

COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR E PERDAS EM DIFERENTES TURNOS DE TRABALHO

THIAGO HENRIQUE VITTI¹, MURILO BATTISTUZZI MARTINS², RONILSON SOUZA SANTOS³, JEFFERSON SANDI⁴, KLÉBER PEREIRA LANÇAS⁵

¹ Graduando, Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu – SP. thiago.vitti@hotmail.com

² Mestrando, Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu – SP. mbm_martins@hotmail.com

³ Doutorando, Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu – SP. rssantos@ufpa.br

⁴ Mestrando, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu – SP. jffsandi@gmail.com

⁵ Eng^o Mecânico, Professor Titular, Dpto. De Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu – SP. kplancas@fca.unesp.br

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: Uma adversidade encontrada no processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar é a quantidade de matéria prima que fica na área de cultivo. O trabalho teve por objetivo determinar a quantidade de perdas vegetais na colheita mecanizada de cana-de-açúcar em diferentes turnos de trabalho. O experimento foi realizado em canaviais em produção sem a queima prévia dos mesmos e utilizou-se uma colhedora de cana-de-açúcar de uma linha para realizar a colheita. O espaçamento adotado entre linhas foi de 1,5 metros. Após a realização da colheita mecanizada foi demarcada uma área de 10m² com fita métrica, retirando toda a palha do local e separando as frações de cana-de-açúcar encontradas, sendo classificados em lascas, tocos, pedaços, cana inteira e toletes, segundo a metodologia do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), para cada turno de trabalho. A maior quantidade de perda vegetal observada foi no turno noturno em relação ao diurno, podendo haver uma variação de 6,6% de perdas vegetais entre os turnos de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade, Mecanização, Quantidade.

DETERMINING THE AMOUNT OF LOSS VEGETABLES IN SUGAR CANE MECHANICAL HARVESTING IN DIFFERENT WORK SHIFTS

ABSTRACT: Adversity found in the mechanical harvesting process of sugar cane is the amount of raw material that is the area under cultivation. The study aimed to determine the amount of crop losses in mechanical harvesting of cane sugar in different shifts. The experiment was conducted in sugarcane production without prior burning thereof and used for a harvester cane sugar for a line to harvest. The spacing between the lines adopted was 1.5 m. Upon completion of the mechanized harvest was demarcated an area of 10m² with tape, removing all the straw site and separating the fractions of cane sugar found and classified in chips, stumps, pieces, whole cane stalks and, according to methodology of Sugarcane Technology Center (CTC), for each work shift. The largest amount of plant loss observed was the night shift compared to day, and may be a variation of 6.6% vegetable losses between work shifts.

KEYWORDS: Quality, Mechanization, Quantity.

INTRODUÇÃO

Na agricultura brasileira, a cultura que mais se expandiu nos últimos anos em termos de área cultivada foi a cana-de-açúcar, direcionada para a produção de açúcar e principalmente do álcool, em decorrência do aumento na demanda dos veículos bicombustíveis (SANTOS, 2011).

Segundo BARBOSA & SILVEIRA (2006), o cultivo da cana-de-açúcar é considerado uma das primeiras atividades de importância nacional, ocupando posição de destaque na economia brasileira. Considerando a produção de açúcar, etanol, aguardente e biomassa, essa atividade transpõe com grande relevância na geração de divisas.

A importância da cana-de-açúcar é devida à sua múltipla utilidade, podendo ser empregada *in natura*, sob a forma de forragem, para alimentação animal, ou como matéria prima para a fabricação de rapadura, melado, aguardente, açúcar e álcool. Seus resíduos também têm grande importância econômica: o vinhoto é transformado em adubo e o bagaço em combustível.

A área cultivada com cana-de-açúcar que foi colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2014/15 é de 9.004,5 mil hectares, distribuídas em todos estados produtores. São Paulo permanece como o maior produtor com 52% (4.685,7 mil hectares) da área plantada, seguido por Goiás com 9,5% (854,2 mil hectares), Minas Gerais com 8,9% (805,5 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 7,4% (668,3 mil hectares), Paraná com 7,1% (635 mil hectares), Alagoas com 4,3% (385,3 mil hectares) e Pernambuco com 2,9% (260,1 mil hectares). Estes sete estados são responsáveis por 92,1% da produção nacional. Os outros dezesseis estados produtores possuem áreas menores, com representações abaixo de 2,5%, totalizando 7,9% da área total do país. (CONAB 2015)

Para Ripolli e Ripolli (2005) com o crescimento da demanda de cana-de-açúcar e a competitividade de preço dos produtos, o setor agrícola está buscando maior eficiência e melhor tecnologia para o campo, investindo, assim, em máquinas que proporcionam menor perda de matéria prima, redução da contaminação de cana-de-açúcar com impurezas, redução no consumo de combustível e conseqüentemente, maior lucratividade ao empreendedor do setor.

