

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MURILO DIAS DO VALE

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR OBTIDAS NA
EMPRESA VAZANTE AGROPECUÁRIA LTDA**

**Uberlândia – MG
Novembro-2009**

MURILO DIAS DO VALE

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR OBTIDAS NA
EMPRESA VAZANTE AGROPECUÁRIA LTDA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Carlos Alberto Alves de Oliveira

**Uberlândia – MG
Novembro-2009**

MURILO DIAS DO VALE

**PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR OBTIDAS NA
EMPRESA VAZANTE AGROPECUÁRIA LTDA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 19 de novembro de 2009

Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha
Membro da Banca

Eng. Agr. Tiago Lourenção
Membro da Banca

Prof. Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira
Orientador

AGRADECIMENTOS

Em particular, agradeço a Deus pela minha saúde, aos meus pais, Celso e Divina, irmãs, Laryne e Jociene, avós, Geni, Maria Joana e Manuel, tia madrinha, Irene e minha namorada, Jéssica, por estarem sempre presentes na minha vida acadêmica.

Ao professor Carlos por ter me acolhido como seu orientado e, pelo grande apoio e amizade.

Aos colegas, Bruno, Cristiano, Marcelo e Wesley pela grande ajuda prestada na realização deste trabalho.

À Vazante Agropecuária, especialmente ao João e ao Euclides, os quais tornaram possível a realização deste trabalho na Fazenda Córrego do Candinho – Tupaciguara – MG.

RESUMO

Visando obter o máximo de rendimento e qualidade na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as perdas na colheita por duas diferentes metodologias e qualificar e quantificar os danos causados nas soqueiras utilizando duas colhedoras de diferentes marcas e níveis tecnológicos. O estudo foi realizado na Empresa Vazante Agropecuária LTDA, Fazenda Córrego do Candinho, município de Tupaciguara-MG. As avaliações para quantificar as perdas foram feitas por dois métodos, o utilizado pela Coopersucar e o método utilizado pela Vazante. Os danos causados na soqueira foram qualificados e quantificados pela metodologia descrita por Kroes (1997). O método da Coopersucar apresentava parcela experimental de 5,6 x 4,0 m e o da Vazante a parcela era de 3 x 3m. O procedimento de levantamento das perdas de cana constou da coleta e pesagem de tocos, toletes inteiros, pedaços e fragmentos, cana inteira entre outros. Simultaneamente a estas avaliações, efetuou-se a determinação qualitativa e quantitativa dos danos causados nas soqueiras. Pelos resultados foi verificado que as perdas da colhedora que apresenta acompanhamento do cortador em relação ao solo e definição da altura de corte basal automática foram inferiores em comparação a colhedora que apresenta esta característica manual, feita pelo operador da máquina. As diferentes metodologias não diferiram entre si para as perdas de cana-de-açúcar. Os cortadores das duas colhedoras com facas retangulares fixas apresentaram resultados similares com relação aos danos causados na soqueira, independente do mecanismo cortador ser automática ou acionado hidráulicamente pelo operador.

Palavras-chave: colheita, cana-de-açúcar, danos na soqueira.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1	Aspectos econômicos da cana-de-açúcar	8
2.2	Perdas causadas pela colheita mecânica.....	9
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5	CONCLUSÕES	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), com mais de sete milhões de hectares plantados, produzindo mais de 560 milhões de toneladas de cana, o que coloca o país na liderança mundial em tecnologia de produção de etanol (ÚNICA, 2009). Nos últimos anos a demanda do mercado por etanol vem-se aumentando, por isso o Brasil está expandindo a área plantada com cana-de-açúcar em consequência deste fator. Com crescimento de 11,5% em relação a 2006, a área em 2007 destinada à colheita ultrapassou os sete milhões de hectares, o que proporcionou um crescimento direto na produção, que alcançou recentemente 568,9 milhões de toneladas na safra 2008/2009. Para se alcançar o máximo de produtividade dos canaviais deve-se utilizar de altos investimentos em pesquisa para que se desenvolvam novas variedades, melhorem o manejo e também a eficiência na irrigação, além de outros fatores. As condições climáticas que ocorrem durante o ano é outro fator que favorece o bom desenvolvimento da cultura (IBGE, 2008).

A cana-de-açúcar demanda em média a retirada de 70 t ha⁻¹ de colmos anualmente, sendo que no estado de São Paulo este valor é superior. Esta cultura apresenta uma produtividade em torno de 20 vezes mais que qualquer cereal cultivado no país, mas mesmo sabendo destes dados, a colheita mecânica da cana ainda é menos desenvolvida. A melhor opção para a colheita da cana seria a mecanização, tanto do ponto de vista agrônomo quanto econômico e principalmente ambiental, a qual é viabilizada através do corte mecânico sem queima prévia (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2002).

