

PERDAS NA COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES VELOCIDADES DE CORTE

Adriana Barros de Oliveira¹
Lucas Roberto de Carvalho²
Antônio Florentino de Lima Junior
Juliano Queiroz Santana Rosa
Roberto Barbuio
Juracy Mendes Moreira³

RESUMO: O processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar tem-se mostrado bastante eficiente no corte da cana e com menor custo operacional. Contudo, as perdas observadas durante esse processo aumentaram significativamente. Este trabalho teve como objetivo avaliar as perdas observadas em kg/ha na cultura da cana-de-açúcar crua sob quatro velocidades de cortes das máquinas colhedoras da John Deere durante o processo de colheita mecanizada nos canaviais. O experimento foi implantado e conduzido em um delineamento inteiramente casualizado na fazenda da usina destilaria Nova União (Denusa), município de Jandaia – Goiás, em cana de primeiro corte. Foram realizados levantamentos com sequências de amostras onde as máquinas colhedoras passaram com as velocidades de 2,5 km/h, 4 km/h, 7 km/h e 9 km/h. Os resultados indicaram que quanto maior a velocidade de corte das colhedoras, maiores são as perdas de cana de açúcar. As velocidades de 2,5 km/h e 4 km/h são aquelas que contribuíram para uma menor perda do produto.

Palavras-chave: Cana de açúcar. Colheita mecanizada e Plataforma de corte.

ABSTRACT: The mechanical harvesting process of sugarcane has a very efficient effect on sugarcane cutting and with lower operating costs. In spite of this, when seen during this process they increased significantly. This study aimed to evaluate the losses in kg / ha in the sugarcane crop along four harvest speeds of the machines harvested at John Deere during the mechanized harvesting process in the sugarcane plantations. The experiment was implemented and conducted in a completely randomized design on the Nova União distillery farm (Denusa), in the municipality of Jandaia - Goiás. Sampling sequences were collected on harvester machines at speeds of 2.5 km / h, 4 km / h, 7 km / h and 9 km / h. The results indicate that the highest harvester harvesting speed is greater as loss of sugarcane. As speeds of 2.5 km / h and 4 km / h are those that contributed to a greater loss of the product.

Keywords: Machinery harvesting. Sugar cane. Speed harvesting machine.

1 INTRODUÇÃO

No cenário brasileiro, a agricultura representa grande influência na economia, e as perdas causadas pela mecanização na cultura da cana-de-

1 Engenheira Agrônoma. E-mail: julianogsr@gmail.com

2 Prof. Faculdade Montes Belos E-mail: juramendes94@gmail.com

3 Autor para correspondência. E-mail: juramendes94@gmail.com

açúcar são bastante expressivas. A colheita da cana-de-açúcar no Brasil se iniciou com o corte manual e queimadas. Nos anos de 1950 e 1960, iniciou-se a mecanização da cultura com máquinas importadas da Austrália e dos EUA. O setor canavieiro teve grandes avanços tecnológicos no último século, pois com a mudança radical que se deu da colheita manual até a colheita mecanizada, com as inovações apareceram também novos problemas com o processo, um deles é a perda de cana-de-açúcar no decorrer do trajeto. Devido à transição do corte manual para o corte mecanizado sem queima (cana crua), resultou inicialmente em grandes perdas de produção as quais podem chegar até 15 %, sendo estas perdas gerada em forma de impurezas minerais ou vegetais, que é levado junto com a cana a 5 caminho do beneficiamento da matéria prima até a indústria, essas impurezas são de origem mineral ou vegetal. No entanto, ainda era necessária a queimada da palhada, sem a devida preocupação com o meio ambiente, com mão de obra sem qualificação, as colheitas tinham alto custo de produção e as perdas eram altamente significativas.

As impurezas vegetais são rejeitos como (folhas verdes, palhas e ponteiros), na cana crua é bem maior, pois se fosse com a cana queimada logicamente esta parte de resíduos seria carbonizada, ficando somente o gomo da cana-de-açúcar, de modo que essa matéria se descarte deve ser jogada para fora da máquina, na qual a colhedora passa a cana por um processo de separação e descarte sendo de grande necessidade passar o mínimo possível de impurezas para os seguintes processos. Se por ventura ainda após esta exclusão de material ainda passar um volume significativo de impurezas para os reservatórios ou gaiolas transportadoras, acarretarão sérios problemas com altos volumes, custos onerosos de transportes e aumento de risco de quebra ou incêndio, devido volume de fibrosos desidratados com seus aparelhos transportadores, além de que esses resíduos trazem inúmeros prejuízos.

