

## CUSTOS RELACIONADOS COM AS PERDAS VISÍVEIS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM COLHEITA MECANIZADA

## COSTS RELATED LOSSES VISIBLE OF THE SUGAR CANE IN MECHANIZED HARVEST

<sup>1</sup>SILVA, L.A.P.; <sup>2</sup>CREPALDI, L.D.; <sup>3</sup>STEINER, F.

<sup>1 a 3</sup> Departamento de Agronomia – Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO/FEMM

### RESUMO

A colheita mecanizada de cana-de-açúcar vem se expandindo cada vez mais, com a proibição de queimas houve uma grande preocupação com a colheita, assim tornando parcialmente mecanizada. No entanto, as perdas visíveis na colheita mecanizada são elevadas, se aproximando de 15% do total da cana-de-açúcar colhida. O conhecimento das origens ou causas das perdas na colheita mecanizada é importante para que se possa atuar no processo e efetuar as correções necessárias para reduzir sua incidência. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo obter informações sobre os custos relacionados com as perdas visíveis de cana-de-açúcar deixadas no campo advindo de uma usina na região norte do Estado do Paraná. Foram comparadas as perdas de cana-de-açúcar de colhedoras de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522). A colhedora de duas linhas foi desenvolvida baseada nas necessidades do mercado em diferentes regiões do país. Comparando a operação de colheita mecanizada das duas colhedoras de cana picada pode-se concluir que a colhedora de duas linhas possui maiores perdas visíveis de cana-de-açúcar, no entanto, estas perdas são compensadas pelo menor consumo de combustível e salário dos operadores em comparação as colhedoras de uma linha. Além disso, a colhedora de duas linhas apresenta outros benefícios, como a maior capacidade de produção efetiva, menor pisoteio e maior longevidade do canavial.

**Palavras-chave:** Eficiência Operacional. Capacidade de Produção Operacional. Custos de Produção. Colhedoras de Cana-de-Açúcar.

### ABSTRACT

The mechanized harvest of sugar cane has been expanding more and more, especially with the burn ban was a major concern with the harvest, thus becoming partially mechanized. However, visible losses in mechanized harvest are high, approaching 15% of the total sugar cane harvested. The knowledge of the origins and causes of losses in mechanized harvest is important so that we can act on the process and make the necessary corrections to reduce its incidence. View of these facts, this study aimed to obtain information on the costs associated with the visible losses of sugar cane in the field coming from a plant in the northern Paraná State. We compared the loss of sugar cane harvester of one row (John Deere 3520) and two lines (John Deere 3522). The two-row harvester was developed based on market needs in different regions of the country. Comparing the operation of mechanized harvest of both cane harvesters can conclude that the harvester two lines has more visible losses of sugar cane, however, these losses are offset by lower fuel consumption compared to harvesters one line. In addition, the harvester of two lines presents other benefits, such as higher effective production capacity, lower trampling and increased longevity of sugarcane.

**Keywords:** Operational Efficiency. Operational Production Capacity. Production Costs. Harvesters of Sugar Cane.

### INTRODUÇÃO

A demanda de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) como matéria prima para a indústria sucroalcooleira tem exigido a manutenção de alta produtividade e redução nos custos das operações, bem como uma máxima produtividade no conceito final.

O avanço da mecanização na colheita da cana-de-açúcar ocorre principalmente em áreas com topografia adequada, ou seja, com declividades menores que 12%. Contudo, ainda são necessárias algumas alterações técnicas, como: sistematização dos solos e dimensionamento de talhões para evitar excesso de manobras; determinação do espaçamento mais adequado associado a um paralelismo na sulcação, para que evite o pisoteio da soqueira, além da adoção de variedades adequadas à colheita mecanizada, havendo ainda as mudanças que tratam do rendimento operacional das máquinas, melhoria na qualidade de matéria-prima colhida e na redução das perdas visíveis, o que proporciona ganhos em rendimento operacional e produtividade agrícola para a cultura. (BENEDINI; DONZELLI, 2007).

Estudos mostram que na colheita manual as perdas visíveis raramente ultrapassam 5%. No entanto, com as máquinas, esse percentual pode atingir 15%, fato que se reflete diretamente na produtividade. Os prejuízos advindos dessa prática, também não são pequenos. Considerando que a área plantada no estado São Paulo, é de aproximadamente três milhões de hectares e a produtividade está próxima das 100 t ha<sup>-1</sup>, esse percentual equivale a uma perda anual para o setor de R\$ 20 milhões. (MELLO, 2007).

