



CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E PERDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR DURANTE A COLHEITA DIURNA E NOTURNA¹

Camilo Ferrarezi Giachini², Carlos Renato Guedes Ramos³, Gabriel Albuquerque de Lyra⁴, Carlos Antonio Gamero⁵ & Kléber Pereira Lanças⁶

RESUMO: A agricultura nos últimos anos vem sofrendo pressões para a modificação de técnicas visando aumento da produtividade, redução dos custos de produção e a preocupação com o ambiente. Um grande avanço tecnológico para a produção da cultura da cana-de-açúcar foi a substituição do sistema de colheita manual para o sistema mecanizado. A colheita mecanizada passa a suprir a escassez de mão de obra para o corte, além de possibilitar maior rendimento na colheita e menor agressão ao ambiente, ao evitar a queima da palha. O objetivo foi avaliar o desempenho operacional de uma colhedora durante o primeiro e o último turno de trabalho. A colhedora operou em dois turnos de trabalho, com duração de oito horas cada, divididos em: turno A (8h01 as 16h00) e turno C (00h01 as 8h00). A avaliação do desempenho operacional teve as seguintes variáveis estudadas: perdas de matéria-prima visíveis no campo; impureza mineral na matéria-prima colhida e consumo de combustível. Os resultados mostraram que o consumo de combustível da colhedora foi igual entre os turnos. O total de perdas de matéria prima visíveis no campo foi maior para o turno C, assim como a impureza mineral na matéria-prima colhida também foi maior para o turno C.

PALAVRAS CHAVE: colheita mecanizada, eficiência operacional, qualidade da colheita.

FUEL CONSUMPTION AND LOSS OF SUGAR CANE DURING DAYTIME AND NIGHTTIME HARVESTING

ABSTRACT: In recent years agriculture has been facing pressure to change techniques in order to increase productivity, reduce production costs and environment sustainability. The major technological breakthrough for the sugar cane field was the replacement of manual harvesting system by the mechanized system. Mechanized harvesting supply the labor scarcity for cutting, improve harvest efficiency and causes less aggression to the environment, since the burning of sugarcane is no longer used. The objective was to evaluate a harvester performance during the first and last shift. The sugarcane was planted with spacing between the planting rows of 1.5 m. The harvester was evaluated during the operation in two shifts of eight hours each, divided into: Shift A (8:01 to 16:00) and shift C(00:01 to 8:00 am). The evaluation had the following parameters: loss of raw material visible in the field; mineral impurities in the raw materials harvested and fuel consumption. Data were subjected to analysis of variance using the Tukey test at 5% probability. The results showed that the fuel consumption of the harvester was equal between shifts. The total loss of raw material visible in the field was greater for the C shift, and the mineral impurities was also higher in C shift raw material.

KEYWORDS: mechanized harvesting, fuel consumption, operating efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro no Brasil tem ganhado espaço no mercado em função da diversificação tecnológica e melhoria de produtividade no setor agrícola.

O setor sucroalcooleiro brasileiro pode ser considerado como um dos mais competitivos internacionalmente, tendo em vista que em termos energéticos a cana-de-açúcar apresenta um altíssimo teor de fibra, levando clara vantagem competitiva quando comparada com outras culturas (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2008).

Devido ao grande crescimento de área cultivada e juntamente com os apelos ambientais em relação à técnica de colheita manual, a incorporação da mecanização na colheita da cana-de-açúcar passa a ser meta entre a maioria das usinas e produtores brasileiros e assim encontra-se em franca expansão (PEARCE, 2006).

A colheita mecanizada é uma das operações mais onerosas dentre todas as etapas do sistema produtivo

¹ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

² Engº. Agrônomo, Líder de Fitotecnia/Entomologia na Usina São Manoel. cfgiachini@gmail.com

^{3 e 4} Doutorando em Energia na Agricultura, FCA/UNESP, Botucatu, SP. cramos@fca.unesp.br; gabriel.lyra@hotmail.com

⁵ Prof. Titular, FCA/UNESP, Engenharia Rural, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP. gamero@fca.unesp.br

⁶ Prof. Titular, FCA/UNESP, Engenharia Rural, Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP. kplancas@fca.unesp.br

canavieiro, representando cerca de 30% de todos os custos envolvidos na produção de cana-de-açúcar (SALASSI; BARKER, 2008).

