

COMPRIMENTO DOS REBOLOS NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E ROTAÇÃO DO MOTOR DA COLHEDORA

CARLOS R. G. RAMOS¹, KLÉBER P. LANÇAS², GABRIEL A. DE LYRA³, INDIAMARA MARASCA⁴, MURILO B. MARTINS⁵

1 Eng^o Agrônomo, Doutorando em Energia na Agricultura, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu - SP, Fone: (14) 3811.7165, cramos@fca.unesp.br

2 Eng^o Mecânico, Professor Titular, Dept^o de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu - SP.

3 Eng^o Agrônomo, Doutorando em Energia na Agricultura, Dept^o de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu - SP.

4 Tecnol. Prod. Grãos, Doutoranda em Energia na Agricultura, Dept^o de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu - SP.

5 Eng^o Agrônomo, Mestrando em Energia na Agricultura, Dept^o de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu - SP.

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

RESUMO: O comprimento dos rebolos colhidos por colhedoras de cana-de-açúcar picada influenciam diretamente a qualidade da matéria-prima colhida, pois pode diminuir a deterioração, a matéria estranha, as perdas e o custo com transportes. O objetivo foi avaliar a frequência de distribuição de tamanho dos rebolos colhidos na colheita mecanizada de cana-de-açúcar em diferentes velocidades de deslocamento e rotação do motor da colhedora. O experimento foi conduzido em um canavial em que a colheita ocorreu sem queima prévia, sendo a cana-de-açúcar da variedade RB 855156 em seu segundo estágio de corte, com porte considerado deitado e produtividade de 85 t ha⁻¹. Foi determinado o uso de duas velocidades de deslocamento para a colhedora, sendo a velocidade 1 (V1) de 4,0 km.h⁻¹ ou 1,1 m.s⁻¹, e a velocidade 2 (V2) de 5,5 km.h⁻¹ ou 1,52 m.s⁻¹ e três diferentes rotações do motor da colhedora, sendo a rotação do motor M1 de 1800 rotações por minuto (rpm), a rotação do motor M2 de 1950 rpm e a rotação do motor M3 de 2100 rpm. Foram analisados aleatoriamente 50 rebolos, nos quais foram medidos seus comprimentos. O comprimento dos rebolos diminuiu com o aumento da velocidade de deslocamento e da rotação do motor da colhedora.

PALAVRAS-CHAVE: colhedora, mecanização, perda de matéria-prima.

LENGTH OF BILLETES IN THE MECHANIZES HARVESTING OF SUGAR CANE AS FUNCTION OF FORWARD SPEED AND ENGINE ROTATION

ABSTRACT: The length of billets in sugar cane mechanized harvesting directly influence the quality of the raw materials harvested, it can reduce deterioration, impurities, the losses and the cost of transport. The objective was to evaluate the frequency of length distribution of billets harvested in mechanizes harvesting of sugar cane in different forward speed and engine rotation. The tests were conducted in green harvested canes, variety RB 855156 in its second cut and its relative position from the ground was classified as lying down and yields were around 85 t ha⁻¹. Were used two machine forward speeds, being the first speed 4.0 km h⁻¹ (V1), and the second speed 5.5 km h⁻¹ (V2) and were used three different engine rotations, being the M1 of 1800 revolutions per minute (rpm), M2 of 1950 rpm and M3 of 2100 rpm. Were analyzed fifty billets randomly and measured its lengths. The length of billets reduced with the increase of forward speed and engine rotation.

KEYWORDS: harvester, mechanization , loss of raw material.