Desta forma, as usinas de açúcar e etanol vêm buscando cada vez mais inovar a mecanização nos canaviais, mas com a preocupação de controlar custos, não perder a qualidade e diminuir cada vez mais as perdas visíveis de cana-de-açúcar no campo. Por estes motivos as avaliações de perdas pelas colhedoras de cana-de-açúcar picada duas linhas vêm sendo de fundamental importância para o gerenciamento da operação pelas usinas, para que se possa atuar no processo e efetuar as correções necessárias para reduzir sua incidência, quando os valores determinados forem muito elevados. (RIPOLI; RIPOLI, 2009).

Segundo Benededini et al. (2009), as perdas visíveis estão associadas às características da área a ser colhida, tais como: (i) características varietais (produtividade, tombamento, teor de fibra, uniformidade em altura e diâmetro dos colmos, comprimento do palmito, quantidade de palha aderida e folhas verdes, isoporização e outros); (ii) preparação da área (padronização do espaçamento entre linhas, comprimento da área, topografia e uniformidade do terreno, sistematização do plantio, depressões entrelinhas e torrões junto à base das touceiras, quebras de lombo, qualidade de cultivo, dificuldade para visualizar a

base das touceiras (principalmente à noite), dentre outros. Dos fatores operacionais da colheita mecanizada os principais fatores que afetam as perdas visíveis são aqueles que envolvem o treinamento dos profissionais, velocidade da colhedora compatível com o estado do canavial e em sincronismo com o reboque ou caminhão, situação dos equipamentos da colhedora, principalmente facas de corte de base e do rolo picador de toletes, velocidade do exaustor primário da colhedora, altura da carga, altura de corte de base, manutenção do equipamento, desponte, horário da colheita, altura de carga, dentre outros.

O conhecimento das origens ou causas das perdas na colheita mecanizada é importante para que se possa atuar no processo e efetuar as correções necessárias para reduzir sua incidência.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo obter informações sobre os custos relacionados com as perdas visíveis de cana-de-açúcar deixadas no campo advindo de uma indústria na região norte do Estado do Paraná. Foram comparadas as perdas de cana-de-açúcar de colhedoras de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os estudos e determinações de campo foram realizados a partir de dados da Usina de Açúcar e Etanol Jacarezinho, localizada no município de Jacarezinho, estado do Paraná. A usina possui capacidade de moagem de 12.500 toneladas de cana-de-açúcar por dia e com uma meta de 2.200.000 de toneladas na safra 2013/14. Os dados deste trabalho são referentes aos resultados obtidos para o início de safra (15 de março de 2013) até o meio da safra (26 de julho de 2013).

A Usina Jacarezinho possui duas colhedoras de duas linhas ano de 2013 e sete colhedoras de uma linha. Para este trabalho foram comparadas duas colhedoras John Deere escolhidas ao acaso: (i) uma colhedora de duas linhas John Deere 3522, ano 2013 com potência de 380 cv, rodado tipo esteira; e, (ii) outra colhedora de apenas uma linha John Deere 3520, ano 2012 com potência 342 cv, com rodado tipo esteira. Para cada colhedora a usina dispunha de dois tratores com um conjunto de transbordo com capacidade de 20 toneladas onde foi levado em consideração o seu consumo de combustível.

Os períodos de trabalho são de oito horas e divididos em: Matutino (7:00h às 15:00h); Vespertino (15:00h às 23:00h) e Noturno (23:00h às 7:00h). A troca das

lâminas do cortador de base é realizada quando o operador percebe que as mesmas não estão cortando corretamente sendo esta realizada pelos próprios operadores. Os operadores trabalham sempre na mesma máquina e no mesmo turno.

