



DESEMPENHO OPERACIONAL E ENERGÉTICO DE COLHEDORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) PARA UMA E DUAS LINHAS DA CULTURA

João Vitor Paulo Testa¹, Kléber Pereira Lanças², Murilo Battistuzzi Martins³, Jefferson Sandi⁴ & Fernanda Scaranello Drudi⁵

RESUMO: O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) do mundo, portanto, o seu cultivo é de grande importância para o agronegócio brasileiro. A mecanização da colheita da cana-de-açúcar se tornou necessária, pois a queima da cultura está, gradativamente, sendo proibida no Brasil e, sem essa prática, o corte manual se torna ineficiente e dispendioso. Com o aumento da colheita mecanizada surgiram as inovações do setor para o aumento do rendimento dessa operação e, nos últimos anos, a tentativa de se desenvolver uma colhedora específica para duas linhas simultâneas se tornou realidade. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho operacional e energético de duas colhedoras de cana-de-açúcar para uma e duas linhas da cultura, em espaçamento convencional. Os ensaios foram conduzidos em um canavial colhido sem queima prévia, da variedade RB855156, em seu segundo corte, com espaçamento entre linhas de 1,5 m, produtividade agrícola estimada de 83,5 t ha⁻¹ e porte ereto. As colhedoras foram avaliadas em 3 velocidades de deslocamento (2,5 km h⁻¹, 3,5 km h⁻¹ e 5 km h⁻¹) para realizar avaliações do desempenho das máquinas. A média de capacidade de campo efetiva foi de 0,56 ha h⁻¹ para a colhedora de uma linha e de 1,08 ha h⁻¹ para a colhedora de duas linhas, o consumo de combustível por tonelada colhida foi de 0,97 L t⁻¹ para a colhedora de uma linha contra 0,65 L t⁻¹ para a colhedora de duas linhas. Em todos os casos a colhedora de duas linhas apresentou maior eficiência e produtividade do que a de colhedora de uma linha.

PALAVRAS-CHAVES: Mecanização Agrícola, consumo de combustível, índice de impureza mineral e vegetal, eficiência, produtividade.

OPERATIONAL AND ENERGETIC PERFORMANCE OF SUGARCANE (*Saccharum spp.*) HARVESTERS FOR ONE AND TWO ROWS OF PLANTING

ABSTRACT: Brazil is the largest producer of sugarcane (*Saccharum spp.*) in the world, so its cultivation is of great importance for Brazilian agribusiness. The mechanized harvesting of cane sugar has become necessary because the culture of the burning is gradually being banned in Brazil and, without this practice, manual cutting becomes inefficient and costly. With increasing mechanical harvesting, emerged the sector innovations to increase the yield of this operation and, in recent years, the attempt to develop a harvester specifies for two simultaneous rows came true. The aim of this study was to evaluate the operational and energy performance of two harvesters of sugarcane, for one and two rows of planting. The tests were conducted in a sugarcane field of the variety RB855156 harvested without burning, at its second cut, with line spacing of 1.5 m, estimated agricultural productivity of 83.5 t ha⁻¹. The harvester was evaluated in three forward speeds (2.5 km h⁻¹, 3.5 km h⁻¹ and 5 km h⁻¹) to carry out evaluations of the performance of the machines. The average effective field capacity was 0.56 ha h⁻¹ for one row harvested and 1.08 ha h⁻¹ for two rows harvested, fuel consumption per ton of sugarcane harvested was 0.97 L t⁻¹ for one row and 0.65 L t⁻¹ for two rows. In all cases, the two rows showed higher efficiency and productivity against the one row.

KEYWORDS: Agricultural mechanization; fuel consumption; vegetable and mineral impurity rate; efficiency; productivity.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a cana-de-açúcar foi produzida de forma manual em todo o transcorrer do seu processo produtivo e, essa realidade vem sendo modificada gradativamente. Na última década a introdução de processos totalmente mecanizados vem se intensificando, principalmente pela

¹ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Doutorando em Energia na Agricultura. E-mail: joaovitor testa@outlook.com

² Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Professor Titular E-mail: klancas@fca.unesp.br

³ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Doutorando em Energia na Agricultura. E-mail: mbm_martins@hotmail.com

⁴ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Doutorando em Energia na Agricultura. E-mail: jeffe_sandi@hotmail.com

⁵ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Mestranda em Energia na Agricultura. E-mail: fernandadrudi@gmail.com

escassez da mão de obra no campo, seu alto custo e a baixa eficiência dos processos manuais.