A colheita da cana-de-açúcar destaca-se pelos altos custos envolvidos e pelas dificuldades operacionais, seja ela conduzida de forma manual ou mecanizada. O processo encontra-se em fase de substituição do corte manual para o mecanizado, porém este apresenta certos inconvenientes, tais como: perdas de cana no campo, redução da qualidade da matéria-prima e a redução da longevidade do canavial (SCHIMDT JUNIOR, 2011)

A colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua apresenta vantagens e desvantagens sobre a colheita semimecanizada. Dentre as vantagens, destacam-se: menor agressão ao meio ambiente, maior acúmulo de material orgânico sobre o solo e redução do quadro de funcionários. As desvantagens estão relacionadas principalmente com a redução na qualidade da matéria-prima (impurezas), necessidade de mão de obra especializada e perdas qualitativas.

O sucesso da colheita mecanizada da cana-de-açúcar depende de plantio de qualidade, sem falhas no estande, otimizando o rendimento da máquina, paralelismo entre sulcos e suavidade do microrrelevo do solo, proporcionando menores perdas quantitativas no processo. Sendo assim, no plantio de cana-de-açúcar, independentemente do método empregado,

semimecanizado ou mecanizado, as necessidades da cultura, tal como o ambiente de implantação deverão ser atendidas. Considerações se fazem necessárias, visto que as atitudes tomadas na operação de plantio serão determinantes na produtividade e na longevidade do canavial (BEUCLAIR & SCARPARI, 2006).

As perdas e a contaminação da cana-de-açúcar com solo durante o processo de colheita estão associadas diretamente ao acompanhamento inadequado do microrrelevo do solo e da varredura ineficiente realizados pelo cortador basal. Em certos casos, essas perdas chegaram a 10%, e as quantidades de terra incorporadas aos colmos estão entre 3 e 5 kg por tonelada (BRAUNBECK, 1999).

Dentre as perdas quantitativas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua, são destacadas as perdas do tipo: toco, rebolo repicado, pedaço fixo, pedaço solto, lasca, cana-ponta, cana inteira e estilhaço, sendo o somatório dessas contabilizado em perdas totais. Qualitativamente, são avaliados os danos causados às soqueiras após a colheita da cana-de-açúcar pela máquina, bem como o arranquio dessas.

Analizando a dimensão das perdas de cana-de-açúcar no local da colheita e as inúmeras condições em que a operação de colheita mecanizada está inserida, torna-se necessária a classificação e quantificação dessas perdas para realizar um estudo que vise aumentar a eficiência do processo de colheita mecanizada em diferentes turnos de trabalho.

Portanto esse trabalho teve por objetivo a determinação da quantidade de perdas vegetais na cultura de cana-de-açúcar em diferentes turnos de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em canaviais em produção sem a queima prévia dos mesmos e utilizou-se uma colhedora de cana-de-açúcar de uma linha para realizar a colheita. O espaçamento adotado entre linhas foi de 1,5 metros.

Para medição do consumo horário e específico de combustível foram utilizados dois fluxômetros volumétricos M-III, da FLOWMATE fabricado pela OVAL Corporation do Japão e distribuído no Brasil pela K&K do Brasil, modelo LSN41L8-M2, vazão de 1 mL/pulso, um instalado entre os filtros e a bomba injetora do motor da colhedora e o outro instalado no retorno do combustível ao tanque. O consumo real foi calculado pela diferença entre os valores dos pulsos gerados pelos fluxômetros. Os mesmos apresentaram precisão de 99,8% (calibrado antes e depois da realização dos ensaios) o qual emitiram ao sistema de aquisição de dados, uma unidade de pulso a cada 1 mL de combustível que passou pelo mesmo. Para aquisição e acompanhamento dos sinais obtidos pelos fluxômetros instalados no sistema de alimentação de combustível utilizou-se um controlador lógico programável (CLP) para coleta dos dados, permitindo a leitura e o armazenamento dos sinais enviados pelos sensores.