As condições da cultura e do terreno influenciam diretamente na velocidade de deslocamento das máquinas colhedoras da cana-de-açúcar, sendo assim, em maiores velocidades, a capacidade operacional será maior, em contrapartida, levam a um aumento de perdas por conter um maior número de massa a ser processada pela colhedora. As máquinas alcançam uma velocidade de até 9 km/h, segundo especificações do fabricante, mas geralmente trabalham até a 6 km/h, provavelmente pela falta de sistematização dos talhões, por isso, a velocidade deve ser ajustada em função das características do talhão.

Segundo BEAUCLAIR & SCARPARI (2006), tendo a cana-de-açúcar um sistema radicular profundo, com ciclo vegetativo econômico de quatro anos e meio ou mais, e intensa mecanização, o preparo do solo deve ser profundo e esmerado. Os autores salientaram, também, que as unidades sucroalcooleiras não seguem

uma linha uniforme de preparo, em função do tipo de solo predominante e da disponibilidade de máquinas e implementos. Para a instalação do canavial, todos os preceitos de boas técnicas agrônômicas devem ser considerados, tais como: preparo do solo; mudas de qualidade (sadias e bem manipuladas); tratamento fitossanitário do solo e das mudas; adubação, entre outros (RIPOLI & RIPOLI, 2004).

Em 2007 foi criado pelo governo de São Paulo o protocolo ambiental que tinha como objetivo de premiar as boas práticas ambientais do setor sucroalcooleiro com um certificado de conformidade. Diante dos impactos causados pela cultura da cana-de-açúcar, o protocolo propõe o fim da queima da palhada, proteção das nascentes e de matas ciliares, controle das erosões, melhores práticas do uso do solo e destino final correto das embalagens de agrotóxicos.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar por colhedoras específicas aumenta a cada dia no Brasil, principalmente em áreas com acesso livre, sem obstáculos naturais e com declividade inferior a 12% (NEVES, 2003). A colheita mecanizada da cana-de-açúcar tem relevância em todo o processo produtivo da cultura, inclusive na qualidade do produto final entregue para o processamento na usina. A agricultura é uma importante fonte de emprego da população de baixa escolaridade no Brasil, e por causa da mecanização houve a necessidade da capacitação de profissionais e programas educacionais para os mesmos (NEVES, 2004). A colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua apresenta vantagens e desvantagens sobre a colheita semimecanizada. Dentre as vantagens, destacam-se: menor agressão ao meio ambiente, maior acúmulo de material orgânico sobre o solo e redução do quadro de funcionários. As desvantagens estão relacionadas principalmente com a redução na qualidade da matéria-prima (impurezas), necessidade de mão de obra especializada. Dentre as perdas quantitativas na colheita mecanizada de cana-de-açúcar crua, são destacadas as perdas do tipo: toco, rebolo repicado, pedaço fixo, pedaço solto, lasca, cana-ponta, cana inteira e estilhaço, sendo o somatório dessas contabilizado em perdas totais. Qualitativamente, são avaliados os danos causados às soqueiras após a colheita da cana-de-açúcar pela máquina, bem como o arranquio dessas.

A mecanização nos canaviais é uma preocupação das usinas de açúcar e álcool a fim de se obter melhores resultados, controlar os custos, não perder a qualidade e diminuir significativa a perda de cana-de-açúcar no campo. Em função disso, que são realizadas as avaliações de perdas pelas colhedoras da cana picada, para obter o gerenciamento da operação pelas usinas (MELLO, 2003). Dentre as atividades do processo de implantação e de condução da cultura da cana-de-açúcar, sejam elas manuais ou mecanizadas ou semimecanizadas,

destacam-se: preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita, fechando o ciclo da safra com o enleiramento de palha em áreas de colheita mecanizada. O cultivo da cana-de-açúcar é considerado uma das primeiras atividades de importância nacional, ocupando posição de destaque na economia brasileira. 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.

Há dois tipos de perdas na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, as perdas visíveis e as invisíveis. As visíveis são de fácil identificação e que podem ser estimadas no campo. Ex: quantidade de matéria-prima na forma de cana inteira, toca, tolete e pedaço de cana que é deixado no campo após a passagem da máquina pela linha de colheita. As perdas invisíveis são de difícil identificação e impossibilitadas de serem contabilizadas no campo, portanto, são enviadas ao laboratório para realizar a caracterização das partículas deixadas pelos processos que acontecem no interior das máquinas. Exemplo: quantidade de matéria-prima extraviada na forma de caldo, serragem e pequenos estilhaços. Segundo BARBOSA & SILVEIRA (2006), o cultivo da cana-de-açúcar é considerado uma das primeiras atividades de importância nacional, ocupando posição de destaque na economia brasileira. Considerando a produção de açúcar, álcool e aguardente, essa atividade transparece com grande relevância na geração de divisas.