A falta de tecnologia apropriada no setor canavieiro é considerada por Magalhães e Braunbeck (1998), um dos principais problemas, principalmente no setor agrícola que, juntamente à questão da mão-de-obra que ocorre somente em certas épocas do ano, o custo da produção tem sido onerado, o qual tem enfrentado sérios problemas financeiros sem as ajudas de apoio econômico e social do Governo Federal. Com o objetivo de melhorar a rentabilidade do setor reduzindo custos, as usinas vêm optando por um sistema de mecanização gradual, o qual ocorreu também em outras culturas, principalmente na colheita. Na tentativa de minimizar os custos de colheita e devido a escassez de mão-de-obra do setor, mas principalmente devido ao decreto do Governo do Estado nº 45.869, de 22 de junho de 2001, o qual regulamenta a prática da queima de canaviais, e também a Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002, que define proibições, procedimentos, estabelece medidas de precaução e regras de execução a serem feitas quando a ocorrência do fogo nas práticas agrícolas,

pastoris e florestais, a expansão da mecanização da colheita da cana-de-açúcar vem crescendo rapidamente.

No primeiro artigo do decreto citado anteriormente, a eliminação do emprego do fogo utilizado como método da queima da palha da cana-de-açúcar e facilitador do corte, deve ser feita de forma gradativa, mas existem algumas limitações dentre as quais se considera que esta redução não pode ser inferior a 25% da área de cada unidade agroindustrial ou propriedade não vinculada à unidade agroindustrial dentro de um período de cinco em cinco anos.

Segundo Fernandes et al. (1977), a matéria-prima, cana-de-açúcar, de baixa qualidade, levada para a moagem e as perdas causadas no campo são provenientes dos altos índices de matéria estranha na carga levada para a indústria, os quais foram gerados pelas inconveniências geradas pelo sistema de colheita mecanizado utilizado atualmente, através do qual, passou-se a considerar que matéria estranha seria tudo que não é colmo industrializável ao processamento industrial.

Ao deixar-se de queimar os canaviais como forma de pré-limpeza nas canas para a colheita, a colheita mecânica de cana crua vêm proporcionando aumento nos índices de perdas e de matéria estranha, os quais tendem a aumentar no processo de colheita devido ao crescente aumento de massa vegetal desta cultura. Com o intuito de estimar as perdas de cana-de-açúcar, elas foram divididas por em perdas visíveis e invisíveis. As perdas visíveis foram classificadas como sendo aquelas que podem ser detectadas visualmente no campo após a colheita, podendo ser rebolos, canas inteiras, canas pontas, estilhaços, pedaços e tocos de cana resultante no corte basal, enquanto que as perdas invisíveis são na forma de caldo e “serragem” que ocorrem devido aos mecanismos rotativos de processamento interno das colhedoras que cortam, picam e limpam a cana durante o processo de colheita.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas na colheita da cana-de-açúcar por duas diferentes metodologias e qualificar e quantificar os danos causados nas soqueiras utilizando duas colhedoras de diferentes marcas e níveis tecnológicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos econômicos da cana-de-açúcar

Desde a safra 2001/02, o Brasil se tornou o maior produtor mundial, ficando a Índia em segundo e a Austrália em terceiro lugar. Em média, 45% da cana brasileira colhida vira açúcar e 55% álcool. No nosso país a cana é plantada nas regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste, promovendo assim dois períodos de safra anuais. Em decorrência do uso de tecnologia e gestão de vanguarda aliado à longa relação, desde a colonização, com a cana, o nosso país transformou-se no maior produtor e exportador de açúcar oriundo da cana do mundo, e com os menores custos de produção (SINOPSE SETORIAL – Indústria Sucroalcooleira, 2009).

Com tecnologia e gestão avançada, o estado de São Paulo produz cerca de 60% de todo o açúcar do Brasil, sendo extremamente competitivo no mercado internacional, o que torna o estado responsável por 70% das exportações brasileiras. O estado ainda gera 61% da produção total brasileira de álcool o que permitiu nos últimos 22 anos uma economia de divisas para o país ao ritmo médio de 1,8 bilhões de dólares anuais. O setor canavieiro paulista emprega de forma direta, no campo e nas usinas, cerca de 400 mil pessoas, representando aproximadamente 40% do emprego rural do Estado (ÚNICA, 2001).

O álcool combustível (etanol) é um produto que apresenta várias características desejáveis ao meio ambiente, ele é renovável e limpo contribuindo para a redução do efeito estufa e diminuindo substancialmente a poluição do ar, minimizando os impactos na saúde pública. No Brasil, a crescente frota de veículos está intensificando o uso do álcool, proporcionando uma restrição de principalmente de monóxido de carbono, óxidos de enxofre, compostos orgânicos tóxicos como o benzeno e compostos de chumbo na atmosfera. O álcool anidro é usado desde os anos 30 como aditivo na gasolina brasileira, e apesar disso ele é lembrado como resposta do Brasil às crises do petróleo. Na busca de autonomia e auto-suficiência energética, o país desenvolveu o Programa Nacional do Álcool e o pioneiro carro a álcool. Utilizando álcool combustível, o etanol, em automóveis flex, os consumidores brasileiros já ajudaram a evitar a emissão de mais de 48,4 milhões de toneladas de gás carbônico (CO₂) desde 2003, quando os carros flex foram lançados no país (ÚNICA, 2009).