Para Costa Neto (2006), a mecanização da colheita da cana-de-açúcar, trouxe vários benefícios em relação a colheita manual, que vão além do menor custo, deixando claro que a maior eficiência da operação traz vantagens para a indústria, como a melhor programação da colheita, pois uma colhedora substitui o trabalho de aproximadamente 100 pessoas, chegando de 15 a 20 t h⁻¹ contra 5 a 6 t dia⁻¹ por trabalhador manual, diminuindo o risco de greves e escassez de mão de obra no campo. O autor afirmou que os programas de qualificação profissional são de grande importância para desenvolvimento da atividade, assim como políticas públicas específicas para amenizar os reflexos do êxodo rural que ocorreu nos anos subsequentes.

Rodrigues e Abi-Saab (2007), ao fazerem um estudo comparativo entre os custos da colheita mecanizada e manual na cana-de-açúcar crua, encontraram valores de 6,58 R\$ t⁻¹ para a colheita mecanizada, e 8,90 R\$ t⁻¹ para a colheita manual, as diferenças de valores são da ordem de 32,74% de redução do custo da tonelada colhida mecanicamente.

As condições da cultura e do terreno influenciam diretamente na velocidade de deslocamento da colhedora. As colhedoras de cana-de-açúcar têm capacidade para operar em velocidades de até 9,0 km h⁻¹, entretanto, é observado que essas máquinas trabalham melhor com uma velocidade de deslocamento entre 4,0 e 6,0 km h⁻¹ sendo que isso ocorre, possivelmente, pela falta de sistematização dos talhões destinados a colheita mecanizada. Em talhões não devidamente adequados à colheita mecanizada, o uso de velocidades superiores causa o aumento das perdas de matéria-prima. A velocidade de trabalho deve ser ajustada às características do talhão, evitando assim as perdas de matéria-prima (RIPOLI E RIPOLI, 2009).

Segundo Ramos et al. (2016), no mercado atual, as colhedoras de cana-de-açúcar estão se desenvolvendo cada vez mais para a otimização do processo de colheita, adquirindo tecnologia de ponta, dessa forma simplificando a operação de colheita, facilitando para os operadores, geram dados que facilitam o gerenciamento do que está acontecendo no campo e, principalmente, tem melhor aproveitamento energético, melhor qualidade do material colhido e um rendimento operacional superior. Os sistemas de colheita de cana-de-açúcar têm sido muito discutidos, para que as modificações futuras venham a atender de forma mais adequada às particularidades de cada sistema de produção.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho operacional e energético de duas colhedoras de cana-de-açúcar, uma para a colheita de uma linha e a outra para a colheita de duas linhas simultâneas da cultura, em espaçamento convencional (1,5 m entre linhas).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em outubro de 2013, no município de Bocaina, estado de São Paulo, o centro da área experimental está situado nas coordenadas geográficas: 22°06'22" de Latitude Sul, 48°28'4" de Longitude Oeste, com 532 metros de altitude

A área experimental utilizada no ensaio foi um talhão homogêneo de aproximadamente 20 ha, apresentando solo arenoso, declividade média de 3,5%, e sistematização adequada, sendo considerada apta para a colheita mecanizada. A variedade colhida foi a RB855156, com porte ereto, no segundo corte, colhida de forma mecanizada, plantada em espaçamento de 1,5 m entre linhas mecanicamente, apresentando produtividade média total da área de 83,49 t ha⁻¹, sendo que a operação de colheita da cana-de-açúcar foi realizada sem a queima prévia do palhicho.

Foram utilizadas duas colhedoras de cana-de-açúcar, M1 e M2, suas características estão descritas na Tabela 1.

Tabela 01 - Colhedoras utilizadas no experimento.

Características	Colhedoras	
	M1	M2
Ano de fabricação	2013	2013
Horímetro (h)	323,4	2.123,4
Pot. Máx. (cv / kw)	358 / 260	358 / 260
Sistema de injeção	Common Rail	
Aspiração	Turbo aftercooler	
Cilindrada (L)	9	9
Rodado	Esteiras	Esteiras
Peso (kg)	18.600	20.600

M1 é uma colhedora convencional para uma linha da cultura e M2 realiza o corte de duas linhas de cana-de-açúcar através de dois discos de cortes munidos de facas posicionados nos divisores de linha da colhedora (Figura 1). Cada disco realiza o corte de uma linha da cultura, na sequência, o corte de base recolhe o material para o interior da máquina aonde são realizados os processos picagem e limpeza do material de maneira similar a colhedora de uma linha.

