

# ESTUDO DA SUSCEPTIBILIDADE DE PERDAS DE SACAROSE EM FUNÇÃO DO TEMPO EM CALDOS DE 06 (SEIS) VARIEDADES DE CANA CULTIVADAS NO VALLE DEL CAUCA - COLÔMBIA

STUDY OF THE SUSCEPTIBILITY LOSS OF SUCROSE IN TIME FUNCTION IN JUICE OF 06 (SIX) SUGARCANE VARIETIES CULTIVATED IN VALLE DEL CAUCA – COLOMBIA

JESÚS ELIÉCER LARRAHONDO<sup>1+</sup>, CELSO SILVA CALDAS<sup>2\*</sup>, RAFAELLA ELOISA CANDIDO DE AZEVEDO<sup>3</sup>

1. Químico, Professor Ph.D. Universidade Santiago de Cali - CO; 2. Engenheiro Químico, Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias de AL – BR e atualmente pós-doutorando na Universidade Santiago de Cali - CO; 3. Engenheira Química, mestranda em Tecnologias Limpas pela Unicesumar.

\* Rua Sá E Albuquerque, n° 184, Jaraguá/ Av. número, bairro, Maceió, Alagoas, Brasil. CEP: 57022-180. [celso@centralanalitica.com.br](mailto:celso@centralanalitica.com.br)

+ Orientador: [jelarrahondo@gmail.com](mailto:jelarrahondo@gmail.com)

Recebido em 22/05/2017. Aceito para publicação em 09/06/2017

## RESUMO

Foram estudados caldos de 06 (seis) variedades de cana cultivadas no Valle del Cauca – Colômbia – com objetivo de identificar a de maior resistência à deterioração pela perda de sacarose. O estudo se baseou na produção de CO<sub>2</sub>, cujos volumes foram medidos ao longo de 45h. Os volumes de gás carbônicos foram convertidos em massa de sacarose identificando, portanto, a de menor perda, ou seja, a que apresenta menor concentração da enzima invertase e, por consequência, mais resistente à deterioração. No estudo realizado a variedade “D” foi a que apresentou maior produção de gás carbônico, indicando ser das variedades estudadas a com mais enzima invertase e, logo, com maior grau de decomposição. Por outro lado, a variedade “B” teve a menor produção de CO<sub>2</sub>, sendo, portanto a mais resistente à perda de sacarose ao longo das 45h.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cana-de-açúcar, deterioração, perdas de sacarose.

## ABSTRACT

Six (6) sugarcane varieties cultivated in Valle del Cauca - Colombia - were studied in order to identify the one with the greatest resistance to deterioration due to loss of sucrose. The study was based on the production of CO<sub>2</sub>, whose volumes were measured over 45h. The carbonic gas volumes were converted to sucrose mass, thus identifying the one with the lowest loss, that is, the one with the lowest concentration of the enzyme invertase and, consequently, more resistant to deterioration. In the study carried out the variety “D” was the one that presented greater production of carbonic gas, indicating that of the studied varieties the one with more enzyme invertase and, therefore, with a greater degree of decomposition. On the other hand, the “B” variety had the lowest CO<sub>2</sub> production, being therefore the most resistant to loss of sucrose during 45h.

**KEYWORDS:** Sugarcane, deterioration, sucrose losses.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura proveniente do sudeste asiático sendo bastante cultivada nos países de clima tropical, ou seja, países que estão localizados entre os paralelos 30° de latitude norte e sul do Equador, cujos climas são caracterizados por apresentarem duas estações distintas, sendo uma quente e úmida e outra fria e seca. A primeira estação promove uma boa germinação e perfilhamento, enquanto na segunda ocorre a maturação dos colmos com acúmulo de sacarose em seus tecidos vegetais<sup>1</sup>. Segundo Stupiello (1987)<sup>2</sup> a matéria-prima desejável para indústria é a cana-de-açúcar formada por colmos em avançado estágio de maturação, sadios, recém cortados, despontados e livres de matéria estranha.