Em documento divulgado pelo Palácio do Planalto, dia 28 de agosto, a produção da safra 2008/2009 ficará em 26,5 bilhões de litros.

2.2 Perdas causadas pela colheita mecânica

Experimentos realizados na África do Sul por De Beer e Boevey (1977), avaliaram as perdas no campo causadas pelas colhedoras com diferentes estados de manutenção. Com manutenção regular e deficiente, os autores obtiveram perdas na ordem 6,8% e 15,3% para as colhedoras utilizadas para realização do trabalho. Segundo Tambosco et al. (1977) as perdas visíveis em campo causadas pelas colhedoras Toft-robot 300, Santal 115, Massey Ferguson 201 e Claas Libertadora 1400, oscilaram entre 10,07 t ha⁻¹ a 17,13 t ha⁻¹ para as diferentes marcas ensaiadas. Ripoli e Alvesberto (1981) avaliando o desempenho da colhedora Santal, em condições de cana queimada e ereta na região de Campos RJ, obtiveram perdas visíveis em campo na ordem de 4,75% de colmos não colhidos (toletes de colmos, tocos na soqueira e colmos inteiros), o que representou aproximadamente 5,61 t ha⁻¹ para a média dos rendimentos agrícolas das áreas experimentada. Lima (1994) comparou as perdas de matéria-prima no campo para cana crua e para cana queimada, utilizando as colhedoras Engeagro E-8000 e a Engeagro E-6000, e os resultados médios obtidos de perdas na cana crua foi de 4,71% (3,9 t ha⁻¹) e na cana queimada foi de 4% (3,5 t ha⁻¹).

Estudos realizados pela Copersucar (1988) classificaram as perdas visíveis e invisíveis de cana-de-açúcar encontradas em campo, as quais incluíam canas inteiras, toletes, ponteiros, tocos e canas esmagadas que ficam perdidas ou presas na colhedora durante a operação. Devido a facilidade de se detectar as perdas visíveis, estas foram denominadas no campo. Já as perdas invisíveis que são provenientes de estilhaços e fragmentos que se desprendem durante a ação dos mecanismos de corte e picagem da colhedora e que são lançadas e incorporadas ao solo, estas são mais difíceis de serem quantificadas.

A colheita mecânica de cana-de-açúcar nos dias atuais, segundo Furlani Neto (1995), é uma realidade dentro da agroindústria brasileira, assumindo uma importância relevante aos estudos e pesquisas realizadas com o tema de perdas e otimização do processo de colheita com e sem a queima prévia. O autor ainda apresenta os seguintes custos os quais viabilizam a prática da colheita mecânica: sistema semimecanizado (corte manual e carregamento

mecânico) custo de R\$ 3,00 por tonelada; sistema mecanizado (corte mecanizado de cana picada) custo R\$ 1,65.

A deficiência no controle da altura de corte de base das colhedoras de cana-de-açúcar, além de contaminar os colmos com terra, quando opera em sub-superfície, provoca também perdas de matéria-prima quando o corte é elevado. As perdas apresentadas, segundo Ometto (1994), na forma de tocos deixados pelo cortador de base, atingiram 1,17% (1,26 t ha⁻¹) na cana queimada e 1,44% (1,43 t ha⁻¹) na cana sem queimar, de um total de aproximadamente 5% de perdas totais visíveis.

Segundo a Única (citado por NEVES, 2003) a agroindústria canavieira brasileira processa 318 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano, das quais de 5 a 15% desta matéria-prima é perdida no campo, quando o corte é feito manual ou mecanizado respectivamente. O que representa um prejuízo da ordem de US\$ 450 milhões por ano.

Devido à lei governamental n° 11.241 de 19/09/2002, o corte tende a tornar-se apenas de cana 11 crua, sem queimar, inviabilizando o corte manual. Desta forma, as perdas devem permanecer próximas do último valor.

As perdas quantificadas por Neves (2003) de “impossíveis” de serem levantadas diretamente no campo (perdas invisíveis), mostraram em parte dos estudos, que estas perdas invisíveis nos sistemas das colhedoras variaram de 2 a 11%, e foram maiores na cana com maior teor de fibra, em cana mais torta, e em cana com palha em comparação a cana sem palha. Os resultados apontaram que o fluxo de massa de cana que alimenta a colhedora não tem influência nas magnitudes das perdas invisíveis totais e na eficiência de limpeza da matéria-prima. As perdas invisíveis, com relação à ação dos mecanismos, foram mais acentuadas devido ao corte de base, e em segundo lugar, em decorrência à ação dos facões picadores e do ventilador do extrator primário.

3 MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas a campo na Vazante Agropecuária LTDA – Fazenda Córrego do Candinho, nos talhões C-20/21 (latitude 18° 33' 65" S, longitude 48° 43' 14" e altitude de 912m), durante os dias 17 e 18 de Setembro de 2009. Nestes talhões a produtividade média foi de 75 t ha⁻¹, e ambos apresentam declividade média inferior a 2%, e textura média do solo muito argilosa. A variedade de cana-de-açúcar plantada foi a SP81-3250, de 4º corte, com espaçamento de 1,5 m.