Segundo VOLPATO (2002), a cana-de-açúcar tem a qualidade tecnológica reduzida quando é colhida mecanicamente, pelo fato de que os cortadores de bases possuem os rebolos que foram divididos em partes menores, o que permite a contaminação e incorporação de terra em sua composição. Isso ocorre quando as lâminas dos discos dos cortadores trabalham em contato ou abaixo da superfície do solo ou mesmo do sistema radicular das soqueiras arrancadas forem carregados juntamente com a cana-de-açúcar. Segundo dados da CONAB (2008), a produção de cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Norte crescerá em torno de 16,0% na safra 2008/2009, chegando ao mês de fevereiro com 4 milhões de toneladas colhidas, sendo 1,83 milhão de toneladas voltadas para a transformação em açúcar, gerando 235,8 mil toneladas do produto, havendo acréscimo de 9,2% em relação à safra passada. Contudo, a participação do açúcar no total de cana colhida caiu de 51,0 para 45,4% nesse levantamento, dando mais espaço para a produção de álcool e de outros produtos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a perda da colheita mecanizada de cana-de-açúcar sob diferentes velocidades de corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na usina de produção de álcool Destilaria Nova União (Denusa), no mês de novembro da safra 2017/2018. Os talhões avaliados eram do município de Indiara no Estado de Goiás, em uma área com altitude de 550 e declividade menor que 5%.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a IACSP96-2042, que possui porte semiereto, alta produção de toneladas de cana por hectare, boa brotação de soqueira sob palha, indicada para ambientes médio-favoráveis, com perfis estáveis, é isenta de florescimento e indicada para colheita a partir da 2ª Quinzena de Julho a Novembro. O Experimento foi realizado no primeiro corte do canavial e a colhedora utilizada foi a John Deere 3520, que pode trabalhar numa velocidade de até 9.6 km/h. Para realização deste experimento, as colhedoras foram programadas a trabalhar nas velocidades de 2,5; 4; 7 e 9 km/h, a fim de levantar os dados necessários a realizar este trabalho. O experimento para avaliação das perdas foi realizado em canas de primeiro corte, espaçamento entre linhas de 1,5 metros e a coleta das amostras da colheita mecanizada foi feita durante o dia.

Para realização do experimento foram utilizados gabaritos de 10m² com cordas e estacas de ferro, podão, trena, balança marine sports fish scale para pesca 25 kg, bastão de madeira, prancheta plástica, sacola plástica para pesagem, caneta. Os gabaritos foram montados fixando as estacas de ferros nos quatro cantos no chão, batendo com uma marreta até que se firme completamente, pegando duas linhas de cana. Posteriormente a equipe da auditoria delimitou o espaço de 10m² e iniciou a catação das perdas desde o mínimo pedaço de cana até a cana inteira dentro de cada amostra, ocasionada pela colhedora, a qual a velocidade da mesma influência no processo de perda.

Em cada etapa de velocidade do experimento foram realizadas 70 amostras com pontos aleatórios, utilizando um bastão de madeira, que é lançado depois de contados vinte passos da amostra anterior para definir o local da próxima amostra. O podão foi utilizado para cortar as perdas que ficaram fixas no solo e para medir o local onde deve ser feito o corte. A pesagem foi realizada utilizando a balança e sacola plástica, pelo fator de ser um material leve sem necessidade de tirar a tara da mesma. Posteriormente pegamos a prancheta e anotamos em uma ficha de campo o peso da perda de cana-de-açúcar em cada amostra para calcular a média.

Foram tomados todos os cuidados de praxes durante a amostragem, tais como não fazer amostras próximas a curvas de níveis, carregadores, deixarem bordaduras dentro dos talhões (para início de cada ponto foram contados vinte passos afastados das bordas dos talhões), próximos a formigueiros, solos desnivelados, áreas de pedreiras.

Os dados foram submetidos à análise variância utilizando o Software estatístico R (R Development Core Team, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao verificar os resultados do experimento (tabela 1) realizado, foi demonstrado que a perda total na velocidade de 2.5 km/h e 4 km/h foram menores que as demais e diferiram estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5%. As perdas nas velocidades de 7 km/h e 9 km/h, por sua vez, diferiram estatisticamente, com a perda aumentando com o aumento da velocidade de corte. Além da análise estatística pelo teste de Scott-Knott foi realizada comparação percentual entre as perdas (tabela 01), para tanto, a perda na velocidade de 2,5 km/h foi considerada como 0%. A partir disto, descobriu-se que na velocidade de 4 km/h houve aumento de 25% na perda total; na velocidade de 7 km/h houve aumento de 74% na perda total; e na velocidade de 9 km/h houve aumento de 216% na perda total. Dessa forma, percebe-se que realmente nas velocidades de 7 km/h e 9 km/h as perdas aumentam drasticamente.