INTRODUÇÃO: A matéria-prima com qualidade tecnológica considerada ideal para o processamento industrial deve conter colmos sadios, recém-cortados, livres de impurezas e com o mínimo possível de ocorrência de pragas ou doenças. Na colheita mecanizada de cana-de-açúcar, quanto menores os rebolos presentes na matéria-prima colhida, maiores serão as densidades de carga, contudo isso aumenta a deterioração da cana-de-açúcar e aumenta as perdas invisíveis (FUELLING 1982; RIPOLI 1996; NEVES et al. 2004). Ao avaliar os critérios de qualidade dos rebolos colhidos por colhedoras de cana-de-açúcar picada, Fuelling (1982) concluiu que para rebolos perfeitos, que se encontravam dentro do tamanho padrão (25 cm a 35 cm), o índice de deterioração foi menor que nos rebolos danificados e pequenos (menores que 25 cm). Para o autor, o tamanho ideal de comprimento dos rebolos fica em torno de 20 a 25 cm, pois pode diminuir a deterioração, a matéria estranha, as perdas e o custo com transportes, enquanto que rebolos estraçalhados em ambas as extremidades podem contribuir para a deterioração mais rápida da matéria-prima. Ao avaliar o comprimento médio de rebolos cortados por duas colhedoras de cana-de-açúcar, De León (2000) obteve porcentagem maior que 50% para o comprimento médio de rebolos de 20 a 25 cm e todos os tratamentos apresentaram quantidade maior que 72,5% de colmos perfeitos. Mazzonetto (2004) obteve colmos com tamanhos entre 6 a 10 cm e índices de cisalhamento com 60% do total de colmos com cortes perfeitos. O autor encontrou valores de eficácia de manipulação de 95,31%, perdas totais de 4,69% e matéria estranha vegetal de 6,3%, ou seja, dentro de limites aceitáveis. As perdas de cana-de-açúcar podem ser divididas em perdas visíveis e invisíveis, em que as primeiras são aquelas que podem ser detectadas visualmente no campo após a colheita, podendo ser colmos inteiros e/ou suas frações, rebolos e tocos resultantes no corte basal, enquanto as perdas invisíveis são na forma de caldo, “serragem” e estilhaços de cana-de-açúcar que ocorrem em razão da ação dos mecanismos rotativos que cortam, picam e limpam a cana-de-açúcar durante o processamento interno nas colhedoras (MORAES, 1992). Apesar de ser fator importante na colheita de cana-de-açúcar picada, as perdas invisíveis são consideradas impossíveis de serem quantificadas no campo e por isso, raramente são levadas em consideração na bibliografia publicada (BURLEIGH et al. (1988), citado por MORAES (1992)). Benedini et al. (2009) procurando quantificar as perdas invisíveis, observaram que essas perdas representam em torno de 2,0 a 5,5% das perdas totais e que as perdas invisíveis causadas pelos picadores são menores apenas que as perdas provocadas pelo corte de base. O objetivo deste trabalho foi avaliar a frequência de distribuição de tamanho dos rebolos colhidos na colheita mecanizada de cana-de-açúcar em diferentes velocidades de deslocamento e rotação do motor da colhedora.

MATERIAL E MÉTODOS: As determinações de campo foram realizadas em junho de 2012 na Usina Santa Cândida, localizada no município de Bocaina, estado de São Paulo, com coordenadas geográficas: 22°06'22" de Latitude Sul, 48°28'46" de Longitude Oeste e altitude de 532 metros em relação ao nível do mar. A colheita ocorreu sem queima prévia do canavial, na Fazenda Nossa Senhora Aparecida, sendo a cana-de-açúcar da variedade RB 855156 em seu segundo estágio de corte. O espaçamento entre fileiras utilizado foi de 1,5m e a produtividade média estimada pela usina era de 85 t ha⁻¹. O relevo do terreno era plano e encontrava-se em condições adequadas para a operação de colheita mecanizada, com sulcos apresentando paralelismo ideal. Como tratamentos, foram selecionadas duas velocidades de deslocamento para a colhedora, sendo as velocidades de 4,0 km h⁻¹ (V1) e 5,5 km h⁻¹ (V2). Foram utilizadas três diferentes rotações do motor da colhedora, sendo a rotação do motor M1 de 1800 rotações por minuto (rpm), a rotação M2 de 1950 rpm e a rotação M3 de 2100 rpm. Para todo o experimento foi utilizada uma única colhedora. Os tratamentos foram submetidos a seis repetições (cada repetição representou a colheita de uma fileira de planta com comprimento de 300 m), totalizando 36 parcelas experimentais. A análise estatística foi efetuada pelo sistema SISVAR, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Para a amostragem e avaliação da qualidade de matéria-prima foram utilizados dois tambores metálicos cobertos com sacos plásticos para coleta do material colhido, ao final de cada repetição, que serviu de sub-amostras para análise tecnológica. Para a análise da qualidade da matéria-prima colhida foram realizadas 4 repetições para cada tratamento. A partir das subamostras coletadas, foram analisados, aleatoriamente, 50 rebolos, nos quais foram medidos seus comprimentos, para obtenção da frequência de comprimento, bem como se procedeu a análise da qualidade do corte realizado pelos facões picadores dos mesmos, sendo classificados como perfeitos quando não houvesse fissuras em ambas as extremidades, perfeito quando somente um dos lados apresentasse fissuras e imperfeito quando em ambas as extremidades fossem observadas as fissuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As frequências de comprimento dos rebolos colhidos em todos os tratamentos estão apresentadas na Tabela 1. Foi observado que o comprimento dos rebolos diminuiu com o

