
NOTA TÉCNICA

PERDAS VISÍVEIS NA COLHEITA MECANIZADA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Rivonete Coelho da Silva¹, Taniele Carvalho de Oliveira², Zulema Netto Figueiredo³, Daniela Soares Alves Caldeira⁴

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho quantificar as perdas visíveis na colheita mecanizada de duas variedades comerciais de cana de açúcar, sob duas velocidades de deslocamento de colhedora. Os dados foram coletados na fazenda Santa Clara pertencente à Usina COOPERB em Lambari D'Oeste-MT. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, com as variedades RB 867515 e RB 92579. Utilizou-se uma colhedora John Deere modelo 3520 em duas velocidades de deslocamento 3,2 km h⁻¹ e 3,6 km h⁻¹, após a colheita demarcou-se a área de cada parcela (6,0 m de largura e 4,0 m comprimento), quantificando-se as perdas visíveis. As velocidades das colhedoras, juntamente com as características varietais das cultivares influenciaram as perdas visíveis nos parâmetros estudados. As variáveis rebolo picado e cana inteira foram as que apresentaram maior porcentagem de perdas em relação as demais variáveis. A variedade RB 867515 não se encontra entre os padrões perdas aceitáveis.

Palavras-chave: variedades; colhedora de cana-de-açúcar; velocidade de deslocamento.

ABSTRACT

VISIBLE LOSSES IN THE MECHANICAL HARVEST OF SUGACANE

The objective of the present study was to quantify the visible losses in mechanical sugarcane harvest for two commercial varieties of sugarcane with the harvester at two speeds. The data was collected at the Santa Clara farm of the COOPERB plant in the Lambari D'Oeste municipality, Mato Grosso State, Brazil. The experimental design consisted of randomized blocks, in a 2 x 2 factorial with the RB 867515 and RB 92579 sugarcane varieties and a John Deere Model 3520 harvester in two forward speeds of 3.2 km h⁻¹ and 3.6 km h⁻¹, and after harvest the areas of each plot were defined (6.0 m wide and 4.0 m long), quantifying the visible losses. The harvester speeds, along with the varietal characteristics of the cultivars influenced the visible losses in the studied parameters. The variables chopped billetes and whole stalks were those with greater percentage of losses compared with the other variables. The variety RB 867515 is not found among those with acceptable losses.

Keywords: sugarcane variety; sugarcane harvester; forward speed.

Recebido para publicação em 27/05/2014. Aprovado em 20/10/2014.

1 - Eng. Agrônoma, Acadêmica do curso de Agronomia, Depto. de Agronomia, UNEMAT/Cáceres-MT, rivonetecoelho@hotmail.com

2 - Eng. Agrônoma, Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas - PGMP, UNEMAT/Cáceres-MT, tani.ele@hotmail.com

3 - Eng. Agrícola, Prof.^a Dr.^a do Departamento de Agronomia, UNEMAT/Cáceres-MT, zulemane@hotmail.com

4 - Eng. Agrônoma, Prof.^a Dr.^a do Departamento de Agronomia, UNEMAT/Cáceres-MT, dsacalde@bol.com.br

INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar é considerado uma das primeiras atividades de importância econômica nacional. Tal atividade tem grande relevância na geração de renda, empregos e divisas, principalmente quando se relaciona à exploração da referida cultura com a produção de açúcar, de álcool e de aguardente (REIS, 2009).

A importância da cana-de-açúcar é decorrente de suas inúmeras utilidades, sendo empregada *in natura*, sob a forma de forragem, ou como matéria-prima para a fabricação de rapadura, melado, aguardente, açúcar e álcool. Os resíduos gerados pela usina também possuem grande importância econômica, o vinhoto é transformado em adubo e o bagaço em combustível (CAPUTO, 2008).

Atualmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, produzindo cerca de 670 milhões de toneladas, seguido pela Índia e China (FAO, 2012). Na safra de 2012/13 a área cultivada na região Centro Oeste foi de 1.504,110 mil ha, sendo o estado de Mato Grosso responsável por 235,500 mil ha de área plantada, com a produção de 16.319,0 mil toneladas e produtividade de 69.295 kg ha⁻¹ (CONAB, 2012).