Segundo Braunbeck e Oliveira (2006), com a colheita mecanizada há um aumento nas perdas de cana-de-açúcar, e estas, podem ser divididas em perdas visíveis e invisíveis, sendo elas decorrentes da ação dos mecanismos rotativos presente nas colhedoras, que realizam as operações de corte basal, picotagem (fracionamento do material colhido) e limpeza dos colmos (pedaços de cana-de-açúcar) do material colhido.

Na colheita mecanizada os índices de perdas e impurezas tendem a aumentar durante a pré-limpeza da palha devido à maior massa vegetal que será processada pela colhedora quando não se queima o canavial (NEVES et al., 2004).

Conforme Mello e Harris (2003), o alto volume de perdas, tanto de massa como por deterioração e a provável redução na produtividade devido aos danos ocasionados na soqueira, são provenientes da ação dos cortadores de base das colhedoras de cana-de-açúcar.

Em estudo de desempenho operacional e econômico da colheita mecanizada, Carvalho Filho (2000), concluiu que a velocidade de deslocamento da colhedora, que pode variar de 2 a 8 km.h⁻¹, é um dos principais fatores que influenciam o nível de perdas no campo. Afirmou também que as principais perdas são aquelas que podem ser diagnosticadas visualmente no campo após a colheita ou presas na colhedora, sendo facilmente determinadas por meio de coleta manual.

Ao analisar as perdas no campo em diferentes velocidades de deslocamento, Ramos et al. (2014) encontraram níveis abaixo de 2,5% à 4 km.h⁻¹ e entre 2,5 e 4,5% à 5,5 km.h⁻¹.

Schmidt Junior (2011) avaliando a combinação ideal entre a velocidade de deslocamento e a velocidade do exaustor primário para um protótipo de colhedora de cana-de-açúcar encontrou resultados para matéria estranha mineral entre 0,29 a 0,41%, para perdas visíveis totais foi de 0,23 a 0,61 t.ha⁻¹ e 0,29 a 0,82 %, já o consumo de combustível em L.h⁻¹ e L.t⁻¹ foram respectivamente 50,30 a 58,56 e 0,52 a 0,75.

Noronha et al. (2011) estudaram as perdas da colheita mecanizada em turno diurno e noturno, e comprovaram que o aumento das perdas pode chegar a 20% a mais durante a colheita noturna.

Os estudos em máquinas e mecanização agrícola na cultura da cana-de-açúcar são essenciais para a melhoria do cultivo, das operações e para redução de custos (PELOIA et al., 2010).

Sabendo da importância em realizar uma colheita de cana-de-açúcar com o menor índice perdas de matéria prima e menor consumo de combustível, objetivou-se com o trabalho comparar os resultados encontrados para estas variáveis entre diferentes turnos de trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado num período entre os dias 14 a 16 de junho de 2012, na Usina Santa Cândida, pertencente ao grupo Tonon Bioenergia, localizada no município de Bocaina, Região Centro Oeste do Estado de São Paulo.

O canavial avaliado foi caracterizado como sendo de porte ereto, com espaçamento utilizado entre as linhas de plantio de 1,5 m e a variedade colhida foi a RB 867515.

A colhedora utilizada neste ensaio foi a de marca Case IH e modelo A7700, de origem nacional e com ano de fabricação 2009. A colhedora utiliza motor Cummins M11 com potência de 335 cv (246 kW) @ 2100 RPM e encontrava-se com 8712 horas trabalhadas. Os operadores da máquina foram diferentes nos diferentes turnos, contudo todos possuíam experiência em colheita de mais de 2 anos.

