CARACTERÍSTICAS INDUSTRIAIS DE MATÉRIA PRIMA EM CANA-DE-AÇÚCAR COLHIDA COM DIFERENTES VELOCIDADES LOCOMOÇÃO DA COLHEDORA E DE ROTAÇÃO DO EXTRATOR PRIMÁRIO

Murilo Fuentes Pelloso[1], Adriano Aparecido de Lima[2], Bruno Fuentes Pelloso[3], Arthur Giordano Ferrarini[4]

[1]Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná Brasil. murilof.pelloso@hotmail.com
[2] Engenheiro Agrônomo, Raizen, Capivarí, São Paulo, Brasil. adrianolima1919@hotmail.com
[3] Engenheiro Agrônomo, Glencane Bioenergia S/A, Usina Rio Vermelho, Junqueirópolis, São Paulo, Brasil. bruno.pelloso@hotmail.com
[4]Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ferrariniarthur@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar características industriais de cana-de-açúcar colhida com diferentes velocidades de locomoção da colhedora e de rotação do extrator primário. O experimento foi realizado no município de Pacaembu, região Oeste do Estado de São Paulo. O canavial colhido foi conduzido em espaçamento de 1,40 m e apresentava lavoura bem formada com a variedade RB96-5902 e boa colheitabilidade mecânica. Os tratamentos avaliados correspondem a combinações de duas velocidades de deslocamento da colhedora (km h^{-1}) e duas velocidades de rotação do extrator primário (RPM), além das velocidades habitualmente utilizadas pela usina, como testemunha: 3 km h^{-1} a 700 rpm, 3 km h^{-1} a 1200 rpm, 5 kh h^{-1} a 950 rpm (testemunha), 6 km h^{-1} a 700 rpm e 6 km h^{-1} a 1200 rpm. Após a colheita, foram coletadas amostras do produto final destinado à indústria, das quais foram avaliadas as variáveis respostas: FIBRA, BRIX, POL, PCC e ATR. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. A análise de variância evidenciou respostas significativas ($p \leq 0,05$) aos tratamentos para todas as variáveis resposta, com exceção ao BRIX%. A redução da velocidade de rotação do extrator primário, independentemente da velocidade de deslocamento da colhedora, influencia negativamente os conteúdos de fibras, açúcares totais recuperáveis (ATR), POL e PCC em cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Agroindústria, Colheita mecanizada, *Saccharum officinarum* L.

1 INTRODUÇÃO

Para a obtenção de elevadas produtividades de cana-de-açúcar, a colheita se destaca em função das dificuldades operacionais e elevados custos envolvidos no processo, que onera em torno de 30% do custo de produção da cultura, seja ela conduzida de forma manual, semi-mecanizada ou mecanizada (RIPOLI et al., 2001).

Aspectos legais, sociais, ambientais e econômicos induzem a crescente mecanização da colheita das lavouras canavieiras, erradicando a prática de queimadas. Reforçando este processo, uma série de programas e legislações estaduais vem sendo estabelecidos, como o Protocolo Agroambiental do Estado de São Paulo**,** assinado em 2007, preconizando extinguir em alguns anos a pratica da queima tanto para áreas mecanizáveis quanto não mecanizáveis (IEA, 2008).

Tais dificuldades em relação à colheita da cana-de-açúcar eleva a necessidade de se buscar melhores formas de realiza-la, proporcionando ganhos em produtividade agrícola e qualidade da matéria prima, reduzindo custos e perdas para tal e, dentro deste contexto, pode-se citar a utilização de forma mais ideal possível das colhedoras utilizadas no processo, otimizando assim seu rendimento operacional (BENEDINI; DONZELLI, 2007).

A colheita mecanizada, apesar das diversas vantagens, apresenta certos inconvenientes, como aumento dos índices de impurezas na carga, que implicam na redução da qualidade tecnológica da matéria-prima fornecida para moagem. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar características industriais de cana-de-

açúcar colhida com diferentes velocidades de locomoção da colhedora e de rotação do extrator primário em canavial de primeiro corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em junho de 2014 na Fazenda Vista Alegre, no município de Pacaembu, região Oeste do Estado de São Paulo. O clima da região caracterizado segundo Köppen como temperado úmido (Cfa), com verões quentes. O canavial colhido, na forma de cana crua, foi conduzido em espaçamento de 1,40 m e apresentava lavoura bem formada com a variedade RB96-5902, com 12 meses de idade (cana de ano), com estimativa de produtividade de 75 t ha^{-1}. O talhão encontrava-se nas coordenadas 21º23'37'' Sul, 51º15'10'' Oeste, com altitude média de 425 m, com 7% de declividade do terreno e baixa incidência de plantas daninhas na área, apresentando boa colheitabilidade mecânica.