Para as usinas, o principal fator que as tem levado para a adoção da colheita mecanizada de cana crua é redução do custo com as operações, além de outros três motivos: dificuldade na contratação de mão de obra devido à escassez de cortadores e a fiscalização do ministério público no que diz respeito às condições de trabalho. A outra causa é devido à legislação ambiental com a Lei Estadual paulista nº 11.241/02 que regulamenta a prática das queimadas nos canaviais com a eliminação total da queima até 2031 ou 2017, no caso das Usinas que aderiram ao Protocolo Ambiental (RODRIGUES, 2006).

Com o aumento da produção de cana-de-açúcar e a redução de mão de obra disponível, a colheita mecanizada entra como fator importante no setor sucroalcooleiro. Ela é menos impactante e tem menor custo durante a produção, quando comparada com a colheita manual, e se faz necessário à operação correta nesse tipo de colheita, evitando, assim, as perdas causadas a campo na cultura da cana-de-açúcar (COELHO, 2009).

Com a adoção desse sistema de corte mecanizado, alguns entraves na produção são encontrados. De acordo com Moraes (1992), as perdas visíveis e invisíveis na colheita por colhedoras de cana picada foram, em média, 10% de perdas totais e, no extrator primário da colhedora, responsável pela limpeza, às perdas invisíveis foram da ordem de 2% em rebolos, lascas, serragem e caldo.

A velocidade de deslocamento das colhedoras de cana-de-açúcar é influenciada diretamente pelas condições da cultura e do terreno. Geralmente, as colhedoras podem trabalhar com velocidade de até 9,0 km h⁻¹, mas atualmente, não tem ultrapassado 4,0 a 6,0 km h⁻¹, possivelmente devido à falta de sistematização dos talhões, voltados à colheita mecanizada (RIPOLI; RIPOLI, 2009). Sendo assim, a velocidade ideal deve ser adequada de acordo com a característica física do talhão e características da cultura.

Com o crescimento da demanda de cana-de-açúcar e competitividade de preço dos produtos, o setor agrícola está buscando maior eficiência e melhor tecnologia para o campo, investindo, assim, em equipamentos que proporcionam menor perda de matéria-prima, redução da contaminação da cana-de-açúcar com impurezas minerais e, conseqüentemente, maiores lucratividades (MAGALHÃES *et al.*, 2008).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo quantificar as perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar na região de Lambari D'Oeste-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Santa Clara, durante a colheita mecanizada da safra 2012/13 na Cooperativa de Produtores de Cana de Rio Branco (COOPERB), localizada no município de Lambari D'Oeste, região sudoeste do estado de Mato Grosso, com altitude média de 186m, Latitude Sul 15° 19' 24" S e Longitude Oeste 58° 00' 13". O solo da região foi classificado como Podzólico vermelho-amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2006), a condução da cultura de cana-de-açúcar e tratamentos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura e a colheita foi realizada em período diurno nos dias 01 e 02 de outubro de 2012.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, com 3 repetições, sendo os tratamentos compostos por duas variedades de cana-de-açúcar RB 867515 e RB 92579 e uma colhedora John Deere modelo 3520, operando em duas velocidades de deslocamento V1 (3,2 km h⁻¹) e V2 (3,6 km h⁻¹). Adotaram-se essas velocidades pois as condições físicas do talhão não permitia uma velocidade superior no momento da colheita. Cada parcela possuía 6,0 m de largura (quatro fileiras) e 4,0 m de comprimento, com 30 m de distância uma da outra. As perdas na operação

foram quantificadas por meio da coleta manual, todo o material remanescente foi recolhido após a passagem da colhedora dentro de cada parcela, para posterior pesagem.

O levantamento de perdas foi realizado em área total demarcada, equivalente a 1,0 ha. As perdas visíveis de cana-de-açúcar provenientes da colheita mecânica foram classificadas (Quadro 1) de acordo com a metodologia de Neves *et al.* (2003).

