do SMC com colhedora de uma e duas linhas em função da eficiência de campo

Observa-se na Figura 1, que o custo de produção com as máquinas de uma e duas linhas diminui à medida que se aumenta a Efc, pois o aumento dela eleva a capacidade operacional do SMC.

Uma baixa Efc tanto para o SCMC com colhedora de uma ou duas linhas, implica em um custo por tonelada colhida praticamente proibitivo. Por exemplo, colhendo-se com máquina de uma e duas linhas em uma Efc de 20% o custo por tonelada corresponde a 81,36 e 65,78 R\$ t<sup>-1</sup>, enquanto que para a Efc de referência 80% foi 7,40 e 6,64 R\$ t<sup>-1</sup>, uma diferença de 73,96 e 59,14 R\$ t<sup>-1</sup>, respectivamente. Elevando a Efc do SCMC de 20% para 80% com colhedora de uma e duas linhas, representa um ganho na renda líquida da colheita de R\$ 42.249.655,82 e R\$ 37.040.737,09 respectivamente.

Nery (2000) realizou um ensaio de colheita mecanizada de cana em velocidade de operação de 5 km h<sup>-1</sup>, nas Efc de 45, 55, 65 e 75% e obteve custos de produção de 1,4, 1,2, 0,8 e 0,65 U\$\$ t<sup>-1</sup>, respectivamente. Carvalho Filho (2000) realizou o mesmo ensaio de Nery (2000), sendo idênticas as características operacionais, como a velocidade de trabalho de 5 km h<sup>-1</sup>, as Efc de 45, 55, 65 e 75%, resultando em custos de produção de 1,19, 1,03, 0,91 e 0,83 U\$\$ t<sup>-1</sup>, respectivamente.

Aumentar a Efc do SCMC de 80% para 90%, utilizando máquina de uma e duas linhas, representa um ganho de 1,01 e 0,93 R\$ t<sup>-1</sup> e um ganho na renda líquida da colheita de R\$ 1.223.807,78 e R\$ 1.193.002,00 respectivamente. No entanto, acima de 80% para ambos os tipos de máquinas, os ganhos na redução de custo são pequenos e é importante analisar se os investimentos necessários para se obter esses ganhos são viáveis.

**CONCLUSÕES:** De acordo com os resultados concluiu-se que:

- O aumento da Efc tem participação positiva no custo de produção do SCMC e principalmente na renda líquida da colheita da Usina.
- As elevadas Efc se faz necessário altos investimentos gerenciais para os meios de execução, tais como: topografia, formato geométrico de talhão e tempos operacionais, embora se deva analisar se o alto investimento é viável economicamente.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- American Society of Agricultural and Biological Engineers - Asabe. Agricultural machinery management data ASAE D497.7. In: \_\_\_\_\_. ASABE standards. St. Joseph, 2011. p.1-8.
- Baio, F.H.R.; Antuniassi, U.R.; Balastreire, L.A.; Caixeta Filho, J.V. **Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras**. Engenharia Agrícola, v.24, n.2, p.355-363, maio/ago. 2004.<<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n2/v24n2a14.pdf>> 3 Mar. 2013.
- Carvalho Filho, S.M. **Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2000. 108f. Dissertação de Mestrado.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colômbia - Cenicaña, v.19, n.1, p.7-10. jan/abr. 1997.
- Centro Nacional de Referência em Biomassa - Cenbio. **Projeto diretrizes de políticas públicas para a agroindústria canavieira do Estado de São Paulo**. In: Workshop