Os pulsos gerados pelo fluxômetro volumétrico foram convertidos em volume, considerando a vazão de 1 mL/pulso. O cálculo do consumo horário foi feito de acordo com a Equação 1:

Equação 1:

$$CCh = \sum (pe - ps) \cdot 3,6 / \Delta t$$

onde:

CCh = consumo horário de combustível (L h⁻¹);

$\sum(pe - ps)$ = diferença entre os somatórios de pulsos dos fluxômetros, equivalente a mL de combustível gasto (mL), de entrada e de saída;

Δt = tempo gasto (s);

3,6 = fator de conversão.

Os dados emitidos através dos sensores e adquiridos pelo controlador lógico programável (CLP) foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey a 5 % de probabilidade.

As perdas representam a massa de material vegetal, cujo conteúdo em açúcar a qualifica como “*matéria prima industrializável*” que fica no campo após a passagem da máquina.

Essas perdas serão medidas de maneira direta demarcando-se uma área logo após a colheita e realizando a catação manual de todas as frações que não foram colhidas (canas inteiras ou em pedaços amassados/estraçalhados, pedaços de canas agarrados aos ponteiros, rebolos lançados fora do transbordo, e tocos altos deixados por deficiência no corte basal). A seguir será feita a pesagem, separadamente, de cada material recolhido utilizando uma balança.

Conforme a metodologia proposta pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), As perdas serão calculadas de forma absoluta (t/ha), multiplicando-se o valor final em peso por 1.000, para a área de aproximadamente 10 m². Para o valor em porcentagem, dividiu-se este valor pela produtividade mais o valor, conforme Equação 2:

Equação 2:

$$Perdas(\%) = \frac{Perdas\ no\ campo(t / ha)}{produtividade\ do\ canavial(t / ha) + perdas\ no\ campo(t / ha)}$$

Após a obtenção dos índices de perdas, faz-se a classificação dos resultados em perda alta, média ou baixa, de acordo com os valores médios apresentados conforme a tabela 1:

Tabela 1. Classificação das Perdas (%).

Nível de perdas	Percentual de perdas (%)
Baixo	< 2,5
Alto	2,5 a 4,5
Médio	> 4,5

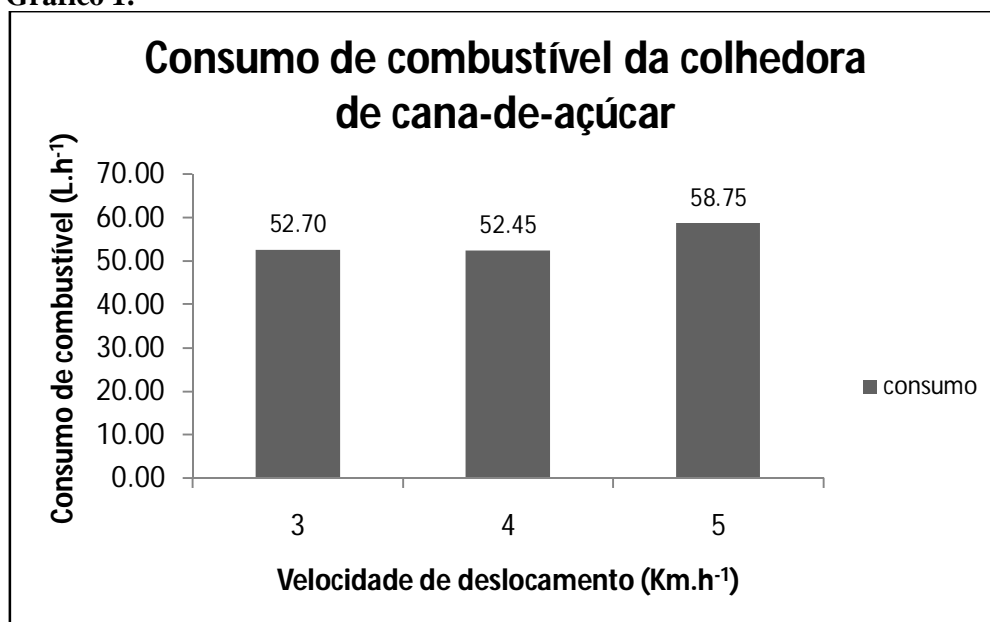
(Fonte: CTC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados do Gráfico 1, verifica-se que o consumo de combustível da colhedora de cana-de-açúcar apresenta pouca diferença nas velocidades de trabalho de 3 e 4 Km.h⁻¹, sendo que para a velocidade de 3 Km.h⁻¹ tem-se um consumo de 52,7 L.h⁻¹ e na velocidade de 4 Km.h⁻¹ tem-se um consumo de 52,45 L.h⁻¹. Já na velocidade de 5 Km.h⁻¹ foi