Após a separação do material encontrado, foi feita a pesagem de cada material recolhido. As perdas foram calculadas de forma absoluta (t ha⁻¹),

Quadro 1. Tipos de perdas das amostras analisadas.

Tipo de perdas	Especificação	
Rebolo Picado	Fração do colmo com o corte característico do facão picador ou do corte de base, em ambas as extremidades.	
Lascas	Fragmentos de cana-de-açúcar dilacerados.	
Cana inteira	Fração de cana-de-açúcar com tamanho igual ou superior a 2/3 do comprimento total. Esse colmo pode ou não estar preso ao solo pelas raízes.	
Cana ponta	Fração de colmo deixada no solo e agregada ao ponteiro.	
Pedaços	Todas as variações visíveis de colmos sem as características que definam tocos, colmos inteiros, rebolos, lascas e ponta, não se encaixam em nenhuma das definições anteriormente citadas.	
Toco	Fração do colmo cortada acima da superfície do solo, presa às raízes não arrancadas, com comprimento menor ou igual a 0,2 m.	

multiplicando-se o valor final em peso por 1.000. Para o valor em porcentagem, dividiu-se este valor pela produtividade mais o valor das perdas:

$$Pc (\%) = \frac{PC}{P + PC} \times 100 \quad (1)$$

em que,

Pc = Porcentagem de perdas no campo (%);

PC = Perdas no campo (t ha⁻¹);

P = Produtividade do canavial (t ha⁻¹); e

100 = Fator de conversão

A porcentagem de perda para as variáveis - rebolo picado, lascas, cana inteira, pedaços, cana ponta e toco - foi determinada pela relação entre a massa total do material coletado no campo e a massa de cada variável, multiplicada por 100.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade, utilizando o programa estatístico ASSISTAT 7.6 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de perda de cana-de-açúcar no momento da colheita são apresentados no Quadro 2. Observa-se que existem diferenças significativas a (P<0,01) de probabilidade pelo teste F para as

variáveis: rebolo picados, cana inteira, pedaços, cana ponta e toco.

Para o parâmetro rebolo (RB) não houve interação entre as variedades de cana e velocidade de deslocamento, porém, houve diferença significativa entre as velocidades analisadas. A velocidade de 3,2 km h⁻¹ apresentou maiores perdas durante a colheita de 529,86 t ha⁻¹.

Para a característica cana inteira (CI), verificou-se interação entre os fatores velocidades e variedades de cana-de-açúcar, onde se constatou que tanto a variedade quanto a velocidade influenciaram nas perdas desse parâmetro. Neste caso, a velocidade de 3,6 km h⁻¹ foi a que acarretou maiores perdas na variedade RB 867515. Segato e Daher (2011) observaram que com o aumento da velocidade a perda de cana inteira foi maior.

Ripoli e Ripoli (2004) afirmaram que as máquinas podem trabalhar em velocidades maiores, oferecendo maiores quantidades de matéria prima e menores perdas visíveis. Porém, para o parâmetro cana inteira (CI), os resultados não corroboram com essa afirmação, com o aumento da velocidade houve maior perda para variedade RB 867515. Entretanto, pode-se levar em consideração, como fator preponderante nessas perdas, o porte do canavial, pois quando há presença de colmos acamados, propicia o aumento das perdas, considerando que isso dificulta o corte de base da colhedora.

Para cana ponta (CP) e tocos (TO) não houve interação entre as variedades de cana e as velocidades de deslocamento. Observou-se que o

Quadro 2. Comparação de médias para os parâmetros rebolo picado (RB), lascas (LC), cana inteira (CI), pedaços (PD), cana ponta (CP) e toco (TO) em duas variedades de cana-de-açúcar e duas velocidades de deslocamento. Lambari D'Oeste-MT, 2012

Variáveis	Variável					
	RB	LC	CI	PD	CP	TO
	----- t ha ⁻¹ -----					
3,2 km h ⁻¹	529,86 a ^{**}	142,08 a ^{ns}	243,05 b ^{**}	264,16 a ^{ns}	53,40 a ^{ns}	197,91 a ^{ns}
3,6 km h ⁻¹	281,31 b	172,36 a	602,29 a	255,48 a	178,26 a	224,30 a
RB 867515	460,41 a ^{ns}	191,04 a ^{ns}	845,34 a ^{**}	272,63 a ^{ns}	231,66 a ^{**}	311,73 a ^{**}
RB 92579	350,76 a	123,40 a	0,00 b	247,01 a	0,00 b	110,48 b
CV(%)	39,43%	50,42%	17,34%	31,23%	88,76%	31,33%