A colheita foi realizada com uma colhedora John Deere 3520, com 342 cv de potência e rodado de esteira. A colhedora operou no canavial acompanhada de um trator John Deere 4x2 TDA de 225 cv de potência, acoplado ao transbordo com capacidade de 20 toneladas. Assim, os tratamentos avaliados correspondem a combinações de duas velocidades de deslocamento da colhedora (km h^{-1}) e duas velocidades de rotação do extrator primário (RPM), além das velocidades habitualmente utilizadas pela usina, como testemunha: 3 km h^{-1} a 700 rpm, 3 km h^{-1} a 1200 rpm, 5 kh h^{-1} a 950 rpm (testemunha), 6 km h^{-1} a 700 rpm e 6 km h^{-1} a 1200 rpm.

Após a colheita, foram coletadas amostras do produto final destinado à indústria, a fim de realizar avaliações referentes as características industriais da cultura. A coleta de amostras, tal como as análises dos materiais amostrados, foram realizadas de acordo com o manual do Conselho de produtores de cana de açúcar, açúcar e álcool do estado de São Paulo (CONSECANA, 2006) a partir das variáveis respostas: **a) FIBRA (%):** A porcentagem de fibra da cana foi calculada pela equação F = 0,08 x PBU + 0,876 (PBU = peso do bagaço úmido da prensa, em gramas); **b) BRIX:** obtido com refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura, com saída para impressora e/ou registro magnético; **c) POL:** determinada em sacarímetro digital automático, provido de tubo polarimétrico de fluxo contínuo e com saída para impressora e/ou registro magnético de dados, após clarificação do caldo com mistura clarificante à base de alumínio; **d) PCC (%):** A POL da cana corrigida foi calculada pela equação PCC = S x (1 - 0,01 x F) x C (S = POL do caldo; F = fibra da cana; C = Determinado pela norma N-084); **e) ATR:** o Açúcar Total Recuperável é calculado pela equação ATR = 10 x PC x 1,05263 x 0,905 + 10 x ARC x 0,905 (10 x PC = POL por tonelada de cana; 1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores; 0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5%; 10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana).

Os resultados obtidos para cada variável resposta foram submetidos separadamente à análise de variância e ao teste F e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância evidenciou respostas significativas ($p \leq 0,05$) aos tratamentos para todas as variáveis resposta, com exceção ao BRIX, cujo valor observado na média de todos os tratamentos foi de 20,37% (Tabela 1).

A porcentagem de FB apresentou respostas em que as velocidades de deslocamento da colhedora de 3 e 6 km h^{-1}, ambas em combinação com 700 rpm de velocidade de rotação do extrator primário, apresentaram valores mais elevados de fibras, com 15,45 e 16,02%, respectivamente (Tabela 1). Valores mais elevados de ATR foram

observados para os tratamentos de 3 e 6 km h^{-1} a 1200 rpm, 3 km h^{-1} a 700 rpm e 5 km h^{-1} a 950 rpm, sendo que os dois últimos não diferiram estatisticamente da média obtida para a velocidade de 6 km h^{-1} a 700 rpm (Tabela 1).

Para o POL%, os tratamentos baseados na utilização das velocidades de 3 e 6 km h^{-1} a 1200 rpm e 6 km h^{-1} a 700 rpm proporcionaram valores superiores para a variável resposta, entretanto, a velocidade de 3 e 6 km h^{-1} a 700 rpm e 5 km h^{-1} a 950 rpm não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1). Por fim, após correção do POL (PCC) valores superiores passaram a ser observados somente para as velocidades de 3 e 6 km h^{-1} a 1200 rpm, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 1).

Tabela 1. Analise de variância e valores médios para Fibra (FB, %), BRIX (%), açúcares totais recuperáveis (ATR, %), POL (%) e POL corrigido (PCC, %) em função da combinação de diferentes velocidades de locomoção da colhedora (Km h^{-1}) e diferentes velocidades de rotação do extrator primário (RPM) na colheita mecanizada de cana-de-açúcar de primeiro corte. Pacaembu, região Oeste do Estado de São Paulo, Brasil.

