

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**DESEMPENHO OPERACIONAL
DE UMA COLHEDORA EM CANA CRUA
NA REGIÃO DA GRANDE DOURADOS - MS**

LEANDRO DE SOUZA CARVALHO

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE UMA COLHEDORA EM
CANA CRUA NA REGIÃO DA GRANDE DOURADOS - MS**

LEANDRO DE SOUZA CARVALHO
Engenheiro agrônomo

Orientador: PROF. DR. CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009

**DESEMPENHO OPERACIONAL DE UMA COLHEDORA EM CANA CRUA
NA REGIÃO DA GRANDE DOURADOS - MS**

por

Leandro de Souza Carvalho

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 06/07/2009

Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza
Orientador – UFGD/FCA

Profa. Dra. Leidy Zulys Leyva Ruff
Co-Orientadora – UFGD/FCA

Prof. Dr. Munir Mauad
UFGD/FCA

Profa. Dra. Denise Mahl
UEM

Aos
meus pais, João e Rosa;
meu irmão Marcos;
meus amigos de mestrado;
Dedico

À
Maria, Setembrina, Fábio e Anderson
pelo constante incentivo e apoio
incondicional, ofereço

AGRADECIMENTOS

À UFGD, por meio do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, pela orientação, estímulo e sugestões seguras durante o estudo.

À diretoria da Usina DECOIL, ao engenheiro agrônomo Welington e aos funcionários Ataíde e Carlos, pelo apoio e infra-estrutura disponibilizados, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Tadeu Vitorino pelas sugestões e apoio durante o desenvolvimento do projeto.

À Profa. Leidy Zulys Leyva Rafull pela colaboração na execução do trabalho e nos ensinamentos que auxiliaram na minha formação.

Aos amigos do programa de pós-graduação: Anderson Bergamin, Fábio Régis e Luciano Venturoso, pela longa amizade, convívio e momentos de descontração.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | PÁGINA |
|---|--------|
| RESUMO..... | iii |
| ABSTRACT..... | iv |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 4 |
| CAPACIDADE DE COLHEITA E PERDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COLHIDA POR UMA COLHEDORA EM CANA CRUA | 5 |
| RESUMO..... | 5 |
| HARVESTING CAPACITY AND LOSSES OF SUGAR CANE HARVESTED BY A RAW SUGAR CANE HARVESTER | 5 |
| ABSTRACT..... | 5 |
| INTRODUÇÃO | 6 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| RESULTADOS E DISCUSSÕES | 11 |
| CONCLUSÕES | 15 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 16 |
| IMPUREZAS E QUALIDADE DE CORTE DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE- AÇÚCAR..... | 18 |
| RESUMO..... | 18 |
| DROSS AND CUT QUALITY OF A SUGAR CANE HARVESTER | 18 |
| ABSTRACT..... | 18 |
| INTRODUÇÃO | 19 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| RESULTADOS E DISCUSSÕES | 25 |
| CONCLUSÕES | 33 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |
| CONCLUSÕES GERAIS..... | 36 |

RESUMO

CARVALHO, Leandro de Souza, M.Sc., Universidade Federal da Grande Dourados, julho de 2009. **Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua na Região da Grande Dourados – MS.** Orientador: Cristiano Márcio Alves de Souza. Co-orientadores: Antonio Carlos Tadeu Vitorino e Leidy Zulys Leyva Rafull.

A colheita mecanizada de cana crua reduz as emissões de poluentes na atmosfera, entretanto têm sido verificadas perdas no sistema de colheita de cana crua, além de influenciar a eficiência da colhedora e a qualidade do trabalho da máquina. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro velocidades de deslocamento sobre o desempenho operacional de uma colhedora de cana crua. Foi usado o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos (3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹), com quatro repetições. Foram determinadas a capacidade de colheita bruta e líquida, a eficácia de manipulação, as perdas na colheita, as impurezas da matéria-prima, a qualidade do corte e a frequência do comprimento dos rebolos. As capacidades efetiva bruta e líquida foram influenciadas pelas velocidades de trabalho, verificando aumento de seus valores com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora. A eficácia de manipulação não foi influenciada pelo aumento na velocidade de deslocamento da colhedora. Ocorreu aumento nas capacidades efetiva bruta e líquida na medida em que aumenta a velocidade de deslocamento da colhedora até 8,0 km h⁻¹, sem reduzir a eficácia de manipulação. As perdas de cana no campo não foram influenciadas com o aumento na velocidade de deslocamento da colhedora. Analisando o material coletado na unidade de transporte, constatou-se que o índice de rebolo inteiro, índice de raiz, índice de material não selecionado, índice de ponteiros e índice de matéria estranha vegetal não foram influenciados pelo aumento na velocidade de deslocamento da colhedora, enquanto o índice de folhas e palhas foi alterado. A frequência de comprimento dos rebolos praticamente não foi alterada pelo aumento da velocidade da colhedora. Um comprimento de rebolos entre 18 a 23 centímetros foram os mais frequentes usando uma colhedora em cana crua. Há uma tendência de aumento no cisalhamento de rebolos e tocos com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora, indicando necessidade de regulagem do mecanismo de corte de base com a velocidade de avanço da máquina.

Palavras-chave: capacidade de colheita, perdas de cana, qualidade de corte, impurezas.

ABSTRACT

CARVALHO, Leandro de Souza, M.Sc., Federal Universidad of Grande Dourados, Julio de 2009. **Operational performance of a harvester in green cane in the area of Grande Dourados-MS** Adviser: Cristiano Márcio Alves de Souza. Committee Members: Antônio Carlos Tadeu Vitorino e Leidy Zulys Leyva Rafull.

The raw sugar cane mechanized harvesting reduces the pollutants emissions in the atmosphere; however losses in the system of raw sugar cane harvesting have been noticed, besides influencing the harvester efficiency and the quality of the machine work. The aim of this work was to assess the effect of the four displacement speeds on the operational performance of a raw sugar cane harvester. It was used the completely randomized design, being the four treatments (3.0, 4.5, 6.0 and 8.0 km h⁻¹), with four replications. They were determined the gross and net harvesting capacity, the manipulation effectiveness, the harvesting losses, the raw material impurities, the cut quality and the frequency of the grindings length. The effective gross and net capacities were influenced by the work speeds, checking the values rise with the displacement speed raise of the harvester. The manipulation effectiveness wasn't influenced by the displacement speed raise of the harvester. Raise occurred in the effective gross and net capacities as increasing the displacement speed of the harvester to 8.0 km h⁻¹, without reducing the manipulation effectiveness. The sugar cane losses in the field weren't influenced with the displacement speed raise of the harvester. Analyzing the collected material in the transportation unity, it was observed that the whole grinding index, root index, unselected material index, pointers index and strange vegetal material index weren't influenced by the displacement speed raise of the harvester, whereas the leaves and straw index was changed. The frequency of the grindings length wasn't almost changed by the speed raise of the harvester. The grindings length between 18 and 23 cm was the most frequent one using a harvester in raw sugar cane. There is a trend of the raise in the grindings and stumps shear with the displacement speed raise of the harvester, showing need adjustment of the base cut mechanism with the forward speed of the machine.

Key-words: harvesting capacity, sugar cane losses, cut quality, impurities.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção de 572,6 milhões de toneladas na safra 2008, valor 2,36% superior à safra de 2007, quando foram produzidas 31,3 milhões de toneladas de açúcar e 23 bilhões de litros de álcool (CONAB, 2009).

Esse crescimento na produção brasileira, foi alcançado pela participação bastante importante da região Centro-Oeste, onde as áreas de cultivo da cana-de-açúcar vêm sendo ampliadas e novas usinas de álcool e açúcar estão sendo instaladas. Em Mato Grosso do Sul, a produção na safra 2008 alcançou 20,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar com uma área plantada de 275,8 mil hectares que correspondeu a 3,9% da área total brasileira (CONAB, 2009). A região da Grande Dourados, tem influenciado no aumento desses indicadores estaduais, devido ao rápido crescimento do setor sucroalcooleiro.

Dentre as etapas da produção da cana-de-açúcar, a colheita se destaca pela complexidade dos processos que a compõem, seja por questões de desempenho de campo, econômicas, ambientais e/ou sociais. A colheita mecanizada de cana-de-açúcar vem sendo adotada por grande parte dos produtores. Na colheita mecanizada, as operações de corte, carregamento e transporte são realizadas por máquinas.

O uso de máquinas na colheita da cana-de-açúcar viabiliza o corte de cana crua, entretanto provoca perdas pelas dificuldades que apresenta o mecanismo de corte em acompanhar, de maneira eficiente, o perfil do terreno, podendo favorecer a realização do corte acima da altura ótima ou, até mesmo, o enterramento desses mecanismos. Esses fatos provocam perdas, presença de impurezas na matéria-prima, desgaste excessivo das lâminas de corte, sobrecarga dos elementos de transmissão, aumento da exigência de potência e danos às soqueiras (RAFULL e SOUZA, 2006).

Na colheita mecanizada de cana crua, têm sido observadas maiores perdas que em colheita de cana queimada, sendo que os índices de perdas e de matéria estranha tendem a aumentar com o aumento da massa vegetal que será processada pela colhedora (NEVES et al., 2003), sendo as perdas de cana-de-açúcar, aquelas que podem ser detectadas visualmente no campo após a colheita, como colmos inteiros e/ou suas frações, rebolos e tocos resultantes do corte basal (NEVES et al., 2004).

As perdas de cana-de-açúcar podem ser minimizadas com o melhor gerenciamento das etapas da colheita, transporte e estocagem assim como com a seleção

e o uso de tecnologias apropriadas. A colheita mecanizada de cana-de-açúcar tem propiciado algumas preocupações, devido às perdas de cana-de-açúcar no campo, redução da qualidade deste material e redução da longevidade do canavial (SALVI, 2006).

Em colheita mecânica, é preciso ajustar alguns fatores de produção (RODRIGUES e SAAB, 2007), sendo que a adequação da velocidade de deslocamento da colhedora aos diferentes locais de cultivo é de fundamental importância para melhorar o desempenho operacional da máquina.

Ripoli et al. (1999), observaram que o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora provocou aumentos das capacidades efetiva bruta, operacional e efetiva líquida. Esses autores também observaram que as perdas de cana no campo não foram influenciadas pelo aumento da velocidade de deslocamento da máquina, aumentando assim a capacidade operacional com diminuição dos custos de produção. Nery (2000) também observou que a capacidade efetiva bruta elevou-se com o aumento da velocidade de deslocamento. Este autor observou que as perdas de cana-de-açúcar no campo não aumentaram com a elevação da velocidade de deslocamento da colhedora. Porém, as perdas de rebolos foram influenciadas negativamente pelo aumento da velocidade.