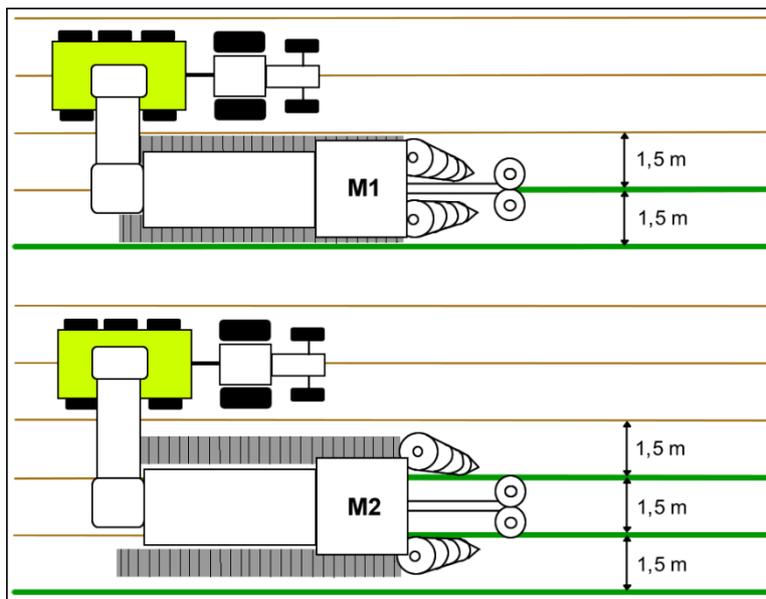


Figura 01 - Esquema das diferentes formas de colheita realizadas pelas máquinas.

Para avaliar as colhedoras foram selecionadas três velocidades de deslocamento na colheita, sendo elas: 2,5 km h⁻¹ (V1), 3,5 km h⁻¹ (V2) e 5,0 km h⁻¹ (V3). Cada colhedora trabalhou nas velocidades selecionadas gerando 6 tratamentos em fatorial 2x3.

Os tratamentos foram submetidos a três repetições, totalizando 18 repetições para avaliar o consumo de combustível e a capacidade operacional das colhedoras, com cada repetição representando 100 metros de fileira contínua dentro do talhão, sendo que a colhedora M1 colhendo uma linha da cultura e a colhedora M2 colhendo duas linhas, gerando uma parcela experimental de 150 m² para colhedora M1 e de 300 m² para a colhedora M2 em cada repetição.

2.1 Velocidade de deslocamento

As velocidades de deslocamento foram calculadas em função do tempo gasto para percorrer cada fileira de 100 metros. Para a determinação do comprimento da área colhida foi utilizado um GPS de navegação manual.

1.1 2.2 Capacidade de campo efetiva

A capacidade de campo efetiva foi determinada pela relação entre a área útil da parcela trabalhada e o tempo gasto no percurso da parcela, por meio da Equação 1:

$$CE = \frac{Atr}{\Delta_t} \cdot 0,36 \quad (1)$$

onde:

CE = capacidade de campo efetiva (ha h⁻¹);

Atr = área útil da parcela trabalhada (m²);

Δ_t = tempo gasto no percurso da parcela experimental (s);

0,36 = fator de conversão.

2.3 Consumo de combustível

Para a aquisição de dados do consumo de combustível foram utilizados quatro fluxômetros da marca Oval, modelo LSF45, de 500 L h⁻¹ de capacidade de leitura máxima que foram instalados nas máquinas avaliadas, sendo que cada máquina recebeu duas unidades, sendo instaladas no sistema de alimentação de combustível entre o tanque e o motor e outro instalado no retorno para o tanque.

Os fluxômetro enviaram os dados a uma taxa de um pulso para cada 10 mL de combustível que se deslocam em seu interior, esses pulsos são transmitidos para um sistema de aquisição de dados, sendo ele dois contadores de pulsos e um cronômetro, que são disparados em conjunto, no início da fileira a ser colhida, e chegando ao término da fileira, com os dados recebidos, foi calculado o consumo horário da máquina (Equação 2).