aumento da velocidade de deslocamento e principalmente com a rotação do motor da colhedora. Avaliando os critérios de qualidade dos rebolos colhidos pelas colhedoras de cana picada, Fuelling (1982) observou que para rebolos perfeitos que se encontravam dentro do tamanho padrão considerado ótimo (25 cm a 35 cm), o índice de deterioração foi muito menor que nos rebolos danificados e pequenos (menores que 25 cm). Em estudo realizado com colheita de cana crua, Mazzonetto (2004) obteve tamanho de rebolos entre 6 a 10 cm, sendo menores que os apresentados neste trabalho. Neste trabalho, foi encontrado o tamanho médio dos rebolos variando entre 16 e 20 cm, com resultados acima de 84% dentro dessa margem para os tratamentos V1M1, V2M1, V1M2 e V2M2, e de 77 e 68% para os tratamentos V1M3 e V2M3, respectivamente. Contudo, foi observado que à medida que aumentou a rotação do motor da colhedora, a quantidade de rebolos cortados com comprimento fora da margem de 16 a 20 cm aumentou, sendo de 10, 13 e 27% para os tratamentos M1, M2 e M3, respectivamente.

Tabela 1: Frequência de distribuição do comprimento de rebolos (cm) para todos os tratamentos.

Intervalo de comprimento (cm)	V1M1	V2M1	V1M2	V2M2	V1M3	V2M3
	%					
10 - 12	0,9	0,0	0,0	0,0	3,5	2,6
13 - 15	5,3	6,1	7,9	7,0	7,0	21,1
16 - 17	33,3	36,0	38,6	45,6	24,6	50,0
18 - 20	56,1	53,5	45,6	43,9	52,6	18,4
21 - 23	4,4	4,4	7,0	3,5	7,9	4,4
24 - 26	0,0	0,0	0,9	0,0	4,4	3,5

Os resultados deste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Peloia et al. (2010), que ao avaliar a capacidade do processo de corte de rebolos de cana-de-açúcar colhidos mecanicamente, obteve valores de comprimento de rebolos que variaram entre 11 e 25 cm em cana sem queima. O mesmo autor ao utilizar valores de 14 a 18 cm como valor mínimo e máximo de limite de tamanho dos rebolos, respectivamente, obteve em torno de 22% dos rebolos com tamanhos fora dessa margem. Belardo (2010), que obteve intervalos de comprimento entre 13 e 31 cm, apresentaram 86% dos rebolos no intervalo de comprimento entre 14 -19 cm e 14% dos rebolos com comprimentos fora dessa margem. Estes resultados, porém, foram diferentes dos encontrados por De León (2000), que obteve porcentagem maior que 50% para o comprimento médio de rebolos de 20 a 25 cm ao avaliar o comprimento médio de rebolos de duas colhedoras em quatro velocidades. A Figura 2 apresenta os valores percentuais determinados para a qualidade do cisalhamento dos rebolos dos tratamentos. Os resultados deste trabalho mostram a diminuição da qualidade do cisalhamento à medida que aumentou a velocidade de deslocamento e principalmente a rotação do motor da colhedora, diminuindo a presença de rebolos perfeitos e aumentando a presença de rebolos com uma ou com as duas extremidades danificadas (com fissuras). Observou-se que em um mesmo nível de rotação do motor, não houve diferença significativa entre as velocidades avaliadas para porcentagem de rebolos perfeitos; porém, em níveis diferentes de rotação do motor, a mesma velocidade de deslocamento apresentou diferença na qualidade do cisalhamento dos rebolos, mostrando que o aumento da rotação do motor da colhedora influenciou significativamente na diminuição da qualidade do cisalhamento dos rebolos colhidos. Com exceção dos tratamentos com a rotação M3, os demais apresentaram maiores valores de porcentagem de colmos perfeitos do que os encontrados por De León (2000) de 72,5% e Mazzonetto (2004) com valores de 60%.