Velocidades e eficiências de campo baixas podem tornar o custo da colheita alto, diminuindo a competitividade da usina (RODRIGUES e SAAB, 2007). Isso mostra a necessidade de propor e discutir alternativas viáveis que ofereçam respostas para os problemas apontados, contribuindo, assim, para manter uma competitividade sustentável da atividade com responsabilidade ambiental. No estudo da viabilidade técnica de um sistema de colheita de cana-de-açúcar podem ser focadas como restrições dos sistemas, as variáveis perdas e a qualidade da matéria-prima, a capacidade operacional de colheita e a longevidade do canavial.

As colhedoras podem trabalhar com diferentes velocidades de deslocamento, mas devido às condições do terreno, da cultura e falta de mão-de-obra qualificada para operar a máquina nas maiores velocidades, o que se observa é que essa velocidade varia entre 4,0 e 6,0 km h⁻¹. Assim, é importante realizar trabalhos de desempenho com maiores velocidades, que podem vir a aumentar a eficiência na colheita.

Na atual condição regional, onde a indústria sucroalcooleira promete desenvolver-se e não existem pesquisas realizadas para as condições da região da

Grande Dourados-MS e dos municípios ao seu entorno, o trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho operacional de uma colhedora de cana-de-açúcar em colheita de cana crua, submetida a diferentes velocidades de deslocamento.

Este trabalho está dividido em dois artigos. No primeiro é avaliado o efeito da velocidade de deslocamento sobre a capacidade de colheita e as perdas provocadas por uma colhedora de cana-de-açúcar em colheita de cana crua. O segundo avalia a influência da velocidade de deslocamento de uma colhedora de cana-de-açúcar sobre as impurezas da matéria-prima e a qualidade de corte, em colheita de cana crua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da safra brasileira de cana-de-açúcar 2009: primeiro levantamento**. Brasília, 2009. 15p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1cana_de_acucar.pdf

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

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; MORAES, E.E.; MARCHI, A.S. Avaliação de perdas invisíveis de cana-de-açúcar nos sistemas da colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.539-546, 2003.

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.

RAFULL, L.Z.L.; SOUZA, C.M.A. Colheita de cana-de-açúcar: desafios reais. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, v.5, p. 8-11, 2006.

RIPOLI, T.C.; NERY, M.S.; De LEÓN, M.J.; PIEDADE, S.M.S. Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de avanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 199-207, 1999.

RODRIGUES, E.B.; SAAB, O.J.G.A. 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.

SALVI, J.V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CAPACIDADE DE COLHEITA E PERDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR COLHIDA POR UMA COLHEDORA EM CANA CRUA

RESUMO

A colheita mecanizada de cana crua é uma tendência mundial, pois reduz as emissões de poluentes na atmosfera, quando comparado com a colheita de cana queimada, mas tem-se observado maiores perdas no sistema de cana crua, além de alterações nas capacidades de colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da velocidade de deslocamento sobre a capacidade de colheita e as perdas provocadas por uma colhedora de cana-de-açúcar em colheita de cana crua. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo quatro velocidades (3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹), com quatro repetições. As capacidades efetiva bruta e líquida foram influenciadas pelas velocidades de trabalho, verificando-se aumento de seus valores com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora. A eficácia de manipulação não foi influenciada pela velocidade de deslocamento da colhedora. As perdas de cana-de-açúcar no campo não foram alteradas com a velocidade de deslocamento da colhedora. Ocorre aumento nas capacidades de colheita efetiva bruta e líquida à medida que aumenta a velocidade de deslocamento da colhedora até 8,0 km h⁻¹, sem reduzir a eficácia de manipulação.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L., desempenho operacional, colheita mecânica.

HARVESTING CAPACITY AND LOSSES OF SUGAR CANE HARVESTED BY A RAW SUGAR CANE HARVESTER

ABSTRACT

The raw sugar cane mechanized harvesting is a worldwide trend, because it reduces the pollutants emissions in the atmosphere when compared to the burning sugar cane harvesting, but it's noticed higher losses in the raw sugar cane system, besides changes in the harvesting capacities. The aim of this paper was to assess the effect of the displacement speed over the harvesting capacity and the losses caused by a sugar

cane harvester in a raw sugar cane crop. It was used the entirely randomized design with four treatments (3.0, 4.5, 6.0 e 8.0 km h⁻¹), with four replications. The effective gross and net capacities were influenced by the work speeds, verifying raise in the values with the displacement speed raise of the harvester. The manipulation effectiveness wasn't influenced by displacement speed of the harvester. The sugar cane losses in the field weren't changed with the displacement speed of the harvester. Raise occurs in the effective gross and net harvesting capacities with increasing the displacement speed of the harvester to 8.0 km h⁻¹, without reducing the manipulation effectiveness.

Key-works: *Saccharum officinarum* L., operational performance, mechanized harvesting.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção de 572,6 milhões de toneladas na safra 2008, valor 2,36% superior à safra passada, quando foram produzidas 31,3 milhões de toneladas de açúcar e 23 bilhões de litros de álcool. O estado de Mato Grosso do Sul produziu 20,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar contribuindo com 3,9% da área brasileira plantada com essa cultura (CONAB, 2009).

A colheita mecanizada de cana crua tem como principal vantagem reduzir as emissões de poluentes na atmosfera, quando comparada com a colheita de cana queimada. Em colheita mecânica de cana crua, os índices de perdas e de matéria estranha tendem a aumentar devido à maior massa vegetal que será processada pela colhedora (NEVES et al., 2003). Furlani Neto et al. (1981) estudando perdas de cana-de-açúcar constataram que o corte mecânico em cana crua, provocou perdas de 3,83 t ha⁻¹.

Neves et al. (2004) analisando lascas e impurezas, na carga recebida no caminhão para a colheita realizada com as rotações de 1.200 e 1.500 rpm do ventilador do extrator primário, verificaram que não houve diferença, entre as cargas dos veículos para os componentes, colmo, lascas e impurezas minerais; enquanto que nos componentes, palmito, palha e impurezas totais (base seca), houve diferenças, sendo que a carga recolhida com a menor rotação no extrator primário apresentou maior quantidade de impurezas totais.

As perdas de cana-de-açúcar podem ser minimizadas com o melhor gerenciamento das etapas da colheita, transporte e estocagem, assim como, com a seleção e o uso de tecnologias apropriadas. Na colheita mecanizada de cana-de-açúcar têm surgido algumas preocupações, devido às perdas de cana-de-açúcar no campo, redução da qualidade deste material e redução da longevidade do canavial (SALVI, 2006). No corte mecânico, é preciso combinar e aperfeiçoar alguns fatores de produção (RODRIGUES e SAAB, 2007), sendo que a adequação da velocidade de deslocamento da colhedora aos diferentes locais de cultivo é uma importante ferramenta para melhorar o desempenho operacional da máquina.

Colhedoras podem trabalhar com velocidade de até $9,0 \text{ km h}^{-1}$, mas devido às condições do terreno e da cultura, o que se tem observado realmente no campo é que essa velocidade não tem ultrapassado $4,0$ a $6,0 \text{ km h}^{-1}$, para evitar um aumento de perdas de cana-de-açúcar no campo (SALVI, 2006). Ripoli et al. (2001) verificaram em um canavial de porte ereto e previamente sistematizado, que a velocidade de deslocamento de até $7,0 \text{ km h}^{-1}$ não influenciou nas perdas totais e a qualidade da cana-de-açúcar.

O desempenho de uma colhedora em colheita de cana sem queima foi avaliado por Ripoli et al. (1999), em que observaram que o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora aumentou as capacidades efetiva bruta, operacional e efetiva líquida. Estes autores também observaram que as perdas de matéria-prima no campo não foram influenciadas pelo aumento da velocidade de deslocamento da máquina, aumentando assim a capacidade operacional. Nery (2000) também observou que a capacidade efetiva bruta elevou-se com o aumento da velocidade de deslocamento, em que com a velocidade de $7,68 \text{ km h}^{-1}$ foi colhido $110,18 \text{ t h}^{-1}$. Este autor observou que as perdas de matéria-prima no campo não aumentaram com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora; porém, as perdas de rebolos aumentaram com incremento da velocidade.

Baixa velocidade de deslocamento da colhedora pode tornar o custo da colheita alto, diminuindo assim, a competitividade da atividade (RODRIGUES e SAAB, 2007). Ripoli et al. (2001) observaram velocidade de $5,39 \text{ km h}^{-1}$, como a ideal para se obter a melhor capacidade operacional. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho Filho (2000), que estudando o desempenho operacional e econômico da colhedora mecanizada de cana crua, verificou que a velocidade de deslocamento da

colhedora de 5,4 km h⁻¹ foi a que apresentou o melhor desempenho econômico, menores perdas no campo e menor índice de matéria estranha.

Considerando que o estudo do desempenho de colhedoras de cana crua para as condições da região da Grande Dourados e dos municípios ao seu entorno é pouco referenciado na literatura, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da velocidade de deslocamento de uma colhedora sobre a capacidade de colheita e perdas de cana-de-açúcar no campo em colheita de cana crua.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de campo foram realizados na safra 2007 na Fazenda Santa Cândida, pertencente à usina Destilaria Centro-Oeste Iguatemi Ltda (DECOIL), localizada no município de Iguatemi-MS, situado nas coordenadas geográficas de latitude 54°23'38,7''S, longitude 23°10'02,4''W e altitude de 375 metros. A área foi identificada como talhão 43, apresentando 2% de declividade. O solo da área é um Neossolo Quartzarênico, cuja composição granulométrica determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) apresentou 855,7 g kg⁻¹ de areia, 14,3 g kg⁻¹ de silte e 130,0 g kg⁻¹ de argila nos primeiros 0,10 m de profundidade. Nesta mesma camada, os valores obtidos para o teor de água no solo determinados segundo proposto em Embrapa (1997) variaram de 0,39 a 0,48 kg kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, cujos tratamentos consistiram de quatro velocidades de deslocamento da colhedora, sendo estas 3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹, com quatro repetições.

A colhedora utilizada é de origem nacional, modelo 3510, potência de 335 cv a 2.100 rpm, com rodado de esteira e controle automático do corte de base (CACB). A máquina foi regulada conforme as recomendações de uso: rotação do picador e corte de base de 908 rpm, pressão do corte de base de 6,55 a 6,89 MPa (950 a 1000 psi), rotação dos rolos alimentadores de 170 rpm, rotação dos extratores primários e secundários de 750 rpm.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB867515, a qual se encontra no quarto corte, com doze meses de idade e plantada no espaçamento entre linhas de 1,40 m, em sistema convencional. Essa é uma variedade rústica, com produtividade agrícola alta, maturação média-tardia, alto teor de sacarose, médio teor de fibra, adaptabilidade ampla e boa estabilidade (UDOP, 2009).

As determinações de campo foram efetuadas com base na metodologia proposta por Ripoli e Ripoli (2005), que recomenda primeiramente a caracterização das condições de campo e posteriormente a análise do desempenho operacional da máquina no campo. Na caracterização foi determinada a massa média de cana-de-açúcar, a massa de matéria estranha vegetal por metro linear e porte do canavial como descrito em Ripoli (1996). Também foram determinadas a idade e o grau de maturação da cultura.