A escolha da variedade a ser cultivada deve acontecer após minucioso estudo sobre as condições edafo-climáticas, sempre com objetivo de conseguir maiores produtividades agrícolas e rendimentos agroindustriais. Nesse sentido ressaltam-se os avanços no cruzamento de variedades sempre se buscando melhorias tecnológicas e canas mais resistentes à deterioração, cujo processo é rápido e acentuado, principalmente em função do tempo e das condições climáticas (temperatura, umidade relativa do ar, umidade do solo, chuvas, etc.). Quando exposta ao sol por longos períodos a cana perde peso diminuindo a quantidade de caldo e aumentando os teores de fibra<sup>3</sup>. Entretanto, as maiores perdas após o corte da cana decorrem das ações de microrganismos que consomem os açúcares produzindo uma série de compostos prejudiciais aos processos de fabricação de açúcar e álcool, entre estes ácidos e polissacarídeos<sup>4</sup>. Os principais ácidos encontrados em canas deterioradas são o acético e o láctico. Já com relação aos polissacarídeos o de maior impacto é a dextrana que provoca

interferências nas análises de POL no caldo e compromete o processo de cristalização da sacarose, aumentando a viscosidade dos méis e diminuindo os níveis de produção<sup>5</sup>. A formação da dextrana é iniciada pela decomposição da sacarose em monossacarídeos pela ação de enzimas invertases e posterior polimerização por microrganismos do tipo *Leuconostoc spp.*, principalmente o *L. mesenteroides*<sup>6,7</sup>.

Independente da forma e dos produtos gerados a decomposição da cana provoca perdas agrícolas e principalmente industriais, já que os rendimentos obtidos nas fábricas de açúcar e álcool dependem das concentrações de seus açúcares, ou seja, sacarose, glicose e frutose<sup>8</sup>. Nesse sentido, quanto menor o tempo entre a queima/corte da cana e seu processamento, menores serão as perdas de açúcares decorrentes da menor atividade microbiana, como também melhores serão as recuperações das fábricas e qualidades dos produtos finais. Logo, o tempo é um fator de extrema importância no estudo da deterioração da cana, como também sua variedade, uma vez que a deterioração não ocorre de maneira semelhante em variedades de canas diferentes. Estudo realizado por Marteau (1982)<sup>9</sup> com doze variedades de cana em duas épocas diferentes confirmou que o grau de deterioração não é o mesmo em variedades e em épocas diferentes. Por outro lado, a média de perda de açúcar e de peso foi de 1%/dia em estudo realizado nas usinas das Ilhas Reunião. Em decorrência dessas perdas, a pureza da cana baixou 0,5%/dia de pós-colheita e os açúcares redutores aumentaram devido a inversão da sacarose<sup>10</sup>.

Vários outros estudos realizados ao redor do mundo canavieiro comprovam as perdas de peso e de açúcar após a queima e corte da cana, obrigando às usinas a desenvolverem planos de logística tais que o tempo entre a queima, corte e transporte e a extração do caldo seja o menor possível, conseguindo com isto maiores eficiências e rendimentos industriais<sup>11,12</sup>.

No presente estudo foram quantificadas perdas de sacarose em caldos de 06 (seis) variedades de cana cultivadas no Valle del Cauca – CO em função do tempo máximo estabelecido de 45h (quarenta e cinco horas). Os resultados mostraram que a deterioração dos caldos ocorreu de forma diferente nas variedades estudadas, sendo a mais resistente a variedade “B”. A quantificação da sacarose foi calculada a partir do volume de CO<sub>2</sub> medido em um tubo de fermentação.

## 1. MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo as variedades de cana estudadas (CC – CENICAÑA, Colômbia) receberam as designações A, B, C, D, E e F. Os caldos extraídos de todas as variedades tiveram seus Brix ajustados para 10% e foram colocados em tubos de fermentação conforme mostrados na Figura 1.

Os volumes de CO<sub>2</sub> originados da inversão da sacarose foram medidos após 04, 12, 20, 24, 36, 40 e 45horas. Para conversão do volume em massa de CO<sub>2</sub> foi usada a massa específica de 1,977 g/L. As massas de

sacarose foram obtidas por relações estequiométricas a partir da reação de produção de etanol, sendo expressas em mg.