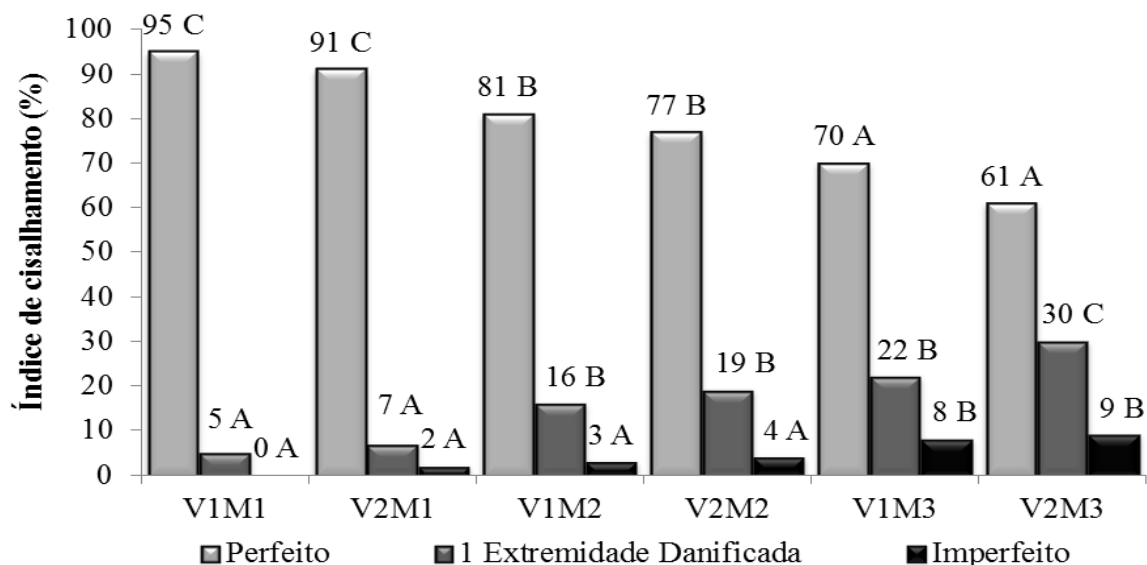


Figura 1: Qualidade do cisalhamento dos rebolos presentes na matéria-prima colhida.

Estes resultados não concordam com os resultados obtidos por Schmidt Junior (2011) e Belardo (2010) em que a qualidade de cisalhamento foi mantida mesmo com o aumento da velocidade de colheita.

CONCLUSÕES: O aumento da velocidade de deslocamento e da rotação do motor da colhedora provocou a diminuição do comprimento e da qualidade do cisalhamento dos rebolos colhidos, aumentando a porcentagem de danos à medida que se aumentaram esses parâmetros.

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.
- BENEDINI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G.; Perdas e impurezas vegetais e minerais na colheita mecanizada. *Boletim técnico*. Guariba, 2009. 7p.
- DE LÉON, M.J. Avaliação de desempenho operacional de duas colhedoras de cana (*Saccharum spp*) crua. 2000. 111 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- FUELLING, T. G. Sugar Cane Harvester Design. *Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists*. 1982. p. 131-137.
- 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.
- MORAES, E. E. Avaliação das perdas invisíveis de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e impurezas vegetais na colheita mecanizada. 1992. 124 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas, 1992.
- NERY, M. S. Desempenhos operacional e econômico de uma colhedora em cana crua. 2000. 108 p. 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.764-70, 2004.
- PELOIA, Paulo Rodrigues; MILAN, Marcos; ROMANELLI, Thiago Libório. Capacity of the mechanical harvesting process of sugar cane billets. *Scientia agrícola*, Piracicaba, v. 67, n. 6, 2010 .
- RIPOLI, T. C. C. Ensaio ; certificação de máquinas para colheita de cana-de-açúcar. In: MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas: ensaios ; certificação. Piracicaba, 1996. cap.13, p.635-73. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 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.