O porte do canavial foi caracterizado considerando-se a posição relativa das canas em relação ao terreno, sendo classificadas colmo ereto (acima de 45°), acamado ($22,5$ a 44°) e deitado (abaixo de $22,5^\circ$). Foram determinadas oito amostras de cinco metros lineares ao acaso e em diferentes linhas de plantio e anotado o número de colmos industrializáveis em cada condição e contidos na distância abrangida pela base do triângulo disposto longitudinalmente na fileira de plantio, como mostrado na Figura 1.

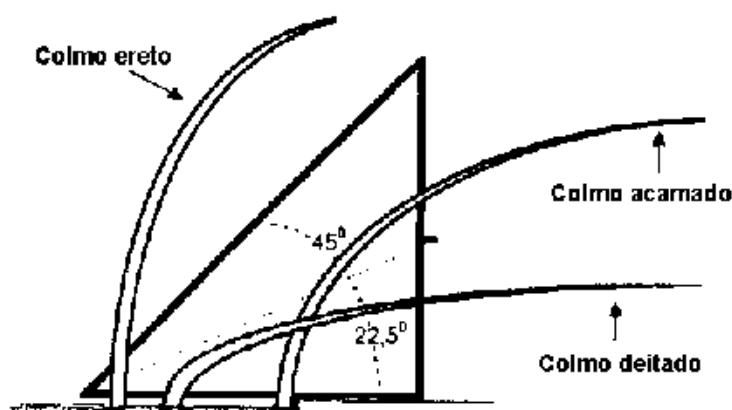


FIGURA 1. Triângulo padrão para avaliação do porte do canavial (RIPOLI et al., 1977).

As massas médias de colmos e de matéria estranha vegetal por metro linear foram determinadas na mesma área demarcada para a avaliação do porte do canavial, onde se efetuou a colheita manual, fazendo o desponte, eliminando folhas e palhas aderidas aos colmos. Foi obtida a massa dos colmos, a massa dos ponteiros e a massa das folhas e palhas.

As características tecnológicas foram determinadas por meio de análises laboratoriais na usina, retirando-se amostras de caldo do quinto internódio de 10 colmos, tomados ao acaso, considerando como dado representativo a média aritmética dos valores obtidos. Foram avaliadas as porcentagens de brix, pol, pureza, AR (açúcares redutores), ART (açúcares redutores totais) e fibra.

A colhedora foi avaliada operando em quatro velocidades de deslocamento, sendo 3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹, com quatro repetições, totalizando 16 determinações. Cada unidade experimental correspondeu a uma distância de 100 metros da linha de plantio. Ao final de cada unidade experimental, a máquina era parada; porém, os mecanismos de fracionamento dos colmos, da limpeza da cana, de elevação e de descarga do material permaneciam em movimento até processar o material colhido ao longo da linha. A cana colhida na linha de 100 metros foi descarregada em um caminhão caçamba, que transportava o material colhido para a usina, onde eram feitas as pesagens de matéria-prima colhida.

A capacidade efetiva bruta foi determinada por meio da equação:

$$CE_b = \frac{W_e}{T_e} \quad (1)$$

em que:

CE_b – capacidade efetiva bruta, t h⁻¹;

W_e – massa de cana colhida lançada no veículo de transporte em cada parcela, kg;

T_e – tempo cronometrado em cada parcela, h.

A capacidade efetiva líquida foi determinada conforme a equação:

$$CE_l = CE_b \cdot \frac{E_m}{100} \quad (2)$$

em que:

CE_l – capacidade efetiva líquida, t h⁻¹;

CE_b – capacidade efetiva bruta, t h⁻¹;

E_m – eficácia de manipulação, %.

A eficácia de manipulação de colhedoras combinadas foi a relação entre a quantidade de rebolos colocados na unidade de transporte e a quantidade de colmos colocados na linha de plantio, conforme a equação:

$$EM = \frac{m_r}{m_c} \cdot 100 \quad (3)$$

em que:

EM – eficácia de manipulação, %;

m_r – massa de rebolos de colmos colocados na unidade de transporte, kg;

m_c – massa de colmos existentes na linha de plantio, kg;

A perda de campo da cana foi representada por toda cana que ficou no campo, após a passagem no gabarito de colheita com a máquina (RIPOLI e RIPOLI, 2004). Para se determinar a perda foi demarcada uma área de 30 m², sendo depois da colheita procedida a catação manual da cana deixada no campo e posteriormente separou-se em frações de lascas, colmos, pedaços, rebolos, colmos-ponta e tocos segundo Ripoli e Ripoli (2004). A perda total foi determinada somando-se as respectivas perdas no campo.

$$IP_x = \frac{m_x}{m_T} \cdot 100 \quad (4)$$

em que:

IP_x – Índice de perdas de cana no campo, %;

m_x – massa de material perdido coletado no campo, t ha⁻¹;

m_T – produtividade do talhão, t ha⁻¹;

x – refere-se às massas de lasca (L), colmo (C), pedaço (P), rebolo (R), colmo-ponta (CP), e pedaço de tocos (TC).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativa foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a comparação de médias, utilizando o aplicativo computacional SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A massa vegetal total do canavial por hectare foi de 94,2 t, sendo 6,4% de palhas, 13,2% de ponteiros e 80,4% de colmos de cana-de-açúcar, conferindo uma produtividade de 75,7 t ha⁻¹ (Figura 2). Esta produtividade encontrada é semelhante à produtividade média no estado, que é de 75,3 t ha⁻¹ (CONAB, 2009).

Orsolini (2002) trabalhando com a variedade RB 845257, em seu segundo corte, com onze meses, cultivada em solo franco arenoso, obteve uma produtividade média de 87,2 t ha⁻¹. Nery (2000) em Latossolo Roxo argiloso, cultivado com a variedade RB 835089, em terceiro corte, encontrou uma produtividade de 145 t ha⁻¹, superior à encontrada no experimento, mas as porcentagens das frações constituintes do canavial seguiram a mesma tendência, obtendo 82,4% de colmos no canavial.

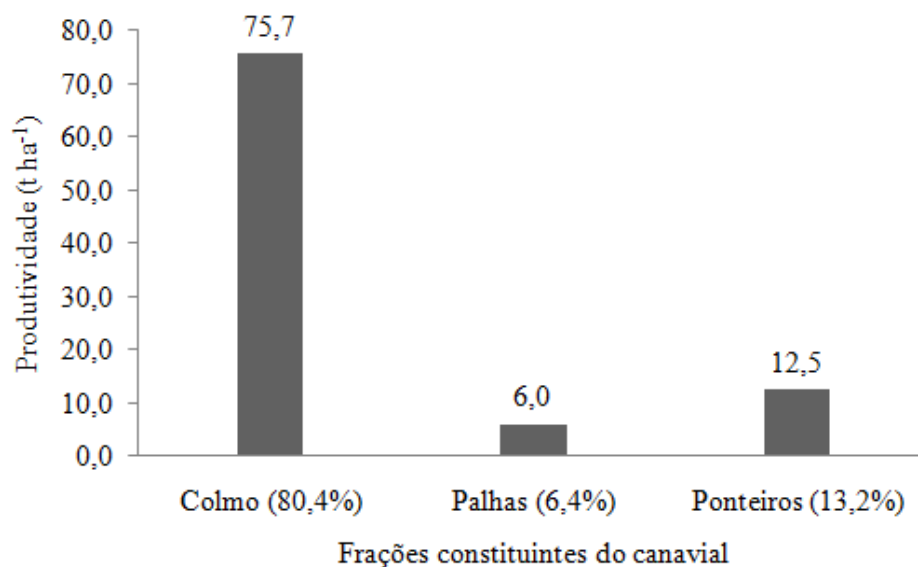


FIGURA 2. Resultados em peso e percentual das frações constituintes do canavial, variedade RB867515 em Iguatemi, MS.

O canavial apresentou 74,9% de colmos eretos, 16,1% de colmos deitados e 9,0% de colmos acamados, sendo considerado um canavial ereto, conforme Ripoli (1996). Esta condição é a ideal para o corte mecanizado da cana-de-açúcar, pois canaviais deitados e acamados dificultam a colheita, podendo reduzir a eficiência do corte e aumentar as perdas de matéria-prima, o que segundo Orsolini (2002) é fundamental para ensaios de máquinas de colheita.

As características tecnológicas da cultura apresentaram os seguintes valores: brix do caldo 19,0%, pol do caldo 16,0% e fibra da cana 11,0% (Quadro 1). De acordo com Stupiello et al. (1971) citado por Ripoli e Ripoli (2005), estes valores de maturação da cana-de-açúcar estão de acordo com os padrões recomendados de qualidade do produto colhido.

QUADRO 1. Resultados médios das análises tecnológicas da cana-de-açúcar no material colhido

| | Brix | Pol | AR | ART | Pureza | Fibra |
|-------|---------------|-------|------|-------|--------|-------|
| | % | | | | | |
| Média | 18,98 | 15,98 | 0,57 | 17,39 | 84,18 | 11,00 |
| DP | 0,29 | 0,45 | 0,07 | 0,43 | 2,11 | 0,40 |

DP = desvio padrão; AR = açúcares redutores; ART = açúcares redutores totais.

No Quadro 2 são apresentadas as médias das capacidades de colheita efetivas bruta e líquida para as respectivas velocidades. As capacidades efetiva bruta (CE_b), calculada e líquida foram influenciadas pelas velocidades de trabalho, sendo verificado aumento de seus valores com o aumento na velocidade de deslocamento da colhedora (Quadro 2). Alterações nas capacidades efetivas de colheita também foram observadas por Nery (2000), com o aumento na velocidade de deslocamento da colhedora.

QUADRO 2. Médias das capacidades de colheita efetiva bruta (CE_b) e líquida (CE_l) e da eficácia de manipulação (E_m) para as velocidades de deslocamento da colhedora

| Velocidade (km h^{-1}) | CE_b | CE_l | E_m |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------|--------|
| | t h^{-1} | | % |
| 3,0 | 41,6 c | 40,7 c | 97,8 a |
| 4,5 | 57,9 b | 55,5 b | 95,7 a |
| 6,0 | 61,5 b | 60,0 b | 97,7 a |
| 8,0 | 93,7 a | 90,9 a | 96,9 a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que na velocidade de $8,0 \text{ km h}^{-1}$ foi obtido as maiores capacidades efetivas bruta, enquanto a velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$ foi a que apresentou as menores capacidades efetivas. Verifica-se também, que nas velocidades de $4,5 \text{ km h}^{-1}$ e $6,0 \text{ km h}^{-1}$ não houve diferenças para a capacidade efetiva bruta, mas apresentaram diferenças com valores superiores quando comparadas com a velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$.