No processo de colheita foram utilizadas as colhedoras de cana John Deere 3520 e a Case 7700, as quais serão chamadas de colhedora A e B, respectivamente. Ambas trabalharam nas mesmas condições operacionais: velocidade de trabalho de 6,3 km h⁻¹; velocidade do extrator a 986 rpm; facas do cortador de base de tipo retangular fixa de duplo corte e estado de conservação intermediário. Com relação ao acompanhamento do cortador em relação ao solo e definição da altura de corte basal: a colhedora A dispunha de mecanismo automático regulado por sensores, condição que configura um nível tecnológico mais avançado; já na colhedora B, o acompanhamento do solo e a regulagem de altura de corte eram feitos manualmente por sistema hidráulico acionado e monitorado pelo operador.

Nas avaliações das perdas na colheita mecanizada em nível de campo para fins comparativos, foram utilizados o método utilizado e criado pela Coopersucar e o método já utilizado na Vazante Agropecuária LTDA.

Para os levantamentos de perdas foram demarcadas áreas onde foram recolhidas as sobras de cana-de-açúcar deixadas no campo (MFC - Massa Foliar no Campo). Pela Coopersucar, a área delimitada (parcela) possuía 5,6 metros de largura (quatro fileiras) por 4,0 metros de comprimento, em um total de 22,4 m². Pelo método já utilizado na Vazante adotou medidas menores, sendo 3 metros de largura por 3 metros de comprimento, total 9 m². Com o objetivo de apresentar uma confiabilidade nos dados, essas parcelas foram escolhidas aleatoriamente dentro do talhão, sendo retiradas 10 amostras para cada avaliação. Nessas áreas, as perdas de cana e de palha coletadas e separadas foram classificadas de acordo com as propostas da Coopersucar e pela Vazante.

A Copersucar (1988) classifica as perdas na colheita mecanizada das seguintes maneiras:

- Tocos: fração do colmo cortada acima da superfície do solo, presa às raízes não arrancadas, com comprimento menor ou igual a 0,2 m; comprimentos maiores são considerados pedaços;

- Cana inteira: fração de cana com tamanho igual ou superior a 2/3 do comprimento médio estimado dos colmos do local. Esse colmo pode ou não estar preso ao solo, pelas raízes;

- Cana ponta: fração de colmo deixada no solo e agregada ao ponteiro. A retirada de cana ponta foi efetuada quebrando-se manualmente o colmo, no ponto de menor resistência;

- Rebolos: fração do colmo com o corte característico do facão picador ou do corte de base, em ambas as extremidades;

- Lascas: fragmentos de cana dilacerados;

- Pedaços: todas as variações visíveis de colmos sem as características que definam tocos, colmos inteiros, rebolos, lascas e cana ponta e que, portanto, não se encaixam em nenhuma das definições anteriormente citadas;

A Vazante Agropecuária classifica as perdas na colheita mecanizada da seguinte maneira:

- Toco: preso a soqueira com 10 a 15 cm;

- Tolete repicado: tolete normal que a colhedora perde;

- Peçaço estilhaçado: rachado ou amassado;

- Peçaço fixo: colado na soqueira com até 30 cm de comprimento;

- Cana Inteira: mais de 40 cm de comprimento;

- Ponta: “gomo” comercial;

- Estilhaço: pequenos fragmentos;

Com base nos levantamentos das perdas da colheita mecanizada da cana no talhão C-20/21 em teste, foi possível quantificar e avaliar as perdas visíveis de cana.

Aproveitando as áreas escolhidas aleatoriamente nos talhões do experimento, foram feitas 5 avaliações em cada parcela para quantificar e qualificar os danos causados nas soqueiras pelas colhedoras. Utilizou-se nestas avaliações a metodologia proposta por Kroes (1997). Em cada parcela, foram analisadas as duas linhas centrais, 3 metros lineares cada, onde foram contabilizados o número total de danos.

Estes danos foram divididos em 4 categorias: (1) sem danos; (2) danos periféricos; (3) rachadura; e (4) fragmentação (Figura 1).

Após a coleta das amostras, processamento e pesagem do material, os dados foram tabulados no programa Excel e submetidos ao teste de t Student em nível de 5% significância, para comparação estatística das médias das variáveis de interesse.