2.3.1 Consumo horário de combustível (L h⁻¹)

O consumo horário de combustível foi obtido através do cálculo dos dados adquiridos pela Equação 2:

$$CCh = \frac{\sum (p_e - p_s) \cdot 3,6}{\Delta_t} \quad (2)$$

onde:

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

$\sum (p_e - p_s)$ = diferença entre os somatórios de pulsos dos fluxômetros, equivalente a mL de combustível gasto, de entrada e de retorno do motor;

Δ_t = tempo gasto (s);

3,6 = fator de conversão.

2.3.2 Consumo de combustível por área (L ha⁻¹)

O consumo de combustível por área colhida foi calculado através da Equação 3:

$$CCa = Td.CCh \quad (3)$$

onde:

CCa = consumo de combustível por área (L ha⁻¹);

Td = tempo efetivo demandado (h ha⁻¹);

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

2.3.3 Consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar (L t⁻¹)

A determinação da quantidade de matéria prima colhida foi calculada baseada na produtividade do talhão (t ha⁻¹) multiplicando a área útil da parcela (ha). A produtividade do talhão foi obtida através da usina, com a quantidade de matéria prima retirada no total da área. O consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar colhida foi obtido através da Equação 4:

$$Ct = \frac{CCa}{P} \quad (4)$$

Onde:

Ct = consumo de combustível por toneladas de cana-de-açúcar colhida (L t⁻¹)

CCa = consumo de combustível por área (L ha⁻¹)

P = produtividade do canavial (t ha⁻¹)

2.4 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em fatorial 2x3, representado por duas colhedoras (M1 e M2) e três velocidades de trabalho (2,5; 3,5 e 5 km h⁻¹) com três repetições. As médias foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.1 Velocidade de deslocamento

Para as velocidades avaliadas não houve diferença entre as máquinas dentro dos tratamentos realizados, sendo observadas diferenças significativas apenas entre os diferentes tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias das velocidades de deslocamento nos tratamentos.

Máquina	Velocidade			Média
	V1	V2	V3	
M1	2,49	3,78	4,85	3,71
M2	2,60	3,52	4,66	3,60
Média	2,55 c	3,65 b	4,76 a	

P-Value (Máq.): 0,188; P-Value (Vel.): 0,000; P-Value (Máq. x Vel.): 0,197; CV: 0,047; V1: Velocidade média de 2,5 km h⁻¹; V2: Velocidade média de 3,5 km h⁻¹; V3: Velocidade média de 5,0 km h⁻¹; M1: Colhedora de uma linha, M2: Colhedora de duas linhas. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

3.2 Capacidade de campo efetiva (ha h⁻¹)

As médias de capacidade de campo efetiva foram estatisticamente diferentes a 5% de significância para todas as variáveis avaliadas (Tabela 3). A capacidade de campo efetiva foi maior para a máquina de duas linhas (M2), sendo que as médias também cresceram com o aumento de velocidade das colhedoras, sendo a maior encontrada no tratamento V3 (5,0 km h⁻¹), demonstrando que o aumento da quantidade de linhas colhidas simultaneamente e o aumento de velocidade de deslocamento da máquina, estão diretamente ligados ao aumento da capacidade de campo efetiva. A colhedora M2 obteve as maiores médias de capacidade efetiva em todas as velocidades avaliadas.

Tabela 3 - Médias dos valores de capacidade de campo efetiva.

Máquina	Velocidade			Média
	V1	V2	V3	
M1	0,37 bC	0,57 bB	0,73 bA	0,56 B
M2	0,78 aC	1,06 aB	1,40 aA	1,08 A
Média	0,58 c	0,81 b	1,06 a	

P-Value (Máq.): 0,000; P-Value (Vel.): 0,000; P-Value (Máq. x Vel.): 0,000; CV: 0,046; V1: Velocidade média de 2,5 km h⁻¹; V2: Velocidade média de 3,5 km h⁻¹; V3: Velocidade média de 5,0 km h⁻¹; M1: Colhedora de uma linha, M2: Colhedora de duas linhas. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

Os resultados encontrados para a capacidade de campo efetiva foram semelhantes aos dados apresentados por Belardo (2010) que avaliando três máquinas obteve 0,74 ha h⁻¹, 0,75 ha h⁻¹ e 0,77 ha h⁻¹ colhendo na velocidade de 5 km h⁻¹ com colhedoras de uma linha.