^{**}Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (P>0,01) pelo teste de Tukey.

fator velocidade não interferiu nas perdas e sim o fator variedade, acarretando perdas significativas para a variedade RB 867515 (Quadro 2). A perda em cana ponta ocorreu, possivelmente, devido influência do operador do maquinário. Isso geralmente se deve a má regulagem no despontador da máquina. Quando há desuniformidade no porte da variedade é aconselhável manter operadores capacitados para realização desse tipo de colheita mecanizada. Segundo Salvi (2006), a provável causa para o tipo de perda toco, seriam as facas do corte de base danificadas ou desgastadas, essas diferenças de perdas estão associadas a vários fatores, desde o desnível do terreno, obstrução da visão do operador, causado devido ao porte elevado da variedade, má regulagem de corte basal e oscilações no deslocamento da máquina, conforme proposto por Lima (1994).

Para características lascas (LC) e pedaços (PD) não houve interação e nem diferença significativas entre as variáveis velocidade e variedade analisadas.

Em relação aos elevados coeficientes de variação observados para essas variáveis, Silva *et al.* (2008), em seu trabalho, encontraram valores de coeficientes, semelhantes e superiores aos obtidos neste experimento. Porém, os autores justificam esses valores devido as maiorias das perdas não apresentarem diferenças estatísticas.

De acordo com os parâmetros estudados, a variedade RB 867515 apresentou as maiores perdas devido a tombamento no momento da colheita (Quadro 2). No Quadro 3 são apresentados as perdas visíveis totais para as duas variedades de cana e as duas velocidades de deslocamento na colheita. A variedade RB 867515 apresentou maiores perdas para as duas velocidades de deslocamento.

Observa-se no Quadro 3, para a variedade RB 867515, com uma produtividade média de 100 t ha⁻¹, que as perdas na colheita foram 5,89 (5,8 %) e 8,08 (8,08 %) t ha⁻¹, nas velocidades de 3,2 e 3,6 km h⁻¹, respectivamente. Entretanto, para variedade RB 92579, que apresenta como fatores característicos um porte mais ereto e produtividade média de 80 t ha⁻¹, as perdas totais na colheita foram 2,79 (3,48 %) e 2,20 (2,75 %) t ha⁻¹, nas velocidades de 3,2 e 3,6 km h⁻¹, respectivamente.

Ripoli (2001a), avaliando a colheita mecanizada de cana-de-açúcar com a variedade RB 835089 em colhedora tipo Brasoft, verificou perdas de 8,8%. Na mesma condição Ripoli (2001b), quando utilizou a colhedora tipo Class Vantor, encontrou perdas da ordem de 5,6%.

Analisando a porcentagem de perdas dos parâmetros em cada variedade e velocidades aplicadas (Quadro 4), observa-se que o parâmetro rebolo (RB) na variedade RB 92579, em ambas

Quadro 3. Perdas visíveis totais de acordo com a produtividade média das variedades. Lambari D'Oeste-MT, 2012.

Tratamentos	RB 867515		RB 92579	
	----- t ha ⁻¹ -----			
V 3,2 km h ⁻¹	5,89		2,79	
V 3,6 km h ⁻¹	8,08		8,0	
Produtividade (t ha ⁻¹)	100		80	

Quadro 4. Porcentagem de perdas dos parâmetros rebolo picado (RB), lascas (LC), cana inteira (CI), pedaços (PD), cana ponta (CP) e toco (TO) entre cada variedade e velocidades de trabalho. Lambari D'Oeste-MT, 2012.