Foi realizado um estudo dos diferentes tipos de perdas visíveis de cana na operação de colheita. O cálculo das perdas visíveis foi obtido por meio da porcentagem de cada perda classificada do material coletado no gabarito de 3,0 x 10 m (30 m<sup>2</sup>), conforme fórmula abaixo.

$$\text{Perdas (\%)} = \frac{\text{Perdas no campo (t ha}^{-1}\text{)}}{\text{Produtividade do canavial (t ha}^{-1}\text{)} + \text{Perdas no campo (t ha}^{-1}\text{)}} \times 100$$

Na área demarcada, as sobras de cana foram coletadas e os componentes separados e pesados na seguinte forma: cana inteira, pedaços de cana, lascas, toletes, toco e cana ponta (cana agregada ao ponteiro). Estes componentes são caracterizados a seguir: **(i) Cana Inteira:** é a cana que fica solta ou presa na superfície do solo. O seu comprimento atinge valor maior que 2/3 do comprimento médio estimado de colmos do canavial em estudo; **(ii) Pedaços de cana:** é o pedaço da cana de forma visível que não apresenta características que o definem como toco, ponteira, cana inteira, fixa ou solta, pedaço fixo, tolete, rizoma e soqueira; isto é, não se enquadra em nenhuma das definições dos itens que são denominados a seguir; **(iii) Tolete:** é o pedaço de cana esmagado ou não, cujas as extremidades se apresentam com as seguintes características de cortes pela colhedora; cortes lisos pelo facão picador nas duas extremidades ou corte grosseiro pelo cortador de base em uma das extremidades e liso na outra; **(iv) Lascas:** são pequenos pedaços de forma não definida, resultantes do impacto de toletes com as hélices dos exaustores, normalmente com partes esfiapadas. Sua presença fornece evidências de ventilação exagerada ou toletes leves ou isoporados, que são arrastados pelo fluxo de ar ascendentes das hélices dos exaustores; **(v) Toco:** parte da cana acima da superfície do solo, presa ao rizoma não arrancado, com o comprimento menor ou igual a 0,20 m; e, **(vi) Cana Ponta:** é a parte da cana que, destacável do colmo, contém internódios, terminais imaturos, folhas verdes, bainhas e ocasionalmente inflorescência. Para a classificação de perdas da cana-de-açúcar consideramos até terminais imaturos.

As perdas de cana-de-açúcar na forma de pedaços, toletes, cana ponta, tocos, lascas e cana inteira foram calculadas com base nos dados disponibilizados pela Usina onde foi possível calcular a média total e de todos os tipos de perdas visíveis das duas colhedoras avaliadas.

Para os cálculos de custo de tonelada de cana no campo foram utilizados os seguintes dados: ATR (Açúcar Total Recuperável) médio da empresa = 135 kg por tonelada; valor médio do ATR = R\$ 0,45 (Consecana (SP) para a safra 2013/14) e tabela de preço da empresa transporte valor da distância média = R\$ 6,00 por tonelada. O custo da tonelada de cana no campo foi de R\$ 54,75, conforme cálculo abaixo:

$$\text{ATR} \times \text{valor do ATR} - \text{custo do transporte} = \text{R\$ } 54,75$$

O cálculo de custo salarial foi levado em consideração os salários dos três operadores um de cada período das colhedoras e os seis operadores de transbordo sendo dois em cada período, somado junto 60% do salário de cada operador que foi igual R\$ 79.488,00 que foram divididos pela quantidade de cana colhida até o momento, sabendo assim o valor dos salários dos operadores da colhedora 3520 e 3522 mais os tratores por tonelada e o total até agora.

O cálculo de custo de combustível da colhedora mais o trator foi levado em conta o preço do diesel a R\$ 2,10, onde a colhedora duas linhas mais o trator segundo os dados de consumo da usina é 1,25 litros por tonelada e 1,81 litros por tonelada na colhedora de uma linha.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 1 são mostrados os valores médios das perdas visíveis de cana-de-açúcar obtidos para as duas colhedoras de cana. As perdas visíveis de cana-de-açúcar na operação de colheita variaram de 0 a 700 kg ha<sup>-1</sup> na colhedora de uma linha e de 70 a 2.230 kg ha<sup>-1</sup> na colhedora de duas linhas (Tabela 1).