3.3 Consumo horário de combustível (L h⁻¹)

Para o consumo horário de combustível os resultados encontrados foram diferentes com 5% de probabilidade estatística (Tabela 4), quando analisada a variável máquina, o maior consumo horário ocorreu na colhedora M2. Para a variável velocidade de deslocamento, a menor velocidade de deslocamento das máquinas V1 (2,5 km h⁻¹), foi obtido o menor consumo horário.

As colhedoras apresentaram um consumo de combustível horário menor quando operando em menores velocidades, o maior consumo ocorreu nos tratamentos de maior velocidade (V3) na colhedora M2. O aumento na velocidade de deslocamento e quantidade de linhas colhidas simultaneamente influenciou no aumento de consumo horário de combustível.

Rosa, Ripoli e Gadinha Junior (2013) encontraram resultados semelhantes na colheita de duas linhas adensadas, obtendo um consumo médio de 67,5 L h⁻¹ a 5,0 km h⁻¹. Da mesma forma, Schmidt Junior (2011), colhendo uma linha em velocidade semelhante, também encontrou resultados parecidos aos da colhedora M1 (50,3 L h⁻¹). Ambos obtiveram aumento no consumo

horário de combustível com o aumento da velocidade de deslocamento das colhedoras.

Tabela 4 - Médias dos valores de consumo de combustível horário.

Máquina	Velocidade			Média
	V1	V2	V3	
M1	38,46	42,25	46,81	42,50 B
M2	50,95	57,28	60,30	56,18 A
Média	44,71 b	49,77 a	53,55 a	

P-Value (Máq.): 0,000; P-Value (Vel.): 0,000; P-Value (Máq. x Vel.): 0,683; CV: 0,050; V1: Velocidade média de 2,5 km h⁻¹, V2: Velocidade média de 3,5 km h⁻¹, V3: Velocidade média de 5,0 km h⁻¹, M1: Colhedora de uma linha, M2: Colhedora de duas linhas. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

3.4 Consumo de combustível por área (L ha⁻¹)

Foi constatada diferença entre as máquinas e entre as velocidades de deslocamento, sendo que, para o consumo de combustível por área colhida, o aumento da velocidade de deslocamento das colhedoras diminuiu o consumo de combustível por área (Tabela 5 **Tabela**).

A colhedora de duas linhas (M2) apresentou menor consumo por área do que a colhedora de uma linha (M1). O maior consumo por área ocorreu no tratamento V1M1 e o menor no tratamento V3M2, demonstrando que o consumo por área diminuiu quando ocorreu o aumento de velocidade e aumento de número de linhas colhidas.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Ramos et al. (2016), que avaliou o consumo de combustível de uma colhedora de cana-de-açúcar em duas velocidades de trabalho e três rotações do motor, obtendo valores de 70,31 a 112,6 L ha⁻¹, Giachini et al. (2016) que obteve consumos de 80 a 123 L ha⁻¹ ao avaliar o desempenho operacional de uma colhedora de cana-de-açúcar em dois turnos de trabalho e Lyra et al. (2013) que trabalhando com colhedora de cana-de-açúcar, em três faixas de velocidade e três rotações do motor, observou resultados de 53 a 68 L ha⁻¹. Todos os autores citados utilizaram colhedoras de uma linha.

Tabela 5 - Médias dos valores de consumo de combustível por área.

Máquina	Velocidade			Total
	V1	V2	V3	
M1	102,89 aA	74,67 aB	64,44 aB	80,67 A
M2	65,33 bA	54,20 bAB	43,11 bB	54,21 B
Total	84,11 a	64,43 b	53,78 c	

P-Value (Máq.): 0,000; P-Value (Vel.): 0,000; P-Value (Máq. x Vel.): 0,012; CV: 0,068; V1: Velocidade média de 2,5 km h⁻¹, V2: Velocidade média de 3,5 km h⁻¹, V3: Velocidade média de 5,0 km h⁻¹, M1: Colhedora de uma linha, M2: Colhedora de duas linhas. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem pelo teste

de Tukey ($\alpha = 5\%$), médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

3.5 Consumo de combustível por tonelada (L t⁻¹)

O consumo de combustível por tonelada de cana-de-açúcar colhida teve resultado semelhante ao consumo por área, o consumo de combustível por tonelada diminuiu com o aumento da velocidade em todas as velocidades ensaiadas, as médias foram submetidas à análise estatística a 5 % de confiança (Tabela 6). A colhedora de duas linhas (M2) apresentou o menor consumo e quando a análise foi realizada nos tratamentos separadamente o maior consumo de combustível por área ocorreu na máquina de uma linha na menor velocidade (V1M1), e o menor na máquina de duas linhas na maior velocidade ensaiada (V3M2).