observado um consumo de 58,75 L.h⁻¹, sendo consideravelmente maior quando comparado com as velocidades anteriores.

Gráfico 1.



Na Tabela 1 estão apresentadas as classificações e os resultados correspondentes às perdas vegetais industrializáveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar do turno de trabalho diurno. De acordo com a metodologia do Centro de Tecnologia Canavieira, essas perdas são classificadas em Tolete, Toco, Pedaco, Cana Inteira, Lasca, Ponteiro e Estilhaço. A perda mais significativa observada no turno diurno é a de cana inteira, representando 0,64% do total de perdas; já a perda menos significativa observada no turno diurno foi a de ponteiro, representando 0,06% do total de perdas. O total de perdas vegetais da colheita mecanizada de cana-de-açúcar do período diurno foi de 3%

Tabela 1.

Trat.	Rep.	Tolete (kg)	Toco (kg)	Pedaco (kg)	Cana Inteira (kg)	Lasca (kg)	Ponteiro (kg)	Estilhaço (kg)	Total (t/ha)	(%)
Periodo Diurno	1	0.46	-	-	-	-	-	0.32	0.78	1.1%
	2	0.44	0.50	0.68	-	-	-	0.52	2.14	3.0%
	3	0.16	0.50	0.32	2.54	-	-	0.44	3.96	5.4%
	4	0.20	0.30	0.50	-	-	0.24	0.50	1.74	2.4%
	5									
Média:		0.32	0.33	0.38	0.64	-	0.06	0.45	2.16	3.0%

Na Tabela 2 estão apresentadas as classificações e os resultados correspondentes às perdas vegetais industrializáveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar do período noturno. A perda mais significativa observada é a de cana inteira, representando 2,22% do total de perdas; já a perda menos significativa observada no turno foi a de ponteiro, representando 0,06% do total de perdas. O total de perdas vegetais industrializáveis da colheita mecanizada de cana-de-açúcar do período noturno foi de 9,6%

Tabela 2.

Trat.	Rep.	Tolete (kg)	Toco (kg)	Pedaço (kg)	Cana Inteira (kg)	Lasca (kg)	Ponteiro (kg)	Estilhaço (kg)	Total (t/ha)	(%)
Período Noturno	1	0.28	2.14	-	6.66	-	0.18	1.32	10.58	13.1%
	2	0.36	1.62	1.86	-	-	-	0.92	4.76	6.4%
	3	0.68	1.64	2.82	-	-	-	2.02	7.16	9.3%
	4									
	5									
Média:		0.44	1.80	1.56	2.22	-	0.06	1.42	7.50	9.6%

CONCLUSÕES

Após a realização desse trabalho, conclui-se que a maior quantidade de perda vegetal industrializável observada foi no turno noturno em relação ao diurno, podendo haver uma variação de 6,6% de perdas vegetais entre os turnos de trabalho. O fator que mais interfere na qualidade da operação de colheita mecanizada no período noturno é a falta de visibilidade do operador ao operar na linha de colheita

REFERÊNCIAS

BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções Fitotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. (Org.). Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte. Piracicaba: Livroceres, 2006. v.1, p.80-91

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.245-276.

BRAUNBECK, O. A. Proposta brasileira de colheita mecanizada. In: SEMINÁRIO SOLUÇÕES E NOVIDADES NA MECANIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR, 1., 1999, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: IDEA, 1999. p. 56-60.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar - estimativa: 3º levantamento, dezembro 2014. Brasília, 2014. 16 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. 2. ed. Piracicaba: Editora Autor, 2005. 302p.

Schmidt Junior, J. C. Avaliação de desempenho efetivo de colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

Santos dos, N. B. Identificação dos fatores críticos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.