Figura 1. Tubo de fermentação. Fonte: Os autores.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios mostraram diferentes volumes de CO<sub>2</sub> por variedade de cana em um mesmo período de tempo. Isto já era esperado uma vez que a produção de CO<sub>2</sub> depende da concentração da enzima invertase, sendo estas diferentes nas variedades estudadas. Ao final das 45h de permanência no tubo de fermentação os volumes médios de CO<sub>2</sub> tiveram uma variação considerável e igual a 4,26mL, que representa 85,37% do maior valor obtido. Ressalta-se que o menor volume de CO<sub>2</sub> indica não somente uma menor concentração da enzima invertase, mas, sobretudo uma maior resistência a deterioração. Os volumes médios de CO<sub>2</sub> medidos de cada variedade ao final de 45h estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Volumes médios de CO<sub>2</sub> (mL) por variedade estudada.

Variedades de Cana	Volume CO <sub>2</sub> (mL)
A	2,47
B	0,73
C	1,43
D	4,99
E	1,94
F	2,27

Fonte: Elaboração dos autores.

Os dados mostram que a variedade “B” apresentou menor volume médio de gás, sendo, portanto, a variedade mais resistência a perda de sacarose. Em sentido contrário a variedade “D” por apresentar uma

maior produção média de CO<sub>2</sub> ao longo de 45h se mostra a mais susceptível à deterioração pela perda de sacarose.

Os volumes de gás foram convertidos em massa pela massa específica do CO<sub>2</sub> e em seguida pelas relações estequiométricas da reação de produção de etanol foram encontradas as massas equivalentes de sacarose. Todas as massas calculadas em função das variedades e dos tempos considerados estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Massas de sacarose (mg) por variedade em função do tempo (h).

Tempo (h)	Variedades CC					
	A	B	C	D	E	F
4	0,48	0,38	0,38	0,77	0,38	0,38
12	2,31	0,48	0,67	5,76	0,96	0,67
20	6,72	1,73	3,27	15,37	5,19	6,34
24	10,95	2,5	4,61	16,9	6,53	7,49
36	17,29	4,61	10,18	35,54	13,83	15,94
40	18,63	6,15	11,33	38,8	15,56	18,25
45	19,4	6,72	13,64	40,34	17,29	20,75

Fonte: Elaboração dos autores.

Como as massas de sacarose foram calculadas em função dos volumes de CO<sub>2</sub>, os dados apresentados apenas confirmam que a menor perda ocorreu na variedade “B” enquanto que a variedade “D” teve a maior perda de sacarose. Os dados também evidenciam que as perdas de sacarose diferem consideravelmente entre as variedades estudadas conforme é mostrado no gráfico da figura 02. Esse comportamento também confirma que a deterioração da cana-de-açúcar é um fenômeno que depende do tempo e da variedade de cana.

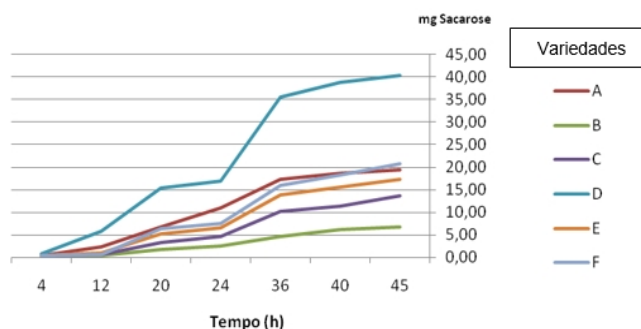
A partir dos dados obtidos foram elaboradas equações de regressão linear com objetivos de estimar as perdas de sacarose por variedade em função do tempo de corte. Estas equações são apenas indicativas, mas bastante úteis para as previsões das perdas de sacarose e seus respectivos impactos nos indicadores de eficiências e rendimentos industriais. Ademais, serão úteis para que os departamentos agrícolas estabeleçam prioridades de corte e transporte em função das variedades cultivadas. Na Tabela 03 estão apresentadas estas equações, por variedade, com os respectivos coeficientes de correlação (R<sup>2</sup>).