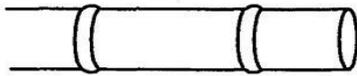
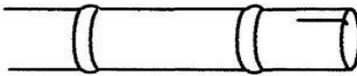
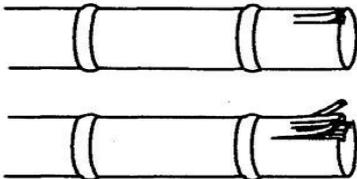
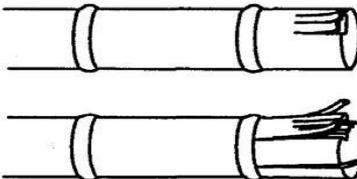
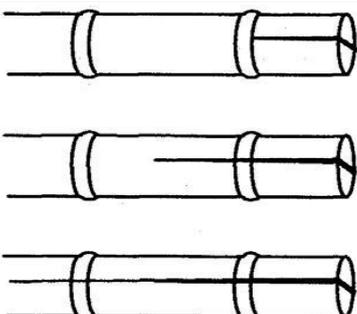
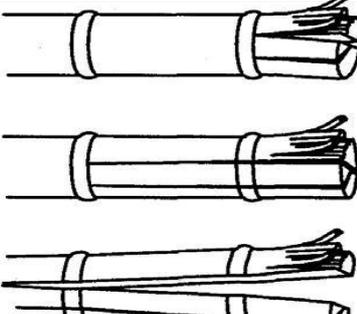
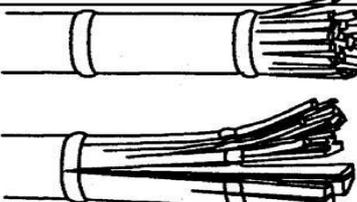
Classificação de danos	Limite inferior	Limite superior
(1) Sem danos		
(2) dano periférico		
(3) rachadura		
(4) fragmentação		

Figura 1. Classificação de danos nas soqueiras causados decorrente da colheita mecanizada da cana-de-açúcar (KROES, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, serão apresentadas as perdas a campo causadas pelas colhedoras de acompanhamento do cortador em relação ao solo e definição da altura de corte basal automática e manual pelos dos dois métodos utilizados (Coopersucar e Vazante).

A partir das Tabelas 1 a 4, os dados de perdas foram extrapolados por regra de três para perdas por hectare, e posteriormente analisadas pelo teste de *t de Student* ao nível de 5% de significância nas Tabelas 5 e 6, condição que não apresentou diferenças não significativas entre as metodologias de amostragem e entre as diferentes colhedoras, resultado talvez motivado pela variabilidade dos dados.

No entanto, para efeito de operacional e de planejamento da Empresa vale apresentar os resultados obtidos deste estudo. Quando as determinações foram realizadas pelo método da Coopersucar a colhedora A apresentou um valor médio de perdas de 1,05 t ha⁻¹, contra 1,83 t ha⁻¹ da colhedora B. O mesmo comportamento ocorreu para o método da Vazante, a colhedora A e B apresentaram valores de perdas de 1,2 e 1,3 t ha⁻¹, respectivamente. Estas perdas representadas em termos percentuais variam de 1,4 a 2,44%, valores inferiores aos obtidos por Neves et al. (2004) de 2,51 a 5,68%, talvez isso deva ter ocorrido pela baixa declividade da área dos talhões de estudo.

Os valores médios de perdas inferiores da colhedora A foram inferiores apesar de não significativos devem estar associados com o controle automático do corte e acompanhamento do solo pelo cortador, não sendo influenciado pelo monitoramento do operador como ocorre na colhedora B. Este comportamento reforça a necessidade e a inserção de tecnologias mais avançadas e mecanismos autônomos para a colheita da cana-de-açúcar com redução das atividades a serem realizadas pelo operador (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2002; OLIVEIRA et al., 2005; VOLPATO et al., 2005).

Como neste estudo não houve diferenças entre as metodologias estudadas, mesmo havendo diferença nos tamanhos das parcelas experimentais (22,4 e 9 m²) e nos números de variáveis de cada método (6 e 7 categorias), em função das análises terem sido realizados com as perdas totais, seria interessante em trabalhos futuros testar áreas de amostragens menores, tendo em vista, agilizar o tempo para a determinação de perdas na colheita da cana-de-açúcar.

Tabela 1. Avaliação das perdas (Kg parcela⁻¹) em nível de campo no processo de colheita realizado pela colhedora B utilizando o método Coopersucar.

Amostra na parcela	Perdas Visíveis (kg)						Total
	Tocos	Cana Inteira	Cana Ponta	Rebolos	Lascas	Pedaços	
1	0	0	0	1	0,5	1,7	3,2
2	0,5	5,9	0	1,3	1	1,3	10
3	0	0	0	2	0	0,4	2,4
4	0	0	0	0,9	1	0	1,9
5	0,5	0	0,5	2	0,75	0	3,75
6	0	0	0	0,75	0,5	0,75	2
7	0	0	0	2,25	0,55	4,9	7,7
8	0	1	0	0,5	0,5	1	3
9	0	1	0	1,5	0	1,5	4
10	0,4	0	0	1,75	0	0,85	3
Valor médio de perdas = 4,095							

Tabela 2. Avaliação das perdas (Kg parcela⁻¹) em nível de campo no processo de colheita realizado pela colhedora A utilizando o método Coopersucar.