O maior valor obtido para a capacidade efetiva bruta foi de $93,7 \text{ t h}^{-1}$, aumentando esta capacidade efetiva em $52,2 \text{ t h}^{-1}$, quando comparada com o valor obtido com a velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$. A capacidade efetiva bruta aumentou com o aumento da velocidade de deslocamento, corroborando com a proposição de Rozeff (1989), em que a capacidade efetiva bruta é função da velocidade de deslocamento da colhedora. Ripoli et al. (1999) que trabalharam nas velocidades de $3,0$; $5,0$ e $7,0 \text{ km h}^{-1}$, e encontraram uma capacidade efetiva bruta de $36,3$; $87,7$ e $110,2 \text{ t h}^{-1}$, respectivamente.

A capacidade de colheita efetiva líquida foi maior na velocidade de $8,0 \text{ km h}^{-1}$ e menor na velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$, sendo que, as velocidades de $4,5$ e $6,0 \text{ km h}^{-1}$ não apresentaram diferenças entre si, mas foram superiores a velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$ (Quadro 2). Foi verificado aumento na capacidade efetiva líquida com a velocidade de

deslocamento da colhedora. Resultados semelhantes foram obtidos por Rozeff (1989) e Ripoli et al. (1999) trabalhando com velocidades de 3,0 km h⁻¹ e 7,0 km h⁻¹, obtendo uma capacidade efetiva líquida de 33,6 t ha⁻¹ e 100,4 t ha⁻¹, respectivamente. Orsolini (2002) trabalhando com uma velocidade de colheita de 4,4 km h⁻¹ em cana previamente queimada obteve uma capacidade efetiva bruta de 41,3 t ha⁻¹ e capacidade efetiva líquida de 39,8 t ha⁻¹.

A eficácia de manipulação não foi influenciada pelo aumento na velocidade de deslocamento da colhedora (Quadro 2). Ripoli et al. (1999) e Nery (2000) também não encontraram diferenças na eficácia de manipulação trabalhando com quatro velocidades (3,0; 5,0 e 7,0 km h⁻¹). Utilizando o valor de 94% para a eficácia de manipulação proposto por Ripoli e Ripoli (2005) como sendo o mínimo permitido para o desempenho operacional de uma colhedora em cana crua, observa-se que em todas as velocidades estudadas, os valores foram superiores ao estabelecido por estes autores.

Analisando-se as perdas visíveis de cana-de-açúcar no campo, se observou que os índices de perdas de lasca, colmo, pedaço e rebolo não foram influenciados pelo aumento da velocidade de deslocamento da colhedora (Quadro 3). Nery (2000) também não verificou perdas de cana no campo na forma de colmos, com o aumento na velocidade de deslocamento da colhedora. Já para o índice de perda de rebolo, este autor verificou que na velocidade de 5,0 km h⁻¹ houve 1,18% de perdas de rebolo, sendo este valor, superior quando comparado com os valores observados nas velocidades de 3,0 e 7,0 km h⁻¹. Neves et al. (2004) observaram em colhedora com rotação de 1.200 rpm do ventilador do extrator primário, valores médios de rebolos, colmos, pedaços e lascas deixados no campo de, 0,70; 0,07; 0,70 e 0,91%, respectivamente.

QUADRO 3. Índices de perdas de lasca (IP_L), colmo (IP_C), pedaço (IP_P) e rebolo (IP_R) de cana-de-açúcar coletadas no campo para as velocidades de deslocamento da colhedora

| Velocidade (km h ⁻¹) | IP _L | IP _C | IP _P | IP _R |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | % | | | |
| 3,0 | 0,20 a | 0,46 a | 0,06 a | 0,18 a |
| 4,5 | 0,27 a | 0,71 a | 0,08 a | 0,10 a |
| 6,0 | 0,13 a | 0,22 a | 0,06 a | 0,17 a |
| 8,0 | 0,29 a | 0,34 a | 0,11 a | 0,51 a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os índices de perdas de colmo-ponta, de toco e a perda total, não foram observados efeitos da velocidade de deslocamento sobre estes índices de perda (Quadro 4). Salvi (2006) analisando uma colhedora de 275 kW de potência, com velocidade de deslocamento de 4,23 km h⁻¹, obteve um índice de perda de toco de 3,7%, valor este próximo ao encontrado neste trabalho. Furlani Neto (1995) analisando a colheita mecânica de cana crua da variedade SP711406 obteve perdas de ponta e toco de 0,95 e 0,60 t ha⁻¹, respectivamente.

QUADRO 4. Índices de perda de colmo-ponta (IP_{CP}); toco (IP_{TC}) e perda total (IP_T) de cana-de-açúcar coletadas no campo para as velocidades de deslocamento da colhedora

| Velocidades (km h ⁻¹) | IP _{CP} | IP _{TC} | IP _T |
|--------------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| | % | | |
| 3,0 | 0,07 a | 1,59 a | 2,56 a |
| 4,5 | 0,09 a | 4,08 a | 5,33 a |
| 6,0 | 0,00 a | 2,09 a | 2,67 a |
| 8,0 | 0,01 a | 3,02 a | 4,28 a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As perdas totais de cana-de-açúcar não apresentaram diferenças significativas (Quadro 4). Verifica-se que as perdas totais de cana-de-açúcar variaram entre 2,67 a 5,33%. Valores de perdas totais de 6,91 e 9,89% foram obtidos por Ripoli et al. (1999) que utilizaram velocidades de deslocamento da colhedora de 3,0 e 5,0 km h⁻¹, respectivamente. Neves et al. (2004) utilizando uma colhedora com rotação de 1.200 rpm do ventilador do extrator primário, obteve perda total de matéria-prima deixada no campo de 2,51%. Ometto (1994) obteve perdas na forma de tocos de 1,44% em cana crua, com aproximadamente 5% de perdas totais no campo.

CONCLUSÕES

Houve aumento nas capacidades de colheita efetiva bruta e líquida à medida que se elevou a velocidade de deslocamento da colhedora até 8,0 km h⁻¹, sem reduzir a eficácia de manipulação.

As perdas de cana no campo não aumentaram com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO FILHO, S.M. **Colheita mecanizada: desempenho operacional e econômico em cana sem queima prévia**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da safra brasileira de cana-de-açúcar 2009: primeiro levantamento**. Brasília, 2009. 15p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1cana_de_acucar.pdf

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Ciência do Solo. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

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

FURLANI NETO, V.L.; FERNANDES, J.E.; STOLF, R. **Avaliação de impurezas nas cargas e perdas de campo pela colhedora mecanizada de cana inteira**. Araras: IAA, PLANALSUCAR, 1981. 14p.

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

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; MORAES, E.E.; MARCHI, A.S. Avaliação de perdas invisíveis de cana-de-açúcar nos sistemas da colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.539-546, 2003.

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.

OMETTO, M.C. Desempenho da colhedora Engeagro. **Revista da STAB**. Piracicaba, v. 12, n.3, p.21-24, 1994.

ORSOLINI, J.M. **Protótipo de cortadora-amontoadora: desempenhos operacional e econômico em cana-de-açúcar com queima prévia**. Piracicaba, 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.

RIPOLI, T.C.C. Máquinas para colheita de cana-de-açúcar. In: MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação**. Fundação de Estudos Agrícolas Luis de Queiroz. Piracicaba, p.635-674, 1996.

RIPOLI, T.C.C.; CARVALHO FILHO, S.M.; MOLINA JÚNIOR, W.F.; RIPOLI, M.L.C. Desempenho econômico de colhedora em cana crua. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 12, p. 1-5, 2001.

RIPOLI, T.C.C.; MIALHE, L.G.; NOVAES, H.P. Um critério para avaliação de canaviais visando a colheita. In: Separata de **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 4., Pelotas: SBEA, 1977. 10p

RIPOLI, T.C.C.; NERY, M.S.; De LEÓN, M.J.; PIEDADE, S.M.S. Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de avanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.2, p.199-207, 1999.

RÍPOLI, T.C.C.; RÍPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2. ed. Piracicaba, 2005. 320p.

RODRIGUES, E. B.; SAAB, O.J.G.A. 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, out./dez. 2007.

ROZEFF, N. The effects of operating velocity on productivity in green and burned sugar cane. **Sugar Cane**, Texas, n.1, p.7-19, 1989.

SALVI, J.V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia. 2009. **Características agronômicas das variedades RB**. Disponível: http://www.udop.com.br/index.php?item=variedades_rb

IMPUREZAS E QUALIDADE DE CORTE DE UMA COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO

Na colheita mecanizada de cana crua podem ocorrer elevadas perdas de matéria-prima devido à baixa qualidade do corte da colhedora. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da velocidade de deslocamento de uma colhedora de cana crua sobre a qualidade de corte e da matéria-prima. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹) e quatro repetições. Constatou-se que o índice de rebolo inteiro, o índice de raiz, o índice de material não selecionado, o índice de ponteiros e o índice de matéria estranha vegetal não foram influenciados pelo aumento na velocidade de deslocamento da colhedora, enquanto o índice de folhas e palhas foi maior nas velocidades de 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹, comparado com a velocidade de 3,0 km h⁻¹. A frequência de comprimento dos rebolos praticamente não foi alterada pelo aumento da velocidade da colhedora. O comprimento de rebolos entre 18 a 23 centímetros foi os mais frequentes produzidos pelo corte da colhedora em colheita de cana crua. Há uma tendência de aumento no cisalhamento de rebolos e tocos com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora.

Palavras-chave: colheita mecanizada, desempenho operacional, corte de base.

DROSS AND CUT QUALITY OF A SUGAR CANE HARVESTER

ABSTRACT

High losses of raw sugar cane can occur with the mechanized harvesting due to the low quality of the harvester cut. The aim of this research was to assess the influence of the displacement speed of a raw sugar cane harvester on the cut quality and the raw material. It was used the entirely randomized design with four treatments (3.0, 4.5, 6.0 and 8.0 km h⁻¹) and four replications. It was noticed that the whole grinding index, the root index, unselected material index, pointers index and strange vegetal material index weren't influenced by the displacement speed raise of the harvester, whereas the leaves and straw index was higher at speeds of 4.5, 6.0 and 8.0 km h⁻¹, compared to the one of 3.0 km h⁻¹. The length frequency of the grindings wasn't almost

changed by the speed raise of the harvester. The grindings length between 18 and 23 cm was the most frequent one produced through the harvester cut in raw sugar cane crop. There is a trend of the raise in the grindings and stumps shear with the displacement speed raise of the harvester.

Key-works: mechanized harvesting, operational performance, base cut.

INTRODUÇÃO

O cultivo de cana-de-açúcar no Brasil vem sendo ampliado nos últimos anos, ocupando uma área de 7,1 milhões de hectares na safra 2008 e uma estimativa de área de 7,8 milhões de hectares na safra 2009. Na safra 2008 foi obtida uma produtividade média de 80,8 t ha⁻¹, alcançando uma produção total de 572,6 milhões de toneladas, sendo considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. No Mato Grosso do Sul, o cultivo de cana-de-açúcar ocupou uma área de 276 mil hectares na safra de 2008, com uma produtividade média de 75,3 t ha⁻¹ e uma produção total de 20,8 milhões de toneladas de cana (CONAB, 2009).