Foi realizada também análise de variância, que se mostrou significativa para regressão quadrática com coeficiente de determinação de 0,97, como observado no gráfico 1. O ponto de mínimo calculado a partir da equação foi de 3,4, ou seja, a velocidade ideal (menor perda total) de trabalho para a colhedora John Deere 3520 é de 3,4 km/h, nas condições do experimento. O gráfico 1 corrobora com tabela 1, reforçando que as menores perdas são encontradas entre 2,5 e 4 km/h.

Tabela 1. Perda total na Colheita Mecanizada da Cana-de-açúcar sob diferentes velocidades de corte. Indiará – Goiás. 2018.

Velocidade (km/h)	Perda (kg/ha)	Comparação (%)
2,5	1.986,14 c	0,0%
4,0	2.498,91 c	25%
7,0	3.462,58 b	74%
9,0	6.283,37 a	216%

CV = 5,74%

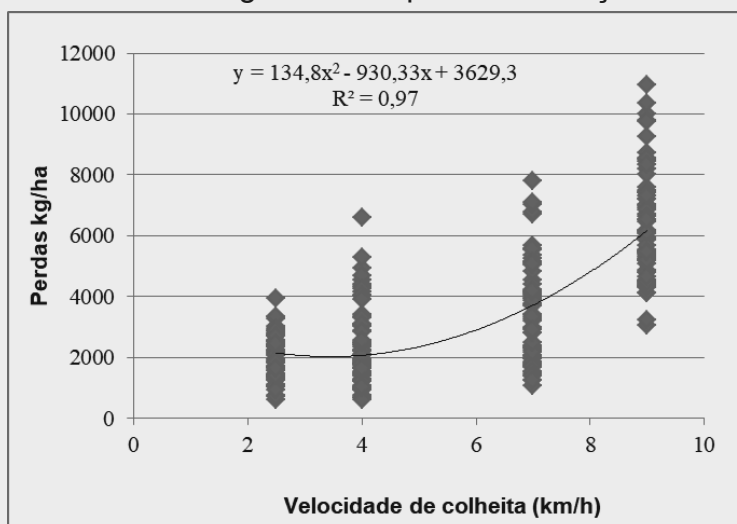
Médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Scott-Knott a 5%.

SALVI (2007) realizou um experimento focado nas velocidades com intuito de estudar as perdas que ocorrem na colheita mecanizada sob duas velocidades. A primeira velocidade com a colhedora transitando foi de 8 km e a segunda de 6,5 a 7 km. Ele utilizou a utilizou a da colhedora John Deer. Com os resultados obtidos, as perdas foram analisadas e comparadas às médias finais,

onde foi comprovado que a colhedora operando com maior velocidade, tem maior quantidade de perda.

MAGALHÃES (2006) analisou em estudo da colheita mecanizada, o desempenho operacional e econômico da colheita mecanizada, e constatou que um dos principais fatores que influenciam o nível de perdas no campo é a velocidade de deslocamento das máquinas colhedoras. MORAES (2007), utilizou duas colhedoras Claas, modelos Ventor e CC300, para realizar testes em campo com a variedade de cana-de-açúcar RB 83-5089, em cana crua e área de produtividade média de 126Mg ha⁻¹, operando com quatro velocidades de translação (0,47; 0,92; 1,50 e 2,08 m s⁻¹), e obtiveram a conclusão de que além do custo da tonelada de cana colhida diminuir, as capacidades operacionais e efetivas de campo aumentaram com o aumento da velocidade das máquinas, assim com as perdas e o índice de impureza vegetal não aumentaram com as colhedoras trabalhando em velocidades maiores. RIPOLI (2004) utilizou uma colhedora Brastoft A 7700 e chegou às mesmas conclusões, trabalhando com quatro velocidades de translação (0,36; 0,75; 1,47 e 2,14 m s⁻¹), em cana crua, processando a mesma variedade de cana e em uma área com 14,5 Mg ha⁻¹ de produtividade.

Gráfico 1. Análise de regressão da perda em função da velocidade.



NEVES (2006) realizou a quantificação das perdas invisíveis que ocorrem durante a colheita da cana-de-açúcar no conjunto do sistema que compõe a máquina, como nos rolos transportadores, rolos síncronos; ventiladores e elevador, e no sistema de corte de base.