Variáveis	RB		LC		CI		PD		CP		TO	
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2 ¹
	Perdas (%)											
RB 867515	33	13	08	08	25	45	13	11	06	11	15	12
RB 92579	46	37	13	12	0	0	30	30	0	0	11	16

¹ V1= Velocidade 3,2 km h⁻¹ e V2= Velocidade 3,6 km h⁻¹.

as velocidades, apresentou uma porcentagem de perdas superior a variedade RB 867515. Para lascas (LC), as diferenças de perdas foram mínimas entre as duas variedades e velocidades estudadas, sendo essas perdas não significativas.

Para o parâmetro cana inteira (CI), obteve-se uma porcentagem de perdas superior na Variedade RB 867515, diferente da RB 92579, que não foi constatada presença desse parâmetro em nenhuma das velocidades analisadas.

As maiores porcentagens de perdas em pedaços (PD) para as duas velocidades foi pela variedade RB 92579. Para o parâmetro cana ponta (CP), as perdas ocorreram em maior porcentagem na variedade RB 867515, não havendo presença de perdas em nenhuma das velocidades aplicadas a variedade RB 92579. Para tocos (TC), essas perdas foram mínimas, estando equilibrada a porcentagem de perdas entre cada variedade e velocidade estudada.

CONCLUSÕES

- A velocidade de deslocamento de 3,2 km h⁻¹ é mais indicada para a colheita mecanizada de cana-de-açúcar;
- A variedade RB 92579 de cana-de-açúcar é mais indicada para a colheita mecanizada;
- Canaviais com variedade RB 867515, colhidos com colhedoras em velocidade de deslocamento de 3,6 km h⁻¹, resultam em aumento de perdas visíveis em relação à velocidade de 3,2 km h⁻¹.

REFERÊNCIAS

CAPUTO, M.M.; SILVA, M.A.; BEAUCLAIR, E.G.F.; GAVA, G.J. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantina**, Campinas, v.67, n.1, 2008.

COELHO, M.F. **Planejamento da qualidade no processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. 2009, 75f. Dissertação (Mestrado Máquinas Agrícolas). Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2012** - Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab 2012.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAO. Faostat database gateway. **Food and Agricultural commodities production**. Base 2012. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 4, fevereiro, 2013.

LIMA L.O.T. Fatores que influenciam na colheita mecânica In: SEMINARIO DE COLHEITA MECANICA, 1. **Anais...** Ribeirão Preto, 1994.

MAGALHÃES, P.S.G.; BALDO, R.F.G.; CERRI, D.G.P. Sistema de sincronismo entre colhedora de cana-de-açúcar e veículo transbordo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.274-282, abr./jun. 2008.

MORAES, E.E. **Avaliação das perdas invisíveis de cana-de-açúcar (*Saccharum Spp.*) e impurezas vegetais na colheita mecanizada**. 1992.124f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

NEVES, J.L.M. **Avaliação das perdas invisíveis em colhedoras de cana de açúcar picada e alternativas para sua redução**. 2003. 223f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

REIS, G.N. **Perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua em função do desgaste das facas do corte de base**. 2009. 89f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

RIPOLI, T.C.C. Algumas considerações sobre

palhiço como fonte de energia. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CANA & ENERGIA, 2001, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: INEE/IDEA, 2001a. 1 CD-ROM.

RIPOLI, T.C.C. Algumas considerações sobre palhiço. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CANA & ENERGIA, 2001, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: INEE/IDEA, 2001b. 1 CDROM.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa da cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente.** 2. ed. Piracicaba: Os Autores, 2009. 333 p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana de açúcar: colheita, energia e ambiente.** Piracicaba: Ed. Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2004. 302p.

RODRIGUES, L. **O Processo de terceirização e a presença de arranjos institucionais distintos na colheita de cana-de-açúcar.** 2006. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Economia Aplicada,

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SALVI, J.V. **Qualidade do corte de base de colhedoras de cana-de-açúcar.** 2006.89f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SEGATO, S.V.; DAHER, F. Perdas visíveis na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua sob velocidades de deslocamento da colhedora. **Nucleus**, v.8, n.1, p.315-326, 2011.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão computacional Assiatat para o sistema operacional windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, R.P.; CORRÊA, C.F.; CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.292-304, 2008.