Tratamentos	FB	BRIX	ATR	POL	PCC
	---------- % ----------				
3 km h^{-1} – 1200 RPM	14.12 bc	21.05 a	144.01 a	72.89 a	14.49 a
6 km h^{-1} – 1200 RPM	14.28 b	20.78 a	143.40 a	72.90 a	14.39 a
6 km h^{-1} – 700 RPM	16.02 a	20.60 a	131.93 b	68.80 ab	13.22 b
3 km h^{-1} – 700 RPM	15.45 a	20.20 a	134.80 ab	68.34 b	13.26 b
5 km h^{-1} – 950 RPM	13.43 c	19.20 a	137.71 ab	67.52 b	13.24 b
Média Geral	14,66	20,37	138,37	70,09	13,72
D.M.S.	0.84	---	9.93	4.43	0.90
F	0.00*	0.07^{ns}	0.008*	0.004*	0.0006*
C.V (%)	2.56	2.51	3.18	2.81	2.90

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, D.M.S: Diferença mínima significativa, C.V: Coeficiente de variação.

A fibra, material insolúvel em água, pode ser parte da própria cultura ou de impurezas colhidas e transportadas em conjunto (COPERSUCAR, 1980; FERNANDES, 2000), definição que explica os resultados obtidos, onde os tratamentos que proporcionaram maior porcentagem de FB foram aqueles em que se utilizou menor rotação do extrator primário (700 RPM), que tende a proporcionar maior nível de impurezas vegetais a carga de cana colhida (NEVES; MAGALHÃES; OTA, 2004; NEVES et al., 2006).

De forma proporcional ao observado em relação a quantidade de fibra presente nas amostras, para os valores de ATR é possível verificar os menores percentuais em função dos mesmos tratamentos, podendo inferir que a variável resposta também tende a ser influenciada negativamente pelas impurezas vegetais na carga da matéria prima. De acordo com Fernandes (2000), o ATR é basicamente a quantidade de açúcar passível de ser recuperado na forma de “açúcar cristal” e, conforme Stupiello (2001), o processamento da cana-de-açúcar com baixa pureza tende a prejudicar a recuperação da sacarose no processo de cristalização, dificultando a obtenção do produto final com melhor qualidade.

Os maiores valores obtidos para POL e PCC foram condizentes com as demais variáveis respostas, em que os tratamentos em com menores velocidades de rotação do extrator primário proporcionaram valores inferiores para ambas as variáveis resposta. Neste sentido, Bovi & Serra (1999), comparando os parâmetros tecnológicos da cultura submetida a diferentes níveis de impurezas vegetais, compostas por folhas, palhas e fibras, constataram a mesma tendência em relação aos resultados supracitados, mencionando ainda que o principal componente de impureza que tende a reduzir o POL% e, consequentemente, o PCC%, são as folhas verdes incorporadas a matéria prima colhida.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução da velocidade de rotação do extrator primário, independentemente da velocidade de deslocamento da colhedora, influencia negativamente os conteúdos de fibras, açúcares totais recuperáveis (ATR), POL e POL corrigido em cana de açúcar.

REFERÊNCIAS

BENEDINI, M. S.; DONZELLI, J. L. Colheita mecanizada de cana crua: caminho sem volta. **Revista Coplana**, n.40, p.22-25, 2007.

BOVI, R.; SERRA, G. E. Impurezas fibrosas da cana-de-açúcar e parâmetros tecnológicos do caldo extraído. **Sci. Agric.,** v.56, n.4, p.885-896, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161999000400016&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 07 ag 2019.

CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar, Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções CONSECANA**. 5.ed. Piracicaba:, 2006. 111p.

COPERSUCAR. **Análises tecnológicas do caldo.** Piracicaba, 1980, 120p.

FERNANDES, A. C. Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar. Piracicaba, **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, p.193, 2000.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001. Acesso em: 07 ag. 2019.

IEA. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Índice de mecanização na colheita da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo e nas regiões produtoras paulistas. **Análises e Indicadores do Agronegócio** v.3, n.3, 2008.

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**, v.24, n.3, p.764-770, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162004000300030&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 13 mar 2019.

NEVES, J.L.M. et al. Avaliação de perdas invisíveis na colheita mecanizada em dois fluxos de massa de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.3, p.787- 794, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162006000300016&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 18 mar 2019.

RIPOLI, T.C.C.; NERY, M.S.; MOLINA JUNIOR, W.F.; RIPOLI, M.L.C. Operation and economic performance of a green cane chopped harvester in Brazil. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2001, Sacramento. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2001.

STUPIELLO, J. P. Nitrogênio Qualidade da matéria prima e efeitos na fábrica. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.19, n. 4, p.13, Piracicaba, 2001.