A colheita da cana-de-açúcar pode ser realizada de forma manual, semi-mecanizada e mecanizada. A colheita manual é aquela onde tanto o corte como o carregamento da matéria-prima é realizado pelo homem. Normalmente é precedida da queima do canavial, prática que visa eliminar o excesso de palha para melhorar o rendimento do corte e evitar acidentes com animais peçonhentos. Na colheita semi-mecanizada o corte é manual, o carregamento e o transporte são realizados por veículos motorizados. A mecanizada é aquela cujas operações de corte, carregamento e transporte são realizados por máquinas.

A queima da cana-de-açúcar antes da colheita vem sendo contestada por membros do Ministério Público por meio de ações judiciais, pela ação das comunidades preocupadas com os efeitos dessa prática agrícola sobre a saúde, a segurança, o meio ambiente e na qualidade de vida nos meios urbanos (RODRIGUES e SAAB, 2007), sendo as populações próximas dos canaviais as mais prejudicadas pelas emissões de fuligem e de gases tóxicos (RAFULL e SOUZA, 2006). A queima da palha é questionada também pelos técnicos do governo da área ambiental, particularmente no que diz respeito à poluição do ar (RODRIGUES e SAAB, 2007). Os resultados destes

questionamentos já podem ser observados, com o incremento substancial de áreas com colheita mecanizada de cana crua.

A colheita mecanizada de cana crua apresenta-se como uma alternativa ao corte de cana queimada, mas se observam elevadas perdas por alterações na funcionalidade mecânica das colhedoras. Para Neves et al. (2004), os índices de matéria estranha tendem a aumentar devido à maior quantidade de massa vegetal que será processada pela colhedora, comparado com a colheita de cana previamente queimada. Tillmann (1994) estudando o índice de matéria estranha observou que a massa de folhas verdes em cana crua foi 1,67% superior que em cana queimada. A massa de palha foi de 4,92% em cana crua e o índice de ponteiros foi de 4,71%.

A qualidade do corte de uma colhedora pode ser melhorada com o melhor gerenciamento da colheita. Na colheita mecânica, é preciso maximizar os fatores de produção (RODRIGUES e SAAB, 2007), sendo que adequar a velocidade de deslocamento da colhedora aos diferentes locais de cultivo é importante para melhorar a funcionalidade mecânica da colhedora.

As colhedoras de cana-de-açúcar têm potencial para trabalhar com velocidade de até $9,0 \text{ km h}^{-1}$, mas para não aumentar as perdas de cana no campo, os produtores não têm utilizado velocidades superiores a $6,0 \text{ km h}^{-1}$ (SALVI, 2006). Em um canavial de porte ereto e previamente sistematizado, Ripoli et al. (2001) verificaram que a velocidade de deslocamento pode ser de até $7,0 \text{ km h}^{-1}$ que não haverá influência nas perdas totais de cana, na qualidade da cana colhida e no índice de matéria estranha total.

Nery (2000) verificou que a quantidade de matéria estranha total encontrada na cana-de-açúcar não foi influenciada com a elevação da velocidade de deslocamento da colhedora, enquanto o índice de folhas foi maior nas velocidades de 3,0; 5,0 e $7,0 \text{ km h}^{-1}$ comparado com a velocidade de $1,5 \text{ km h}^{-1}$, já o índice de raízes foi maior na velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a impureza da matéria-prima e a qualidade do corte de uma colhedora de cana-de-açúcar, operando em quatro velocidades de deslocamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de campo foram realizados na safra 2007 na Fazenda Santa Cândida, pertencente à usina Destilaria Centro-Oeste Iguatemi Ltda (DECOIL), localizada no município de Iguatemi-MS, situado nas coordenadas geográficas de latitude 54°23'38,7''S, longitude 23°10'02,4''W e altitude de 375 metros. A área foi identificada como talhão 43, apresentando 2% de declividade. O solo da área é um Neossolo Quartzarênico, cuja composição granulométrica determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) apresentou 855,7 g kg⁻¹ de areia, 14,3 g kg⁻¹ de silte e 130,0 g kg⁻¹ de argila nos primeiros 0,10 m de profundidade. Nesta mesma camada, os valores obtidos para teor de água no solo determinados segundo proposto em Embrapa (1997) variaram de 0,39 a 0,48 kg kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde os tratamentos consistiram de quatro velocidades de deslocamento da colhedora, sendo estas 3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹, com quatro repetições.

A colhedora utilizada é de origem nacional, modelo 3510, potência de 335 cv a 2.100 rpm, com rodado de esteira e controle automático do corte de base (CACB). A máquina foi regulada conforme as recomendações de uso: rotação do picador e corte de base de 908 rpm, pressão do corte de base de 6,55 a 6,89 MPa (950 a 1000 psi), rotação dos rolos alimentadores de 170 rpm, rotação dos extratores primários e secundários de 750 rpm.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB867515, a qual se encontra no quarto corte, com doze meses de idade e plantada no espaçamento entre linhas de 1,40 m, em sistema convencional. Essa é uma variedade rústica, com produtividade agrícola alta, maturação média-tardia, alto teor de sacarose, médio teor de fibra, adaptabilidade ampla e boa estabilidade (UDOP, 2009).

As determinações de campo foram efetuadas com base na metodologia proposta por Ripoli e Ripoli (2005), que recomenda primeiramente a caracterização das condições de campo e, posteriormente, a análise do desempenho operacional da máquina no campo. Na caracterização foi determinada a massa média de cana-de-açúcar, a massa de matéria estranha vegetal por metro linear e o porte do canavial como descrito em Ripoli (1996). Também foram determinadas a idade e o grau de maturação da cultura.

O porte do canavial foi caracterizado considerando-se a posição relativa das canas em relação ao terreno, sendo classificadas colmo ereto (acima de 45°), acamado ($22,5$ a 44°) e deitado (abaixo de $22,5^\circ$). Foram determinadas oito amostras de cinco metros lineares ao acaso e em diferentes linhas de plantio e anotado o número de colmos industrializáveis em cada condição e contidos na distância abrangida pela base do triângulo disposto longitudinalmente na fileira de plantio (Figura 1).

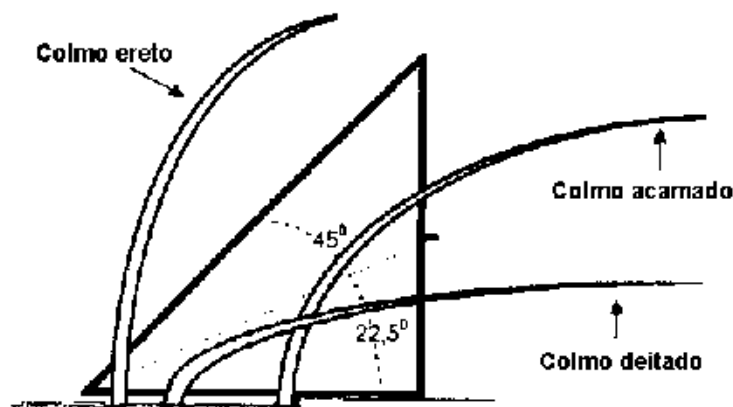


FIGURA 1. Triângulo padrão para avaliação do porte do canavial (RIPOLI et al., 1977).

As massas médias de colmos e de matéria estranha vegetal por metro linear foram determinadas na mesma área demarcada para a avaliação do porte do canavial, onde se efetuou a colheita manual, fazendo o desponete, eliminando folhas e palhas aderidas aos colmos. Foi obtida a massa dos colmos, a massa dos ponteiros, e a massa das folhas e palhas.

As características tecnológicas foram determinadas por meio de análises laboratoriais na usina, retirando-se amostras de caldo do quinto internódio de 10 colmos, tomados ao acaso, considerando como dado representativo a média aritmética dos valores obtidos. Foram avaliadas as porcentagens de brix, pol, pureza, AR (açúcares redutores), ART (açúcares redutores totais) e fibra.

A colhedora foi avaliada operando em quatro velocidades de deslocamento, sendo 3,0; 4,5; 6,0 e 8,0 km h^{-1} , com quatro repetições, totalizando 16 determinações. Cada unidade experimental correspondeu a uma distância de 100 metros da linha de plantio. Ao final de cada unidade experimental, a máquina era parada; porém, os mecanismos de fracionamento dos colmos, da limpeza da cana, de elevação e de descarga do material permaneciam em movimento até processar o material colhido ao longo da linha. A cana colhida na linha de 100 metros foi descarregada em um

caminhão caçamba, que transportava o material colhido para a usina, onde eram feitas as pesagens de matéria-prima colhida. Foram retiradas amostras do material colhido, com auxílio de uma pá, realizando-se duas retiradas por ponto em cinco pontos aleatórios, para avaliar os valores referentes ao comprimento dos rebolos, às análises tecnológicas da matéria-prima e a determinação da matéria estranha.

Foram determinados os índices de reboło inteiro, de raiz, de material não selecionado, de ponteiros, de folhas e palhas e de matéria estranha vegetal, e, a frequência de comprimento dos rebolos.

O índice de reboło inteiro correspondeu a quantidade de reboło inteiro amostrado na unidade de transporte, e foi determinado conforme a equação:

$$IR = \frac{REB}{C} \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

IR – índice de reboło, %;

REB – massa de reboło, kg;

C – massa de cana amostrada em cada parcela, kg.

O índice de raízes correspondeu à quantidade de raízes que acompanhou a cana amostrada na unidade de transporte, e foi determinado conforme a equação:

$$Iraiz = \frac{R}{C} \cdot 100 \quad (2)$$

em que:

Iraiz – índice de raízes, %;

R – massa de raízes, kg;

O índice de material não selecionado foi resultante do processo de separação da amostra de cana retirada da carga da unidade de transporte, e que devido ao pequeno tamanho de seus componentes não permitiu a separação e a qualificação. O índice de material não selecionado foi determinado conforme a equação:

$$IW = \frac{W}{C} \cdot 100 \quad (3)$$

em que:

IW – índice de material não selecionado, %;

W – massa de material vegetal de pequeno tamanho que não permite a separação e a qualificação, kg;

O índice de ponteiros correspondeu à quantidade de ponteiros que acompanhou a cana na unidade de transporte e foi determinado conforme a equação:

$$IP = \frac{PL + PA}{C} \cdot 100 \quad (4)$$

em que:

IP – índice de ponteiros, %;

PL – massa de ponteiros livres na carga, kg;

PA – massa de ponteiros aderidos aos rebolos ou colmos, kg;

O índice de folhas e palhas correspondeu à quantidade de folhas e palhas que acompanhou a cana na unidade de transporte e foi determinado conforme a equação:

$$IFP = \frac{Tfp}{C} \cdot 100 \quad (5)$$

em que:

IFP – índice de folhas e palhas, %;

Tfp – massa de folhas e palhas, kg;

O índice de matéria estranha vegetal correspondeu à quantidade total de matéria estranha vegetal que acompanhou os colmos industrializáveis e foi determinado conforme a equação:

$$IV = IP + IFP + Iraiz + IW \quad (6)$$

em que:

IV – índice de matéria estranha vegetal, %.