Amostra na parcela	Perdas Visíveis (kg)						Total
	Toco	Cana Inteira	Cana Ponta	Rebolos	Lascas	Pedaços	
1	0	0	0	0	0,5	1,7	2,2
2	0	0	0	0,5	0,7	0	1,2
3	0	0	0	0	0,7	0,7	1,4
4	0	4,05	0	0	0,7	2,2	6,95
5	0	0	0	1	0,5	0	1,5
6	0	0	0	0,5	1	0	1,5
7	0	0	0,25	0,25	1,1	0,5	2,1
8	0	1	1	0,75	0,7	0	3,45
9	0	0	0	0,25	1	0	1,25
10	0	0	0	0,55	0,8	0,6	1,95
Valor médio de perdas = 2,35							

Tabela 3. Avaliação das perdas (Kg parcela⁻¹) em nível de campo no processo de colheita realizado pela colhedora B utilizando o método Vazante.

Perdas Visíveis (kg)								
Amostra (9m ²)	Toco	Tolete Repicado	Pedaço Estilhaçado	Pedaço Fixo	Cana Inteira	Ponta	Estilhaço	Total
1	0	0,6	0,2	0	0	0	0,4	1,2
2	0	0,4	0,2	0,3	0	0	0,2	1,1
3	0	0,9	0,8	0	0,6	0	0	2,3
4	0	0,4	0,24	0	0,6	0	0,6	1,84
5	0	0,2	0,6	0	0	0	0,2	1
6	0	0,2	0,2	0	0	0	0,1	0,5
7	0	0,2	0	0	0	0	0,4	0,6
8	0	0,8	0	0	0	0	0,2	1
9	0	0,7	0	0	0	0	0,4	1,1
10	0	0,6	0,2	0	0	0	0,3	1,1
Valor médio de perdas = 1,174								

Tabela 4. Avaliação das perdas (Kg parcela⁻¹) em nível de campo no processo de colheita realizado pela colhedora A utilizando o método Vazante.

Perdas Visíveis (kg)								
Amostra (9m ²)	Toco	Tolete Repicado	Pedaço Estilhaçado	Pedaço Fixo	Cana Inteira	Ponta	Estilhaço	Total
1	0	0,1	0,4	0,8	2,9	0	0,12	4,32
2	0	0,6	0,2	0	0	0	0,2	1
3	0	0	0,1	0,4	0	0	0,3	0,8
4	0	0,7	0,2	0	0	0	0,2	1,1
5	0	0,2	0,4	0	0	0	0,2	0,8
6	0	0,3	0,4	0	0	0	0,1	0,8
7	0	0,24	0,24	0	0	0	0,3	0,78
8	0	0	0	0	0	0	0,4	0,4
9	0	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0,6
10	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2
Valor médio de perdas = 1,08								

Tabela 5. Perdas totais na colheita ($t\ ha^{-1}$) descritas pela metodologia Vazante

Colhedora A	Colhedora B	valor Prob. de t
1,2 a	1,3 a	0,820824

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Perdas totais na colheita ($t\ ha^{-1}$) descritas pela metodologia Coopersucar

Colhedora A	Colhedora B	valor Prob. de t
1,05 a	1,83 a	0.102002

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Na Tabela 7 é apresentado os dados qualitativos e quantitativos de danos na soqueira provocados pela ação dos cortadores de base das colhedoras. A análise estatística pelo teste de t de Student para as variáveis: sem danos, danos periféricos, rachaduras e fragmentação não apresentaram diferenças significativas entre os cortadores das duas colhedoras que apresentam nível tecnológico diferenciado (Figura 2).

Como as facas dos cortadores apresentavam condições satisfatórias para a operação eram esperadas porcentagens maiores de soqueiras sem danos (corte limpo), condição não obtida como visto pela Tabela 7. Além disso, nota-se que fato do cortador ser automático ou de acionamento hidráulico pelo operador não houve influências na melhora do corte de base, pois os dois mecanismos apresentaram elevados valores de danos a soqueira. Estes danos excessivos são explicados por Mello e Harris (2003), que afirmam que o cortador convencional com facas retangulares fixas, tem se mostrado ao longo do tempo ineficazes na redução dos danos na soqueira pelo fato do corte ocorrer por impacto, causando perdas, rachaduras e redução na brotação subsequente da cultura. Segundo os autores, a solução deste problema é a utilização de facas inclinadas e com bordas serrilhadas, somados a cortadores com acompanhamento autônomo do solo.

Tabela 7. Danos nas soqueiras causados pelo cortador basal das colhedoras.