Para medição do consumo de combustível horário (L.h⁻¹) foram utilizados dois fluxômetros volumétricos M-III (Figura 1), da FLOWMATE fabricado pela OVAL Corporation do Japão e distribuído no Brasil pela K&K do Brasil, modelo LSN41L8-M2, vazão de 10 mL/pulso, sendo um instalado entre os filtros e a bomba injetora do motor da colhedora (F1) e o outro no retorno do combustível ao tanque (F2).

Para aquisição e acompanhamento dos sinais obtidos pelos fluxômetros instalados no sistema de alimentação de combustível da colhedora, utilizou-se um controlador lógico programável (CLP) para coleta dos dados, permitindo a leitura e o armazenamento dos sinais enviados pelos fluxômetros (Figura 2).

O CLP foi o de modelo MC-IHM/002/08 denominado Medidor de Consumo com Interface Homem-Máquina, produzido por Masquetto Automação & Equipamentos, montado com visor de marca Unitronics e modelo Vision 120.

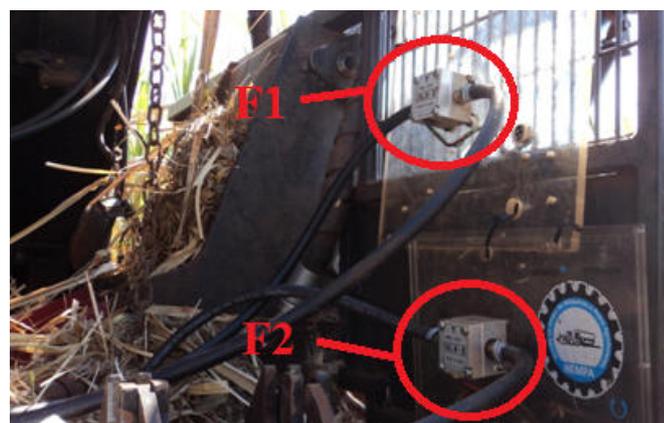


Figura 1 - Fluxômetro de entrada (F1) e retorno (F2) instalados na colhedora.



Figura 2 - Controlador Lógico Programável (CLP).

Após coletados, os pulsos gerados pelos fluxômetros e enviados ao CLP foram convertidos em volume, considerando a vazão de 10 mL/pulso. O cálculo do consumo horário foi feito de acordo com a equação 1:

$$CCh = \frac{\sum (pe - ps) \cdot 3,6}{\Delta t} \quad (1)$$

Em que:

CCh = consumo horário de combustível ($L \cdot h^{-1}$)

$\sum (pe - ps)$ = 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.

pe = pulsos de entrada

ps = pulsos de saída

A partir do consumo horário de combustível foi possível através das seguintes equações obter os respectivos resultados: Consumo de combustível por hectare (Equação 2) e consumo de combustível por toneladas de cana colhida (Equação 3).

$$CCa = Td \times CCh \quad (2)$$

Em que:

CCa = consumo de combustível por área ($L \cdot ha^{-1}$);

Td = tempo efetivo demandado ($h \cdot ha^{-1}$);

CCh = consumo de combustível horário ($L \cdot h^{-1}$).

$$CCt = CCh / T \quad (3)$$

Em que:

CCt = consumo de combustível por toneladas de cana colhida ($L \cdot t^{-1}$)

CCh = consumo de combustível horário ($L \cdot h^{-1}$)

T = toneladas de cana colhida ($t \cdot h^{-1}$)

As perdas de matéria prima foram medidas de maneira direta demarcando-se uma área de 10 m^2 ($3,03 \times 3,33\text{m}$), como mostrado na figura 3, logo após a colheita e realizando a catação manual de todas as frações que não foram colhidas como, canas inteiras (pedaço de cana igual ou maior que $2/3$ do tamanho normal da cana do canavial avaliado, podendo ou não estar presa às raízes), cana ponta (pedaços de canas agarrados aos ponteiros), tocos (pedaço de colmo preso à soqueira, acima do solo e menor que 20 cm) tolete (pedaço de cana esmagado ou não com corte característico do facão picador ou corte de base em ambas as extremidades) pedaços (variações de cana que não se encaixam nas definições anteriores; sem as características de toco, canas inteira, tolete, lasca e cana ponta) lasca (fragmentos de cana totalmente dilacerados) (BENEDINI et al., 2009). A seguir foi efetuada a pesagem separadamente, de cada material recolhido utilizando uma balança com acurácia de 0,1 kg.