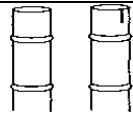
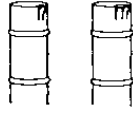
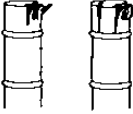
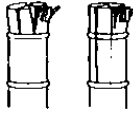

Para se determinar a frequência de comprimento dos rebolos foram medidos os comprimentos dos rebolos amostrados na unidade de transporte.

A qualidade do corte foi avaliada pela classe de cisalhamento dos tocos e rebolos. Para o cisalhamento dos tocos foi analisada uma área demarcada de 30 m², sendo três metros de comprimento ao longo da linha e dez metros de largura, onde depois de realizada a colheita foi avaliado o cisalhamento dos tocos remanescentes. Para o índice de cisalhamento dos rebolos foi retirada uma amostra do material colhido, que

estava no caminhão caçamba que o transportava para a usina. Essa amostra foi retirada com auxílio de uma pá, realizando duas retiradas por ponto em cinco pontos aleatórios.

Foi realizada a avaliação visual do cisalhamento em função do corte de base e dos picadores da colhedora. Elaborou-se um padrão visual, adaptado de Kroes (1997), com notas de 1 a 5, em que “1” é classificado como ruim, apresentando tocos e rebolos altamente dilacerados, e “5” como ótimo, com os tocos e rebolos em condições adequadas, conforme o Quadro 1.

QUADRO 1. Conceitos e notas para classes de cisalhamento dos tocos

| Conceito | Nota | Padrão visual |
|-----------|------|---|
| Ótimo | 5 |  |
| Muito bom | 4 |  |
| Bom | 3 |  |
| Regular | 2 |  |
| Ruim | 1 |  |

Fonte: Kroes (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativa foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a comparação de médias, utilizando o aplicativo computacional SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A massa vegetal total do canavial por hectare foi de 94,2 t, sendo 6,4% de folha, 13,2% de ponta e 80,4% constituídos de colmos de cana, conferindo uma produtividade de 75,7 t ha⁻¹ (Figura 2), estando essa produtividade acima da produtividade média no estado, que é de 75,3 t ha⁻¹ (CONAB, 2009).

Orsolini (2002) trabalhando com a variedade RB 845257, em seu segundo corte, com onze meses, cultivada em solo franco arenoso, obteve uma produtividade

média de 87,2 t ha⁻¹. Nery (2000) em Latossolo Roxo argiloso, cultivado com a variedade RB 835089, em terceiro corte, encontrou uma produtividade de 145 t ha⁻¹, superior à encontrada no experimento, mas as porcentagens das frações constituintes do canavial seguiram a mesma tendência, obtendo 82,4% de colmos no canavial.

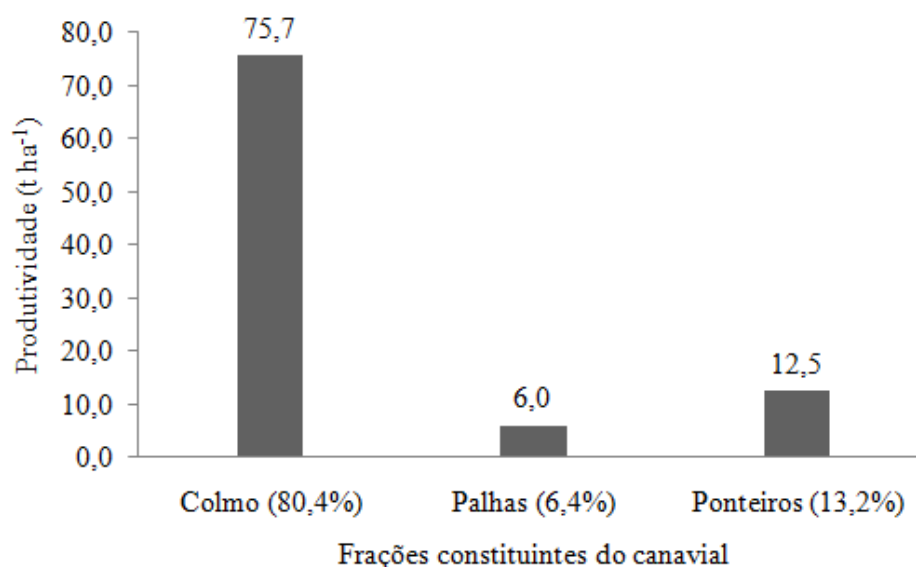


FIGURA 2. Resultados em peso e percentual das frações constituintes do canavial, variedade RB867515.

O canavial apresentou 74,9% de colmos eretos, 16,1% de colmos deitados e 9,0% de colmos acamados, sendo considerado um canavial ereto, conforme Ripoli (1996). Esta condição é a ideal para o corte mecanizado da cana-de-açúcar, pois canaviais deitados e acamados dificultam a colheita, podendo reduzir a eficiência do corte e aumentar as perdas de matéria-prima, o que segundo Orsolini (2002) é fundamental para ensaios de máquinas de colheita.

As características tecnológicas da cultura apresentaram os seguintes valores: brix do caldo 19,0%, pol do caldo 16,0% e fibra da cana 11,0% (Quadro 2).

QUADRO 2. Resultados médios das análises tecnológicas da cana-de-açúcar no material colhido

| | Brix | Pol | AR | ART | Pureza | Fibra |
|-------|---------------|-------|------|-------|--------|-------|
| | % | | | | | |
| Média | 18,98 | 15,98 | 0,57 | 17,39 | 84,18 | 11,00 |
| DP | 0,29 | 0,45 | 0,07 | 0,43 | 2,11 | 0,40 |

DP = desvio padrão; AR = açúcares redutores; ART = açúcares redutores totais.

De acordo com Stupiello et al. (1971) citado por Ripoli e Ripoli (2005), estes valores de características tecnológicas da cana-de-açúcar estão de acordo com os padrões recomendados de qualidade do produto colhido.

Os índices de rebolo inteiro, de raiz e de material não selecionado não foram influenciados pelas velocidades de deslocamento da colhedora (Quadro 3).

QUADRO 3. Médias do índice de rebolo (IR), índice de raiz (Iraiz) e índice de material não selecionado (IW) para diferentes velocidades de deslocamento da colhedora de cana-de-açúcar

| Velocidade (km h ⁻¹) | IR | Iraiz | IW |
|-------------------------------------|---------------|--------|--------|
| | % | | |
| 3,0 | 81,56 a | 1,01 a | 2,80 a |
| 4,5 | 83,19 a | 0,99 a | 2,96 a |
| 6,0 | 78,12 a | 0,31 a | 3,67 a |
| 8,0 | 80,76 a | 0,98 a | 1,81 a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Analisando os valores máximos permitidos para os índices de raiz e de material não selecionado que, segundo Ripoli e Ripoli (2005), é de 0,5%, nota-se que os valores obtidos no experimento, exceto na velocidade de 6,0 km h⁻¹ estão acima dos considerados ideais. Nery (2000) trabalhando com velocidades de 1,5; 5,0 e 7,0 km h⁻¹ não verificaram diferenças no índice de raízes para estas velocidades. Na velocidade de 7,0 km h⁻¹, esse autor encontrou um índice de raiz de 0,73%, valor este, próximo aos que foram encontrados no trabalho.

Os índices de ponteiros e de matéria estranha vegetal não foram influenciados pelo aumento na velocidade de deslocamento da colhedora, enquanto o índice de folhas e palhas foi alterado (Quadro 4). O índice de folhas e palhas foi maior onde a colhedora trabalhou com velocidades de 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹, comparado com a velocidade de 3,0 km h⁻¹. Estes resultados podem estar relacionados com a menor eficiência de limpeza da máquina em velocidades mais altas, corroborando com Nery (2000). Vale salientar que entre as velocidades de 4,5 a 8,0 km h⁻¹ não houve diferenças significativas para esse índice. Para Neves et al. (2003), as impurezas vegetais como folhas, ponteiros e raízes compreendem a maior porcentagem de impurezas nas cargas transportadas à usina.

QUADRO 4. Médias do índice de ponteiros (IP), índice de folhas e palhas (IFP) e índice de matéria estranha vegetal (IV) em função de diferentes velocidades de deslocamento da colhedora

| Velocidade (km h ⁻¹) | IP | IFP | IV |
|-------------------------------------|---------------|---------|---------|
| | % | | |
| 3,0 | 12,70 a | 1,93 b | 15,65 a |
| 4,5 | 10,12 a | 2,75 ab | 13,86 a |
| 6,0 | 13,09 a | 4,82 a | 18,22 a |
| 8,0 | 12,06 a | 4,39 a | 17,43 a |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O índice de ponteiros apresentou valores elevados em todas as velocidades avaliadas, obtendo-se valores de 10,12 a 13,09%. Para Ripoli e Ripoli (2005), o ideal é que este índice não ultrapasse 2%. Nery (2000) estudando velocidades de deslocamento de uma colhedora de cana trabalhando a 1,5; 3,0; 5,0 e 7,0 km h⁻¹ obteve valores entre 4,38 a 7,06% para esse índice. Esse autor relacionou esses resultados com o funcionamento do despontador da máquina.

O índice de folhas e palhas aumentou com o aumento na velocidade de deslocamento da colhedora (Quadro 4). Nas velocidades de 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹, o índice de folhas e palhas não diferiu, apresentando os maiores valores deste índice. Levando em consideração o valor de até 3%, proposto por Ripoli e Ripoli (2005) como o ideal para este índice, verifica-se que nas velocidades de 6,0 e 8,0 km h⁻¹ os valores obtidos foram superiores aos considerados ideais. Nery (2000), analisando o índice de folhas e índice de palhas separadamente, verificou diferenças para o índice de folhas que aumentou com a velocidade de 1,5 até 5,0 km h⁻¹.

O índice de matéria estranha vegetal também apresentou valores elevados, variando entre 13,86 a 18,22%. Para Ripoli e Ripoli (2005), este valor não deveria ultrapassar 5%. Nery (2000) não verificou influência da velocidade de deslocamento da colhedora neste índice. Este mesmo autor encontrou um índice de matéria estranha vegetal de 10,88% na velocidade de 3,0 km h⁻¹. Furlani Neto (1995) obteve valores de 5,29 e 10,63% em colheita com cana crua, para as variedades SP711408 e SP716163, respectivamente.

Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 são apresentados os valores de frequência de comprimento dos rebolos.