Colhedora A			Colhedora B		
Amostragem 1	Danos	Percentual	Amostragem 1	Danos	Percentual
Sem danos	5	7%	Sem danos	18	34%
Danos Periféricos	49	67%	Danos Periféricos	27	51%
Rachaduras	7	10%	Rachaduras	8	15%
Fragmentação	12	16%	Fragmentação	0	0%
total de soqueiras	73	100%	total de soqueiras	53	100%
Amostragem 2	Danos		Amostragem 2	Danos	
Sem danos	21	36%	Sem danos	7	15%
Danos Periféricos	25	42%	Danos Periféricos	33	70%
Rachaduras	4	7%	Rachaduras	5	11%
Fragmentação	9	15%	Fragmentação	2	4%
total de soqueiras	59	100%	total de soqueiras	47	100%
Amostragem 3	Danos		Amostragem 3	Danos	
Sem danos	19	37%	Sem danos	11	20%
Danos Periféricos	23	44%	Danos Periféricos	40	71%
Rachaduras	4	8%	Rachaduras	3	5%
Fragmentação	6	12%	Fragmentação	2	4%
total de soqueiras	52	100%	total de soqueiras	56	100%
Amostragem 4	Danos		Amostragem 4	Danos	
Sem danos	28	44%	Sem danos	14	30%
Danos Periféricos	22	34%	Danos Periféricos	32	68%
Rachaduras	10	16%	Rachaduras	1	2%
Fragmentação	4	6%	Fragmentação	0	0%
total de soqueiras	64	100%	total de soqueiras	47	100%
Amostragem 5	Danos		Amostragem 5	Danos	
Sem danos	14	23%	Sem danos	18	30%
Danos Periféricos	26	43%	Danos Periféricos	31	52%
Rachaduras	14	23%	Rachaduras	10	17%
Fragmentação	6	10%	Fragmentação	1	2%
total de soqueiras	60	100%	total de soqueiras	60	100%

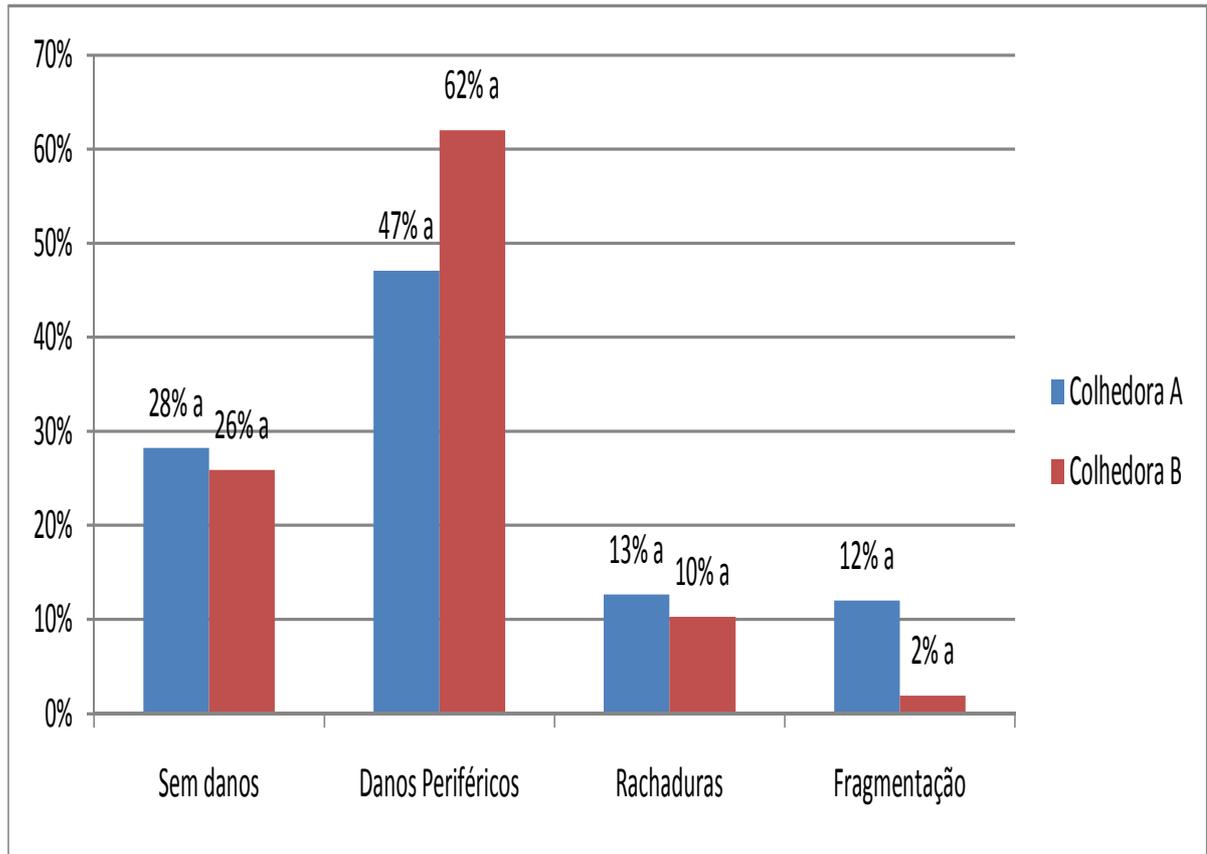


Figura 2. Danos causados nas soqueiras pelas duas colhedoras utilizadas no processo de colheita.

5 CONCLUSÕES

As perdas no processo de colheita mecanizada foram inferiores na colhedora A em comparação a colhedora B, as quais estão associadas à utilização do mecanismo automático do cortador de base.

As diferentes metodologias estudadas para a determinação de perdas não se diferiram.