Esse estudo demonstrou que os resultados mostram que as perdas invisíveis dependem do estado em que as facas do cortador de base se encontram e da variedade de cana-de-açúcar, onde constataram que as perdas

foram significativas na ordem de 2,1 a 5,4%. Nesse ensaio, os autores utilizaram cana-de-açúcar sem palha e mantiveram fluxo constante de cana em todos os testes.

O trabalho de ARAÚJO (2013) acompanhou o trabalho da colhedora, buscando perdas invisíveis, que são aquelas que não se pode notar no campo de trabalho, e também o ar e a eficácia dos extratores na hora da limpeza da cana, os testes foram feitos em condições monitoradas. Resultou-se então que as acelerações do ar dos extratores não influenciam nas perdas. Foram utilizadas as acelerações médias dos extratores, de 12.0 m/s no primário e no secundário foi de 9.2 m/s. (velocidade de translação). RAVENELI (2008) analisou se a prática do desponte interfere na colheita de cana. As pesquisas foram feitas em um laboratório. Foram utilizadas variedades de cana que tem maturação precoce, e todas elas estavam no seu segundo corte, as máquinas não estavam utilizando o despontador, sem a prática do desponte, as colheitas foram feitas na época de maio a setembro. Após todas as análises feitas no laboratório, foi possível afirmar que a prática do desponte, melhora a qualidade dos toletes, e não resultam em perda na produtividade. MANHÃES (2013) Analisou as perdas e os estragos às soqueiras, foi utilizada uma máquina colhedora da marca Case, modelo A8800, as devidas perdas foram coletadas e comparadas as médias, as perdas encontradas com maior frequência foram as de lascas e pedaços, no total foram analisados 42% das soqueiras.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a velocidade de trabalho em que a colhedora John Deere 3520 apresenta menor perda total na colheita é de 3,4km/k. Velocidades superiores a 4 km/h podem aumentar as perdas em mais de 70%. Com a presente pesquisa notou-se que o assunto não é tão abordado, mas também é possível notar-se que nos últimos anos há um pequeno crescimento nos trabalhos abordando a questão de perdas e tomando a verdadeira importância que o assunto requer. Sugere-se para trabalhos futuros, que se faça uma revisão de literatura bem detalhada para uma melhor percepção quanto a perdas durante a colheita mecanizada de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. S.; SANTOS, J. A. P. O desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar no Brasil: E sua relevância na economia nacional. 2013. XX f. Trabalho apresentado ao curso de Administração de Empresas, FACIDER, Colíder, MT,

2013.

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. In: Simpósio sobre manejo estratégico de pastagem, 3., 2006, Viçosa. Anais...Viçosa: Universidade Federal de Viçosa , 2006. p.245-276.

BEAUCLAIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções Filotécnicas. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDI, D.V.; IDE, B.Y. (Org.). Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte. Piracicaba: Livro CERES, 2006. v.1, p.80-91.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra de cana de 2008/2009 - estimativa: 1º levantamento, maio 2008. Brasília, 2008. 12 p.

MANHÃES, C. M. C. Perdas quantitativas e danos às soqueiras na colheita de cana de açúcar no Norte Fluminense. Vértices, Campos dos Goytacazes, v. 15, p. 63-74, 2013.

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

MAGALHÃES, P.S.G. Colheita de cana-de-açúcar e palha para a produção de etanol. In: WORKSHOP - COLHEITA, TRANSPORTE E RECUPERAÇÃO DE PALHA, 2., 2006, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 19 p. 2006.

MORAES, M.A.F.D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. Revista de Economia Aplicada, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 605-619. 2007.

NEVES, J.L.M.et al. Avaliação de perdas invisíveis de cana-de-açúcar nos sistemas da colhedora de cana picada. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.23, n.3, p.539-46, 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.

NEVES, J.L.M. Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanizada em dois

fluxos de massa de cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.3, p.787-94, 2006.

RAVANELI, G. C.; MUTTON, M. Â.; MUTTON, M. J. R. Efeitos do desponte e das épocas de colheita sobre parâmetros tecnológicos em cana-de-açúcar. *Científica*, v. 32, n. 2, p. 185- 190, 2008.

R Development Core Team: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, versão 2.13.1. Vienna, Austria, 2018. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Ed. Autor, 2004. 309 p.

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.201-9, 2007.

VOLPATO, C.E.S.; BRAUNBECK, O.A.; OLIVEIRA, C.A.A. Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de cortador de base para colhedoras de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.2, p.345-8, 2002.