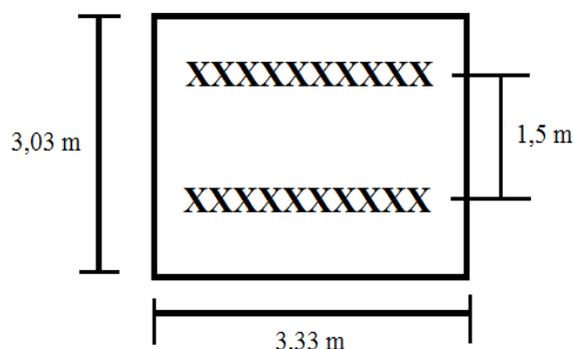


Figura 3 - Demonstrativo de esquema de amostragem de perdas visíveis.

As perdas foram calculadas de forma absoluta ($t \cdot ha^{-1}$), multiplicando-se o valor final em peso por 1.000, para se obter o resultado da área de 1 hectare. Para o valor em percentagem, dividiu-se este valor pela produtividade mais o valor, conforme Equação 4.

$$Perdas = \frac{Perdas \text{ no Campo}}{Produtividade + Perdas \text{ no Campo}} \cdot 100 \quad (4)$$

Para análise estatística dos valores encontrados foram realizadas quatro repetições de amostragem para cada tratamento.

Após a colheita da área estudada foi avaliado também as impurezas minerais, para tal avaliação foi considerado o material colhido e enviado para a usina por meio de caminhão, onde foram retiradas amostras de 10 kg de cada carga, utilizando-se sonda amostradora, as quais, na sequência, foram desfibradas, de onde foi retirado uma amostra de 50 g, a qual em cadinhos foi incinerada em mufla na temperatura de 600° C por período de 8 horas, seguindo a metodologia do teor de cinzas (INMETRO, 1999). Após o procedimento feito pelo laboratório da usina obtiveram-se os valores obtidos para impureza mineral na matéria prima colhida.

Tabela 1 - Classificação das perdas de matéria-prima (%).

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

(Fonte: BENEDINI et al., 2009).

O experimento compreendeu um delineamento inteiramente casualizado. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS (2012). Foi realizada análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na sequência serão apresentados na tabela 1 os resultados encontrados no ensaio para os tipos de perdas recorrentes do sistema de colheita mecanizada em cana-de-açúcar crua, sendo elas descritas com suas respectivas unidades de medidas: Cana inteira (t.ha⁻¹), lasca (t.ha⁻¹), pedaços (t.ha⁻¹), toco (t.ha⁻¹), tolete (t.ha⁻¹), total de perdas (%), total de perdas (t.ha⁻¹).

Tabela 2 - Tipos de perdas e produtividade da cana-de-açúcar no ensaio.

Perdas	Turno	
	A	C
Cana Inteira (t.ha ⁻¹)	0 B	0,23 A
Lascas (t.ha ⁻¹)	0,17 B	0,42 A
Pedaços (t.ha ⁻¹)	0,24 B	0,57 A
Toco (t.ha ⁻¹)	0,28 B	0,68 A
Tolete (t.ha ⁻¹)	0,22 B	0,33 A
Total (t.ha ⁻¹)	0,92 B	2,27 A
Total (%)	0,88 B	2,2 A
Produtividade (t.ha ⁻¹)	104,7	96,1

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O total de perdas de cana-de-açúcar expresso em percentagem e tonelada por hectare, respectivamente, encontrados entre os turnos de trabalho A e C mostram que o turno de trabalho que apresentou a maior perda durante a operação de colheita da cana-de-açúcar, foi o turno C, havendo diferença estatística entre os dois turnos de trabalho.