O conhecimento dos tipos de perdas facilita a interpretação dos resultados e direcionam as correções. Percebe-se que o fator mais representativo nas perdas são os pedaços de cana tanto para as colhedoras de uma linha como na colhedora de duas linhas (Tabela 1). As perdas de pedaços de cana representam em torno de 56 e 58% das perdas totais de cana-de-açúcar para as colhedoras de uma e de duas linhas, respectivamente. De acordo com Benedini et al. (2009), as perdas de pedaços de cana são diretamente influenciados pela rotação do extrator primário. A

medida que se aumenta a rotação, os toletes são succionados junto com a palha e a terra. Ao passarem pelo exaustor são dilacerados em pedaços, lascas, serragem e caldo.

**Tabela 1.** Comparação das perdas visíveis de cana-de-açúcar ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de colhedoras de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522) em uma Usina na região norte do Estado do Paraná. Jacarezinho, PR.

Colhedora	Tocos	Cana Inteira	Cana Ponta	Toletes	Lascas	Pedaços	Perda Total	Perdas
	----- $\text{kg ha}^{-1}$ -----							%
Colhedora 2 linha	430	930	90	120	70	2.230	3.870	3,64%
Colhedora 1 linha	260	150	10	130	0	700	1.250	1,75%
Diferenças <sup>†</sup>	170	780	80	10	70	1530	2,62	1,89%

<sup>†</sup> Diferenças entre as perdas de cana-de-açúcar de colhedoras de duas linhas e de uma linha.

A colhedora de duas linhas possui as maiores perdas de cana-de-açúcar para a maioria dos tipos de materiais deixados no campo (Tabela 1). As perdas totais de cana-de-açúcar das colhedoras de uma ( $1.250 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e duas linhas ( $3.870 \text{ kg ha}^{-1}$ ) representaram, respectivamente, 1,75 e 3,64% da produtividade média do canavial que foram de  $105,2$  e  $71,4 \text{ t ha}^{-1}$  (Tabela 2). Com base nestes percentuais de perdas verifica-se que as perdas de cana-de-açúcar neste estudo são classificadas em médias. De acordo com Benedini et al. (2009), os índices de perdas de cana-de-açúcar podem ser classificados em baixa (percentual de perdas menor que 2,5%), média (percentual de perdas de 2,5 a 4,5%) e alta (percentual de perdas maior que 4,5%).

Na Tabela 2 são mostrados os valores dos custos das perdas totais de cana-de-açúcar obtidos para as duas colhedores de cana. Verifica-se que as perdas totais de cana-de-açúcar na Usina Jacarezinho até o dia 26/07/2013 chegaram ao patamar de 650 e 2.078 toneladas para as colhedoras de uma e duas linhas, respectivamente (Tabela 2). Este montante de toneladas representa um custo total de perdas de mais de R\$ 35 mil para a colhedora de uma linha e mais de R\$ 113 mil para a colhedora de duas linhas.

**Tabela 2.** Comparação dos custos das perdas totais de colhedoras de cana-de-açúcar de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522) em uma Usina na região norte do Estado do Paraná. Jacarezinho, PR.

Colhedora	Total de cana colhida <sup>†</sup>	Produtividade média	Perdas Totais de cana até 26/07 <sup>††</sup>	Custo Total das Perdas
	Toneladas	Ton/ha	Toneladas	R\$
Colhedora 2 linha	56.945	105,2	2.078	113.770,50
Colhedora 1 linha	37.138	71,4	650	35.587,50
Diferenças <sup>‡</sup>	19.807	33,8	1.428	78.183,00

<sup>†</sup> Total de cana-de-açúcar colhida e processada pela Usina até o dia 26 de julho de 2013 (15/03 a 26/07/2013). <sup>††</sup> Valor obtido pela multiplicação do total de cana colhida e do respectivo percentual de perdas das colhedoras (Tabela 1). <sup>†††</sup> Considerando o valor da tonelada de cana de R\$ 54,75. <sup>‡</sup> Diferenças entre as perdas de cana-de-açúcar de colhedoras de duas linhas e de uma linha.

Na Tabela 3 são mostrados os custos com combustível para as duas colhedoras de cana-de-açúcar. Verifica-se que os custos com combustível (diesel) para as colhedoras de cana-de-açúcar variaram de R\$ 2,625 a R\$ 3,801 para cada tonelada de cana colhida com a colhedora de duas linhas e uma linha, respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação dos custos com combustível de colhedoras de cana-de-açúcar de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522) em uma Usina na região norte do Estado do Paraná. Jacarezinho, PR.