Observa-se que em todas as velocidades estudadas a frequência de comprimento dos rebolos foi similar, ocorrendo maiores frequências entre 18 a 23 centímetros, apresentando uma porcentagem média de ocorrência de rebolos nesses comprimentos de 82,18%. As maiores variabilidades foram observadas nas velocidades de 4,5; 6,0 e 8,0 km h⁻¹. A frequência de comprimento de rebolos caracteriza o sincronismo dos mecanismos de corte e condução da máquina, quanto menor a variação na distribuição dessa frequência, melhor atributo deve ser conferida a máquina. Os comprimentos dos rebolos estão próximos ao que Vitale e Domante (1997), citados por Nery (2000), consideram como tamanho ideal, os quais oscilam entre 20 a 25 centímetros. Os resultados obtidos nas velocidades estudadas são similares aos observados por Nery (2000), que verificou maior frequência no comprimento dos rebolos entre 19 a 25 cm, quando foram utilizadas as velocidades de deslocamento da colhedora de 5,0 e 7,0 km h⁻¹.

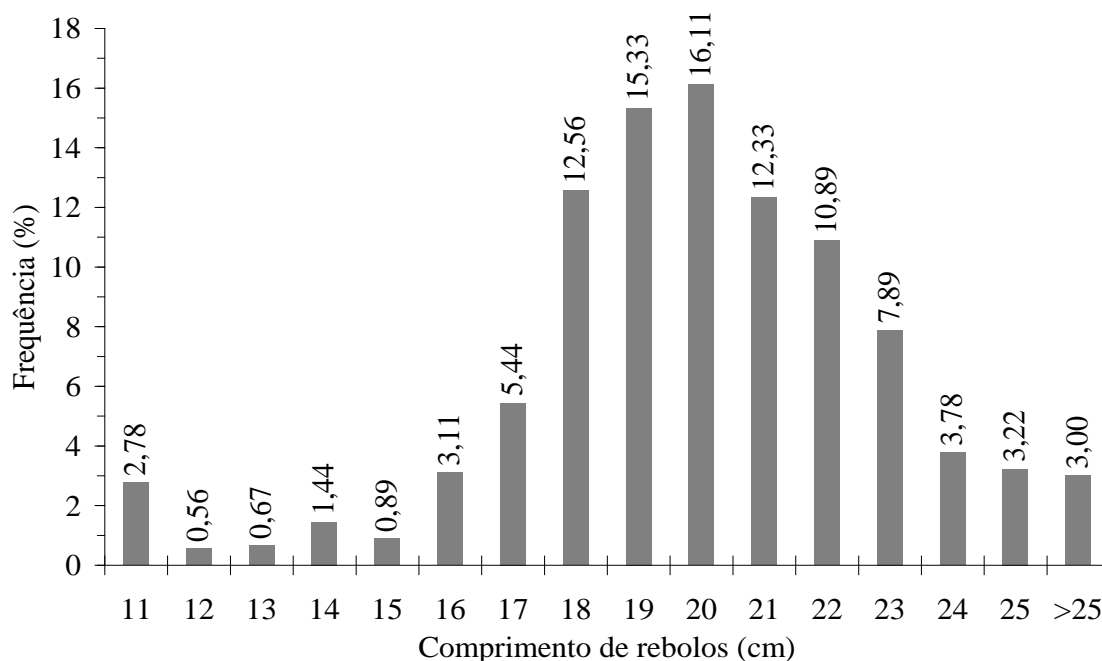


FIGURA 3. Frequência de distribuição de tamanho de rebolos com colheita mecânica em velocidade de 3,0 km h⁻¹.

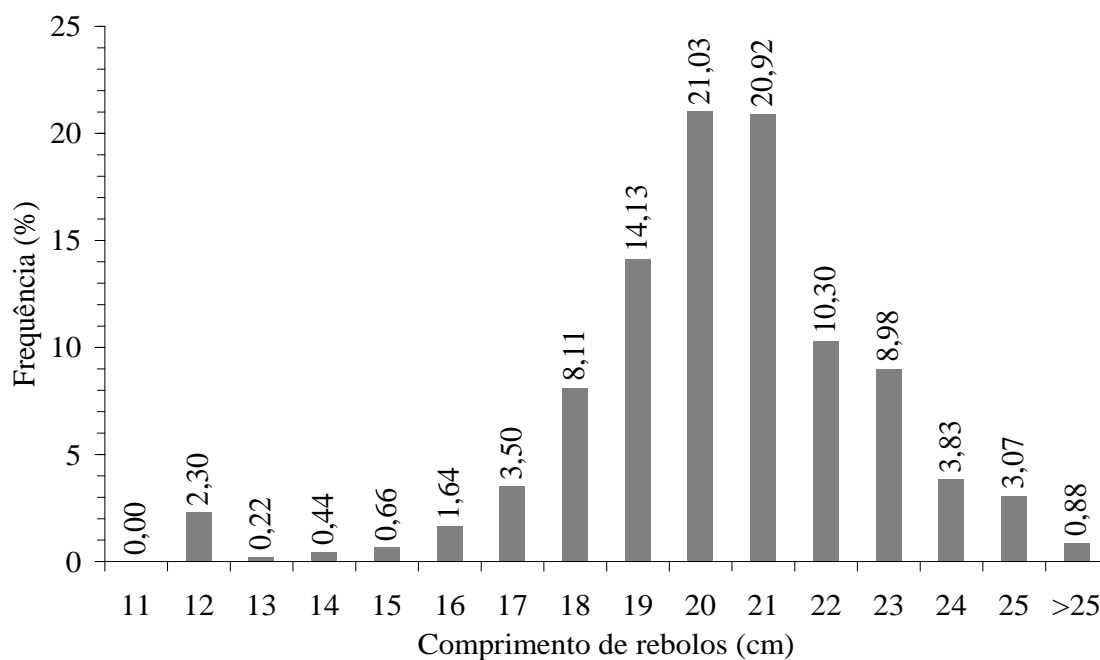


FIGURA 4. Frequência de distribuição de tamanho de rebolos com colheita mecânica em velocidade de 4,5 km h⁻¹.

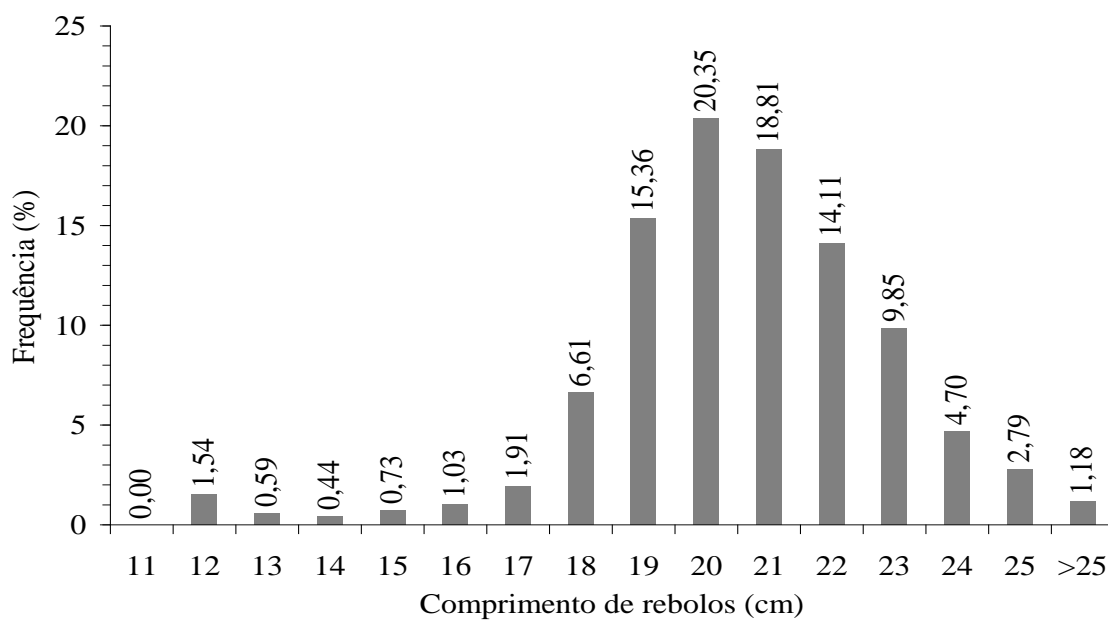


FIGURA 5. Frequência de distribuição de tamanho de rebolos com colheita mecânica em velocidade de 6,0 km h⁻¹.

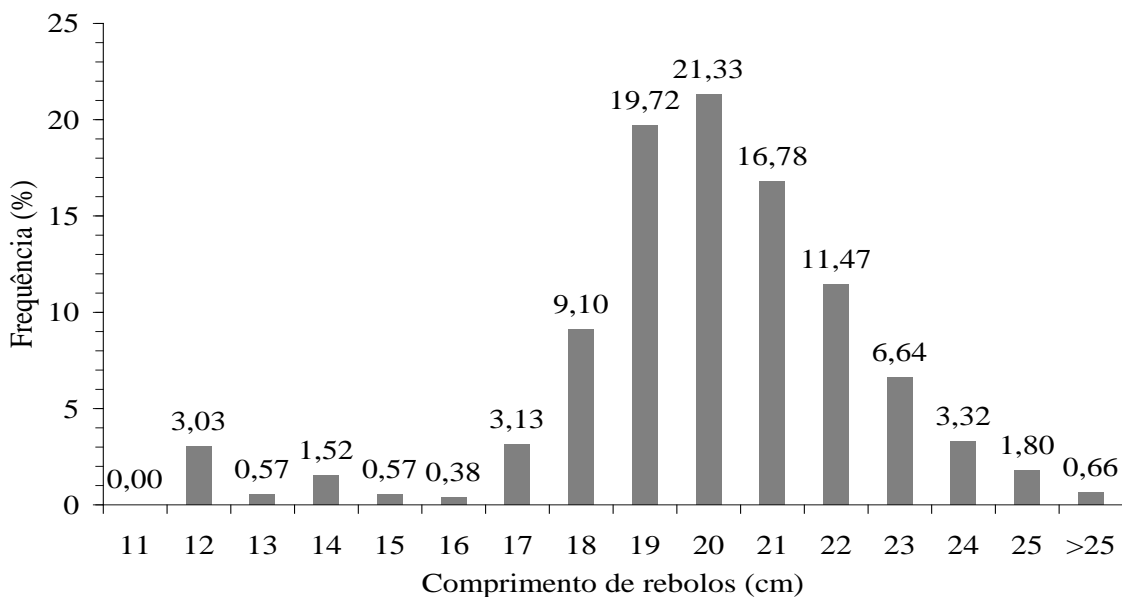


FIGURA 6. Frequência de distribuição de tamanho de rebolos com colheita mecânica em velocidade de $8,0 \text{ km h}^{-1}$.

Na Figura 7 são apresentados os percentuais de tocos em diferentes classes de cisalhamento em cada velocidade estudada. Nota-se que na velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$ (Figura 7), o cisalhamento de tocos apresentou menores porcentagens de cisalhamento dentro das classes ruim ou regular, demonstrando que a velocidade de $3,0 \text{ km h}^{-1}$ favorece as safras seguintes por causar menos danos a rebrota da soqueira. Nesta velocidade, 84% dos tocos se enquadraram nas classes de bom a ótimo, sendo isso uma característica desejável.