Seguindo a metodologia descrita pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), que usa os valores encontrados para perdas em toneladas por hectare (t.h⁻¹) para gerarem índices de comparação entre os valores obtidos para perdas em percentagem (%), confirma-se, neste caso, o baixo (<2,5%) nível das perdas encontrado no presente trabalho para todos os turnos.

Com base nestes resultados, pode-se dizer que, o aumento das perdas no turno C pode ser explicado pelo fato de o mesmo ocorrer em um horário (00h00 às 8h00) onde não há incidência de luz solar, o que pode promover deficiência de visão do operador da colhedora, fazendo com que, muitas vezes, este não perceba falhas de operação que acarretam em maior perda.

Os resultados médios obtidos para perdas de cana-de-açúcar nesse ensaio foram menores que os encontrados em trabalhos desenvolvidos por diversos autores, entre eles Ripoli e Berto (1981) com 6,5%, Romero et al. (1993) com resultados entre 10 e 13%, Furlani Neto (1995) com 4,5% e Nery (2000) que encontrou valores entre 6,1 e 9,9%, tal acontecimento deve estar relacionado com a evolução das colhedoras, que hoje são mais eficientes.

Belardo (2010) encontrou resultados de perda total na colheita mecanizada de cana-de-açúcar semelhantes aos obtidos no presente ensaio entre 1,5 a 3,2%, assim como Schmidt Junior (2011) que, em seu trabalho obteve resultados abaixo daqueles aqui obtidos, ficando entre 0,29 a 0,82%.

Em estudo desenvolvido com uma colhedora CASE IH A 7700, semelhante à deste ensaio, e avaliando as perdas em turnos diurno e noturno, Noronha et. al. (2011) encontrou valores de 9,3% e 11,2% para as perdas nos turnos diurno e noturno respectivamente, além de concluir que as perdas encontradas durante as operações noturnas são 20% maiores que as encontradas no diurno.

Assim, os valores obtidos neste ensaio podem ser classificados como “baixo” para os turnos de trabalho.

A quantidade de impureza mineral presente no material colhido, entre os turnos de trabalho, pode ser analisada pela Tabela 3. A partir da mesma pode-se observar maior acúmulo de impureza mineral no turno C em relação ao turno A. Segundo classificação do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), os níveis de impureza mineral são classificados como: “baixo” quando

menores que 0,7%; “médio” quando entre 0,7 e 1,2% e; “alto” quando maior que 1,2%.

Alguns autores trabalharam somente durante o dia (turno A), assim levando em consideração o resultado encontrado neste ensaio para o turno A, verifica-se que, este ensaio obteve valor próximo aos encontrados por Nery (2000) de 0,66%, Furlani Neto (1995) de 0,7% e Molina Junior et al. (2001) que encontraram 0,08% e 1,17%, já Belardo (2010), ao avaliar o desempenho operacional de três colhedoras de marcas diferentes, obteve resultados para impureza mineral, em toneladas por hectare e em porcentagem que variaram entre 0,55 a 1,16 t.ha⁻¹ e 0,61 a 0,84%, respectivamente, evidenciando-se que os resultados encontrados nesse ensaio também foram próximos aos encontrados pelo mesmo.

Schmidt Junior (2011) após avaliar a combinação ideal entre a velocidade de deslocamento e a velocidade do exaustor primário de um protótipo de colhedora de cana-de-açúcar e também sendo este feito somente durante o dia (turno A), encontrou para quantidade de impurezas minerais valores entre 0,29 e 0,41%, os quais estão abaixo do encontrado neste ensaio para o turno A.

Tabela 3 - Impureza mineral (%) e (t.h⁻¹) encontrada na cana-de-açúcar entre turnos de trabalho.