Os resultados encontrados foram similares aos de Belardo (2010) que colhendo com máquina de uma linha, a 5 km h⁻¹, obteve valores entre 0,66 L t⁻¹ e 0,70 L t⁻¹ e colhendo a 7 km h⁻¹, obteve valores de 0,47 L t⁻¹ a 0,53 L t⁻¹.

Tabela 6 - Médias dos valores de consumo de combustível por tonelada colhida.

Máquina	Velocidade			Total
	V1	V2	V3	
M1	1,23 aA	0,89 aB	0,77 aB	0,97 A
M2	0,78 bA	0,65 bAB	0,52 bB	0,65 B
Total	1,01 a	0,77 b	0,64 c	

P-Value (Máq.): 0,000; P-Value (Vel.): 0,000; P-Value (Máq. x Vel.): 0,012; CV: 0,067; V1: Velocidade média de 2,5 km h⁻¹, V2: Velocidade média de 3,5 km h⁻¹, V3: Velocidade média de 5,0 km h⁻¹, M1: Colhedora de uma linha, M2: Colhedora de duas linhas. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$), médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ($\alpha = 5\%$).

4 CONCLUSÃO

✓ A capacidade de campo efetiva aumentou conforme o aumento de velocidade das colhedoras; a colhedora de duas linhas foi superior à colhedora de uma linha em todas as velocidades.

✓ Com o aumento da velocidade, os consumos de combustível por área e por tonelada colhida diminuíram nas duas máquinas, apresentando comportamento semelhante. A colhedora de uma linha apresentou os maiores consumos por área trabalhada e tonelada colhida de cana-de-açúcar em todas as velocidades.

5 REFERÊNCIAS

BELARDO, G. C. **Avaliação de desempenho efetivo de três colhedoras em cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) sem queima**. 2010. 136 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

COSTA NETO, J. D. A cana em tempo bom. Revista CREA-PR, Curitiba, n.41, p.16-19, out. 2006.

GIACHINI, C. F.; RAMOS, C. R. G.; LYRA, G. A.; GAMERO, C. A.; LANÇAS, K. P. Consumo de combustível e perdas de cana-de-açúcar durante a colheita diurna e noturna. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.31, n.1, p.10-16, 2016.

LYRA, G. A.; LANÇAS, K. P.; RAMOS, C. R. G.; MASIERO, F. C.; GIACHINI, C. F. Consumo de combustível de duas colhedoras de cana-de-açúcar em função da velocidade e rotação de motor. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013, 2013, Fortaleza. **Consumo de combustível de duas colhedoras de cana-de-açúcar em função da velocidade e rotação de motor**. Fortaleza, 2013.

RAMOS, C. R. G.; LANÇAS, K. P.; LYRA, G. A.; SANDI, J. Fuel consumption of a sugarcane harvester in different operational settings. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande v.20, n.6, p.588-592, 2016.

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.

RODRIGUES, E. B.; ABI SAAB, O. J. G. Avaliação técnico-econômica da colheita manual e mecanizada da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) na região de Bandeirantes – Pr. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.4, p.581-588, 2007.

ROSA, J. H. M.; RIPOLI, T. C. C.; GADANHA JUNIOR, C. D. Desempenho efetivo e econômico de uma colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em espaçamento duplo alternado. In: VI Simposio Tecnologia de Produção de Cana-de-açúcar, 2013, Piracicaba. **Desempenho efetivo e econômico de uma colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em espaçamento duplo alternado**. Piracicaba: Equilíbrio Editora Sociedade Ltda, 2013. p. 77-86.

SCHMIDT JUNIOR, J. C. **Avaliação do desempenho efetivo de colhedora de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 2011. 108 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.