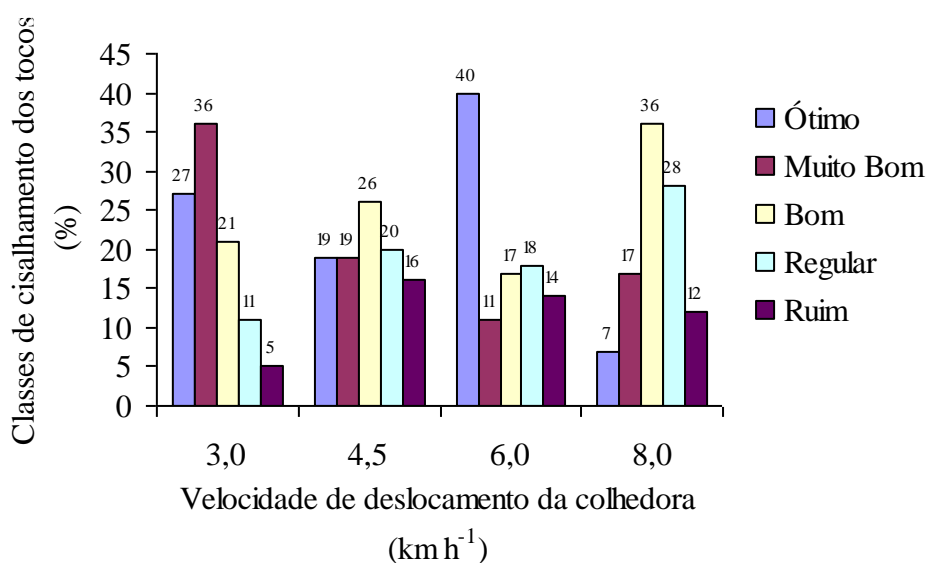


FIGURA 7. Classes de cisalhamento dos tocos com colheita mecânica para as respectivas velocidades de deslocamento da colhedora.

Observa-se que na velocidade de 4,5 km h⁻¹, o mecanismo de corte promoveu grandes danos aos tocos, com 36% desses estando nas classes ruim e regular, podendo influenciar nas produtividades posteriores da cana soca. Observa-se que houve uma proximidade entre as porcentagens de danos aos tocos de acordo com a classificação de Kroes (1997), sendo observada maior ocorrência de tocos dentro da classe de cisalhamento bom, e a menor ocorrência foi na classe ruim, sendo esta uma característica indesejável, representando 26% e 16%, respectivamente dos tocos.

A velocidade de deslocamento de 6,0 km h⁻¹ foi a que apresentou o maior percentual de cisalhamento dos tocos dentro da classe ótima (Figura 7). Entretanto, não se pode afirmar que é essa velocidade que causa menores danos aos tocos, pois a somatória das porcentagens de ruim e regular ultrapassam os valores obtidos com a velocidade 3,0 km h⁻¹.

O cisalhamento de tocos avaliado na velocidade de deslocamento de 8,0 km h⁻¹ (Figura 7), apresentou maiores valores percentuais de dilacerações nos tocos entre regular a bom. Essas peculiaridades da interação máquina-planta têm causado preocupações, principalmente em relação à redução da longevidade do canavial. Salvi et al. (2007) comentaram que os danos causados por cisalhamento dos tocos facilitam o ataque de pragas e doenças.

Na Figura 8 são apresentados os valores percentuais de cisalhamento dos rebolos obtidos na colheita mecânica de cana crua em função da variação nas velocidades de deslocamento da colhedora. Observa-se que a velocidade de 3,0 km h⁻¹, causou danos de 1% no cisalhamento de rebolos. Segundo Fuelling (1982), rebolos com alto nível de maceração em ambas as extremidades podem contribuir para a deterioração mais rápida da matéria-prima.

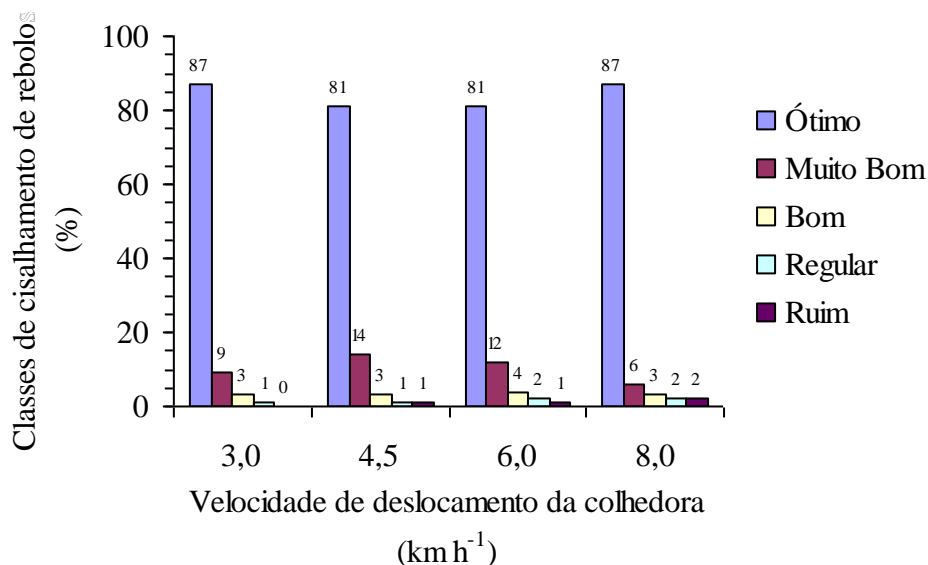


FIGURA 8. Classes de cisalhamento dos rebolos com colheita mecânica para as respectivas velocidades de deslocamento da colhedora.

O cisalhamento do reboło na velocidade de deslocamento de 4,5 km h⁻¹ foi superior ao cisalhamento de reboło obtido com a velocidade 3,0 km h⁻¹. Entretanto, esses valores percentuais estão dentro da faixa recomendada por Ripoli e Ripoli (2005), como desejável, que é menor que 5%.

Nas velocidades de 6,0 e 8,0 km h⁻¹, conforme a Figura 8 verifica-se que com o aumento da velocidade da colhedora, houve um aumento dos danos nos rebolos, apresentando 3% (6,0 km h⁻¹) e 4% (8,0 km h⁻¹) desses dentro das classes ruim e regular. Porém, em todas as velocidades analisadas os valores encontram-se na faixa satisfatória que é de 95% dos rebolos sem danos considerado regular ou ruim (RIPOLI e RIPOLI, 2005). Ainda segundo esses autores, percentuais acima de 95% de rebolos com cisalhamento dentro das classes bom e ótimo, caracteriza um correto funcionamento dos mecanismos de corte basal e de fracionamento dos colmos.

CONCLUSÕES

O índice de folhas e palhas coletado na unidade de transporte foi influenciado pelo aumento da velocidade da colhedora, enquanto os índices de reboło, de raiz, de material não selecionado, de ponteiros e de matéria estranha vegetal não foram influenciados.

A frequência de comprimento dos rebolos é pouco alterada pelo aumento da velocidade da colhedora, apresentando rebolos com maior frequência entre 18 a 23 centímetros de comprimento em colheita mecânica de cana crua.

Há uma tendência de aumento no cisalhamento de rebolos e tocos com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Avaliação da safra brasileira de cana-de-açúcar 2009: primeiro levantamento**. Brasília, 2009. 15p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1cana_de_acucar.pdf

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Ciência do Solo. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

FUELLING, T.G. Sugar cane Harvester design. **Proceedings. Australian. Society of. Sugar Cane Technologists**, n.5, p.131-137, 1982.

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

KROES, S. **The cutting of sugarcane**. 1997. 356p. Thesis (Ph.D.) – University of Southern Queensland, Toowoomba, 1997.

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

NEVES, J.L.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; MORAES, E.E.; MARCHI, A.S. Avaliação de perdas invisíveis de cana-de-açúcar nos sistemas da colhedora de cana picada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.539-546, 2003.

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.

ORSOLINI, J.M. **Protótipo de cortadora-amontoadora: desempenhos operacional e econômico em cana-de-açúcar com queima prévia**. Piracicaba, 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

RAFULL .Z.L.; SOUZA, C.M.A. Desafios reais. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, v.5, p. 8-11, 2006.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.

RIPOLI, T.C.C. Máquinas para colheita de cana-de-açúcar. In: MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação**. Fundação de Estudos Agrícolas Luis de Queiroz. Piracicaba, p.635-674, 1996.

RIPOLI, T.C.C.; CARVALHO FILHO, S.M.; MOLINA JÚNIOR, W.F.; RIPOLI, M.L.C. Desempenho econômico de colhedora em cana crua. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 12, p. 1-5, 2001.

RIPOLI, T.C.C.; MIALHE, L.G.; NOVAES, H.P. Um critério para avaliação de canaviais visando a colheita. In: Separata de **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 4., Pelotas: SBEA, 1977. 10p

RIPOLI, T.C.C.; NERY, M.S.; De LEÓN, M.J.; PIEDADE, S.M.S. Desempenho operacional de uma colhedora em cana crua em função da velocidade de avanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.2, p.199-207, 1999.

RÍPOLI, T.C.C.; RÍPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 2. ed. Piracicaba, 2005. 320p.

RODRIGUES, E. B.; SAAB, O.J.G.A. 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, out./dez. 2007.

SALVI, J.V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SALVI, J.V.; MATOS, M.A.; MILAN, M. Avaliação do desempenho de dispositivo de corte de base de colhedora de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.201-209, 2007.

TILLMANN, C.A. da C. **Avaliação dos desempenhos operacional e econômico do sistema de colheita semi-mecanizado em cana-de-açúcar com e sem queima prévia**. Piracicaba, 1994. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia. 2009. **Características agrônomicas das variedades RB**. Disponível: http://www.udop.com.br/index.php?item=variedades_rb

CONCLUSÕES GERAIS

A colhedora de cana-de-açúcar em colheita de cana crua apresentou aumento nas capacidades efetivas bruta e líquida quando se elevou a velocidade de deslocamento, sem reduzir a eficácia de manipulação, obtendo maior capacidade operacional com velocidade de $8,0 \text{ km h}^{-1}$.

As perdas de matéria-prima no campo não foram influenciadas pelo aumento da velocidade de deslocamento da colhedora até $8,0 \text{ km h}^{-1}$, aumentando assim a capacidade operacional.

O índice de folhas e palhas coletado na unidade de transporte foi influenciado pelo aumento da velocidade da colhedora, enquanto os índices de reboło, de raiz, de material não selecionado, de ponteiros e de matéria estranha vegetal não foram influenciados.

A frequência de comprimento dos rebolos é pouco alterada pelo aumento da velocidade da colhedora, apresentando rebolos com maior frequência entre 18 a 23 centímetros de comprimento em colheita mecânica de cana crua.

Há uma tendência de aumento no cisalhamento de rebolos e tocos com o aumento da velocidade de deslocamento da colhedora.