Impureza Mineral	Turno A	Turno C
(%)	0,94 A	2,02 B
(t/ha)	0,98 A	1,94 B

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se verificar que a quantidade de impureza mineral na cana-de-açúcar colhida mecanicamente mostra aumento significativo no turno onde a colheita é realizada sem luz natural.

Tal evento aconteceu também porque os operadores não contaram com o sistema automático de regulagem da altura do corte de base da colhedora que encontrava-se desligado, tendo os mesmos que operarem de forma manual e assim o efeito luminoso (ausência de luz) mostrou o quanto pode interferir para a operação de colheita.

Os resultados encontrados para os turnos de trabalho estudados, referentes ao consumo horário de combustível na operação efetiva de colheita e nas manobras, estão representados na Tabela 4.

O consumo de combustível na operação de colheita não se mostrou diferente entre os turnos de trabalho A e C. Observou-se também que durante a operação de manobra não houve diferença para consumo de combustível entre os turnos A e C.

Tabela 4 - Consumo horário de combustível (L.h⁻¹) para operações de colheita e manobra da colhedora nos diferentes turnos de trabalho.

Operação	Turno A	Turno C
Colheita	66,3 A	63,1 A
Manobra	21,8 A	22,7 A

Letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As diferenças de consumo horário de combustível entre os turnos de trabalho podem ser explicadas pela mudança de operador e também pelas condições de trabalho que se modificam entre um turno e outro.

Outro fator observado é que dentro de um mesmo talhão, com uma mesma variedade de cana, pode haver diferentes situações nas quais a colhedora aumenta ou diminui o seu regime de consumo de combustível, dentre elas estão as falhas do canavial, colheita em finais de linhas de plantio (morredores), declives ou aclives, tombamento de uma ou mais linhas de cana-de-açúcar, etc.

Comparando os resultados obtidos no presente ensaio com aqueles encontrados em estudos desenvolvidos por Carvalho Filho (2000) de 49,77 L.h⁻¹ e Mazzonetto (2004) de 51,58 L.h⁻¹, Reducing harvest costs through coordinated sugarcane harvest and transport operations in Louisiana. observa-se que os valores de consumo horário de combustível (L.h⁻¹) foram maiores. Já quando comparado com o resultados encontrado por Belardo (2010), que foi 64,80 L.h⁻¹, os resultados encontrados neste estudo mostram-se próximos.

Os resultados apresentados na Tabela 5, referentes ao consumo de combustível por unidade de área colhida mostram que não houve diferença significativa entre os turnos de trabalho. Em ensaio semelhante, Belardo (2010) encontrou resultados para a mesma variável que ficaram entre 54,43 e 85,00 (L.ha⁻¹).

Tabela 5 - Consumo de combustível da colhedora por unidade de área colhida (L.ha⁻¹) entre turnos de trabalho.

Turno de Trabalho	Consumo de Combustível (L.ha ⁻¹)
Turno A	80,1 A
Turno C	99,4 A

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 estão representados os valores obtidos para o consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar colhida referente aos dois turnos de trabalho estudados, onde para essa variável não houve diferença estatística significativa.

Tabela 6 - Consumo de combustível da colhedora por tonelada de cana-de-açúcar colhida ($L.t^{-1}$) entre turnos de trabalho.

Turno de Trabalho	Consumo de Combustível ($L.t^{-1}$)
Turno A	0,54 A
Turno C	0,52 A

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores da variável consumo de combustível por tonelada ($L.t^{-1}$) mostraram-se baixos, devido às boas condições de colheita oferecidas à colhedora, uma vez que esta operou em canaviais com produtividade média de 100,5 toneladas por hectare.

Os valores obtidos nesse ensaio são inferiores aos encontrados em ensaio semelhantes por Nery (2000) 0,61 a 0,69 $L.t^{-1}$ e muito próximos aos encontrados por Belardo (2010) 0,47 a 0,70 $L.t^{-1}$ e Schmidt Junior (2011) de 0,52 a 0,75 $L.t^{-1}$.