Colhedora <sup>†</sup>	Total de cana colhida <sup>††</sup>	Produtividade média	Consumo de diesel	Consumo total de diesel	Custo total com diesel <sup>†††</sup>	Custo com diesel
	Toneladas	Ton/ha	L/tonelada	Litros	R\$	R\$/tonelada
Colhedora 2 linha	56.945	105,2	1,25	71.181	149.480,10	2,625
Colhedora 1 linha	37.138	71,4	1,81	67.220	141.162,00	3,801
Diferenças	19.807	33,8	0,56	3.961	8.318,10	1,176

<sup>†</sup> Custo com combustível para o conjunto “colhedoras + tratores”. <sup>††</sup> Total de cana-de-açúcar colhida e processada pela Usina até o dia 26 de julho de 2013 (15/03 a 26/07/2013). <sup>†††</sup> Considerando o valor d litro de diesel de R\$ 2,10.

Na Tabela 4 são mostrados os custos dos operadores das colhedoras e dos operados dos tratores durante o processo de colheita de cana-de-açúcar. Verifica-se que os custos totais com os salários dos operados (nos três períodos) no processo de colheita de cana-de-açúcar na Usina Jacarezinho até o dia 26/07/2013 chegaram ao patamar de mais de R\$ 30 mil para os operados das colhedoras e quase R\$ 50 mil para os operadores dos tratores (Tabela 4).

**Tabela 4.** Custos dos operadores das colhedoras e dos tratores em uma Usina de cana-de-açúcar na região norte do Estado do Paraná. Jacarezinho, PR.

	Quantidade de Operadores	Salário dos Operadores	Encargos	Custo Total Mensal dos Operadores	Custo Total (Março a Julho)
		R\$	R\$	R\$	R\$
Colhedora	3	1.580,00	948,00	7.584,00	30.336,00
Trator	6	1.280,00	768,00	12.288,00	49.152,00
<b>TOTAL</b>				<b>19.872,00</b>	<b>79.488,00</b>

Na Tabela 5 são mostrados os custos dos operadores no processo de colheita de cana-de-açúcar com colhedoras de uma e duas linhas. Verifica-se que os custos com os operadores das colhedoras de cana-de-açúcar variaram de R\$ 1,40 a R\$ 2,14 para cada tonelada de cana colhida com a colhedora de duas linhas e uma linha, respectivamente (Tabela 5). A diferença entre os salários dos operados no processo de colheita da cana-de-açúcar foi de R\$ 42.139,37.

**Tabela 5.** Comparação dos custos dos operadores das colhedoras de cana-de-açúcar de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522) em uma Usina na região norte do Estado do Paraná. Jacarezinho, PR.

Colhedora	Total de cana colhida até 26/07 <sup>††</sup>	Custo total dos operadores até 26/07	Salário dos operados com base no total de cana colhida
	Toneladas	R\$	R\$/tonelada
Colhedora 2 linha + trator	56.945	79.488,00	1,40
Colhedora 1 linha + trator	37.138	79.488,00	2,14
Diferenças	19.807		0,74

<sup>†</sup> Total de cana-de-açúcar colhida e processada pela Usina de 15/03 a 26/07/2013.

A diferença total dos custos entre as colhedoras de cana-de-açúcar de uma linha (John Deere 3520) e de duas linhas (John Deere 3522) foi de R\$ 11.215,56 das perdas visíveis (R\$ 78.183,00; Tabela 2) e dos custos com combustível (R\$ 66.967,44).

## CONCLUSÕES

Comparando a operação de colheita mecanizada das duas colhedoras de cana picada pode-se concluir que a colhedora de duas linhas possui maiores perdas visíveis de cana-de-açúcar, no entanto, estas perdas são compensadas pelo menor consumo de combustível e menor salário dos operadores em comparação as colhedoras de uma linha. Além disso, a colhedora de duas linhas

apresenta outros benefícios, como a maior capacidade de produção efetiva, menor pisoteio e maior longevidade do canavial.

### REFERÊNCIAS

BENEDINI, M. S.; DONZELLI, J. L. Colheita mecanizada de cana crua: caminho sem volta. **Revista Coplana**, Guariba, n. 40, p. 22-25, 2007.

BENEDINI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G. **Perdas de cana e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira, 2009. 7p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009. 333 p.