Os cortadores das duas colhedoras com facas retangulares fixas apresentaram resultados similares com relação aos danos causados na soqueira, independente do mecanismo ser automática ou acionado hidráulicamente pelo operador.

REREFÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Agricultura em números 2003**. Secretaria de Política Agrícola, 2004. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br.pls/portal/docs/page/mapa/estatisticas>>. Acesso em: outubro 009.

BRAUNBECK, O. A. Redução de custos na colheita mecânica de cana-de-açúcar. **Jornal da ana**. Seção técnica, Ribeirão Preto, v. p.54-56, set., 1999.

BRAUNBECK, O. A. **Modelagem, simulação, otimização e construção de cortador basal, seguidor do perfil do solo em processos de colheita**. Relatório final de pesquisa. Processo FAPESP no 99/04745-1, Campinas: UNICAMP, 2001, 30 p.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES, P. S. G. Seguimento do perfil do solo no corte e/ou levantamento de produtos agrícolas rasteiros. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.151-158, 2002.

BRAUNBECK, O. A. **Varredura do solo na colheita de cana-de-açúcar utilizando disco com segmentos articulados**: modelagem e validação experimental. Relatório final de pesquisa. Processo FAPESP no 01/05910-8, Campinas: UNICAMP, 2003, 31 p.

COPERSUCAR. **Colheita mecanizada de cana de cana picada**. CTC/DCEA, Piracicaba, 2003, 53 p.

DE BEER, A.G.; BOEVEY, T.C. Losses incurred when chopper-harvesting sugarcane. In: INTERNACIONAL SOCIETY OF THE SUGAR CANE TECHNOLOGISTS. **Proceedings...**, 1977, v.12, n.2, p.2115-2126.

Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agência de Informação Embrapa Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/Abertura.html>>. Acesso em: agosto 2009.

FERNANDES, A.C.; OLIVEIRA, E.R; QUEIROZ, L. Sugarcane trash measurements in Brazil. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS CONGRESS, 16., 1978, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: The Executive Committee of the ISSCT Congress, 1978. v.2, p.1963-77.

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

FURLANI NETO, V. L.; RIPOLI T.C.; VILA NOVA, N.A. Colheita mecânica: perdas de matéria-prima em canaviais com e sem queima prévia. **Revista da STAB**, Piracicaba, v.14 n.6. p.24-27, jul./ago.1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Valor da produção da agricultura cresce 17,8% de 2006 para 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1290&id_pagina=1> , Acesso em: set. 2009.

JORNALCANA. **Indicadores de produtividade da cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br>>. Acesso em: set. 2009.

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

LIMA, L.T. Fatores que influenciam na colheita mecânica. Em: SEMINÁRIO DE COLHEITA MECÂNICA. In: **Anais...**, Ribeirão Preto, 1994.

MAGALHÃES, P.S.G; BRAUNBECK O. A. Colheita de Cana-de-Açúcar: Atualidade e Perspectiva. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA RURAL E MECANIZAÇÃO AGRÁRIA NO ÂMBITO LATINOAMERICANO. **Anais...**, La Plata - Argentina, 1998. p. 262-271.

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

NEVES, J. L. M. **Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar picada e alternativas para sua redução**. 2003, 213f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

[OLIVEIRA, C. A. A.](#); BRAUNBECK, O. A.; VOLPATO, C. E. S. Análise do movimento e desenvolvimento de um protótipo de cortador basal com discos bi-articulados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.2, p.230-234, 2005.

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

RIPOLI, T.C.; ALVES BERTO, P.R. Avaliação do desempenho de colhedoras de cana-de-açúcar na Região de Campos, RJ. **Revista Brasil Açucareiro**, Piracicaba, ano 49, v.97, n.2, p.92-103, 1991.

SINOPSE SETORIAL. **Indústria Sucroalcooleira**. Estrutura do mundo. Disponível em: <<http://www.investinfo.com.br/AbrilExame/Sinopse.aspx?codSubSetor=014>>. Acesso em: set. 2009.

TAMBOSCO, N.; TEIXEIRA, J. B. P.; GERALDI FILHO, L.; USTULIN, E. J.; HENRIQUE, J. L. P.; ALONSO, O.; CORREIA, W.J.; FRANCESHI, L. R.; GERALDI, R. N.; SALATA, J. C.; SERRA, G. E. Trash in mechanical and manual harvester of sugar cane. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF THE SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16. **Proceedings...**, São Paulo, 1978, p.1975-1979.

ÚNICA. União da agroindústria canavieira do Estado de São Paulo. **Dados e Cotações – Estatísticas**. Disponível em:

<<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: ago. 2009.

ÚNICA. União da agroindústria canavieira do Estado de São Paulo. **Alta competitividade canavieira**. Disponível em:

<http://www.unica.com.br/pages/agroindustria_alta.asp>. Acesso em: out. 2009.

VOLPATO, C. E. S. ; BRAUNBECK, O. A. ; OLIVEIRA, C. A. A. ; SANTOS, A. P. Projeto de um cortador de base para colhedora de cana-de-açúcar utilizando otimização matemática. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 636-646, 2005.