4 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para consumo de combustível não apresentaram diferença estatística entre os turnos de trabalho estudados.

Houve diferença estatística significativa entre os turnos estudados para as perdas visíveis de matéria-prima encontradas após a colheita mecanizada, sendo maiores os valores encontrados no turno C.

A impureza mineral estudada também apresentou diferença estatística entre os turnos estudados, sendo maior a quantidade de impureza no turno C.

5 REFERÊNCIAS

BELARDO, G. C. **Avaliação de desempenho efetivo de três colhedoras em cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) sem queima**. 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BENEDINI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G. **Perdas e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada**. Guariba: CTC, 2009. 7 p. (Boletim técnico).

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 300-308, 2006.

CARVALHO FILHO, S. M. **Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia**. 2000. 108 p. Dissertação (Mestrado

em Máquinas Agrícolas)-Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2000.

FURLANI NETO, V. L. **Colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) avaliação em canaviais com e sem queima prévia**. 1995. 110 f. Tese (Doutorado em Máquinas Agrícolas)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

INMETRO. **Açúcar**, 1999. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/acucar.as>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MAZZONETTO, A. W. **Colheita integral de cana (*Saccharum SSP*) crua, análise de desempenho operacional**. 2004. 88 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MELLO, R. C.; HARRIS, H. Desempenho de cortadores de base para colhedoras de cana-de-açúcar com lâminas serrilhadas e inclinadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 355-358, 2003.

MOLINA JÚNIOR, W. F.; RIPOLI, T. C. C.; MIALHE, L. G.; CANALE, A. C.; RIPOLI, M. L. C. Comparative study of operational performance of three harvesters in green cane. In: ASAE INTERNATIONAL ANNUAL MEETING, 2001, Sacramento. **Proceedings...** Sacramento: ASAE, 2001. p. 718-726.

NERY, M. S. **Desempenhos operacional e econômico de uma colhedora em cana crua**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

NEVES, J. L. M.; MAGALHÃES, P. S. G.; OTA, W. M. Sistema de monitoramento de perdas visíveis de cana-de-açúcar em colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 764-770, 2004.

NORONHA, R. H. F.; SILVA, R. P.; CHIODEROLI, C. A.; SANTOS, E. P.; CASSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 931-938, 2011.

PEARCE, J. Evolução constante. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 51, p. 12-13, 2006.

PELOIA, P. R.; MILAN, M.; ROMANELLI, T. L. Capacity of the mechanical harvesting process of sugarcane billets. **Scientia Agrícola**, Piracicaba. v. 67 p. 619-623, 2010.

RAMOS, C. R. G.; LANÇAS, K. P.; DE LYRA, G. A.; MILLANI, T. M. Qualidade da colheita mecanizada de cana-de-açúcar em função da velocidade de deslocamento e rotação do motor da colhedora. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 87-94, 2014.

RIPOLI, T. C. C.; BERTO, P. N. A. Avaliação de desempenho de colhedoras de cana-de-açúcar na região de Campos, RJ. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 2, p. 30-31, fev. 1981.

ROMERO, M. L. C.; ZAMORA, F. P.; OLEA, I.; SCANDALIARIS, J.; MARTÍN, L. Evaluación de nuevas cosechadoras integrales. **Avance Agroindustrial**, Tucumán, v. 13, n. 52, p. 24-28, mar. 1993.

SALASSI, M. E.; BARKER, F. G. Reducing harvest costs through coordinated sugarcane harvest and transport operations in Louisiana. **Journal American Society Sugar Cane Technologists**, Baton Rouge, v. 28, p. 32-41, 2008.

SCHMIDT JUNIOR, J. C. **Avaliação de desempenho efetivo de colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 2011. 108 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Dados e cotações: estatísticas 2008. Disponível em: <www.unica.com.br>. Acesso em: 21 out. 2011.