**Tabela 03.** Perdas de sacarose (mg) por variedade em função do tempo (h).

Variedades	Equações	(R <sup>2</sup> )
A	mg SAC = (t - 5,7685) x 0,5553	0,9797
B	mg SAC = (t - 7,4429) x 0,1735	0,9383
C	mg SAC = (t - 8,1385) x 0,3492	0,9511
D	mg SAC = (t - 6,00451) x 1,1317	0,9793
E	mg SAC = (t - 7,6741) x 0,4720	0,9635
F	mg SAC = (t - 7,9803) x 0,5569	0,9604

Fonte: Elaboração dos autores.

Finalmente, observou-se que as maiores perdas de sacarose em caldos ocorreram entre 24 e 36h, período este crítico para a deterioração da cana. A partir de 36h as perdas de sacarose em todas as variedades foram menos acentuadas, não obstante continuaram ocorrendo. Este comportamento pode ser observado perfeitamente também no gráfico da Figura 02.



**Figura 2.** Perdas de sacarose em função do tempo. Fonte: Os autores.

### 3. CONCLUSÃO

O estudo mostrou ser possível prever a suscetibilidade de deterioração de caldos de diferentes variedades de cana através de um método simples e de baixo custo, baseado na produção de CO<sub>2</sub> medida em tubos de fermentação. Por outro lado, também comprovou que a deterioração dos caldos ocorreu de forma diferente nas variedades e nos tempos estudados. Variedades de cana com maiores perdas de sacarose indicam possuir uma maior concentração da enzima invertase e, logo, mais susceptíveis à deterioração. Das variedades estudadas a de melhor comportamento em relação à perda de sacarose foi a “B” enquanto a variedade com maior probabilidade de deterioração é a “D”. Através dos dados ficou confirmado que no intervalo entre 24h e 36h ocorrem as maiores perdas de sacarose e ainda foi possível estabelecer equações que preveem as perdas de sacarose em função do tempo entre o corte e o processamento da cana.

### 4. REFERÊNCIAS

- [1] Larrahondo JE. Composición y Características Químicas de laCaña de Azúcar. Universidad del Valle. Cali, CO. 2012.
- [2] Stupiello JPA. Cana-de-açúcar como Matéria-prima. In: PARANHOS, S.B. (coord.). Cana-de-açúcar – cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987; 2:761791.
- [3] Amin MH, El-Badawi AA, Sayed GEIK, Habib A. Effectsofburning ad choppingon sugar-canedeterioration in the VAR. In: CONGRESSO OF THE ISSCT, 14, 1971, New Orleans. Proceedings. Baton Rouge: Franklin Press, 1972; 786-793.
- [4] Larrahondo JE & Ordoñez SP. Flavonoides de laCaña de Azúcar. Universidad del Valle. Cali, CO. 2014.
- [5] Clarke MA, Roberts EJ, Godshall MA, Brannan MA, Carpenter FG, Coll EE. Perda de sacarosa enlafabricación de lacañadeazúcar. Sugar y Azucar, New York, 1980; 5(10):70-75.
- [6] Egan BT. Deteriorationproblemofofchoppedcane. Australian Sugar Journal, 1966; 57(11):922-924.
- [7] Egan BT. Post harvestdeteriorationlosse, in sugar cane in Quensland. ProceedingsofInternationalSocietyof Sugar Cane Technology, 1969; 13:1729-1735.
- [8] Larrahondo JE, Mora JA & Rodriguez EM. Azúcares –

- Conceptos Básicos de la Química de los Carbohidratos. Centro Editorial Catorse. Cali, CO. 2017.
- [9] Marteau VG. Deterioración por estacionamiento em diversas variedades de caña de azúcar. Boletín Estación experimental Agrícola d Tucuman, Tucuman, 1892; 140:1-10.
- [10] Corcodel L, Mullet T. Aconitic acid ratio as a post-harvest whole-stalk green sugar cane age indicator. In: International Society of Sugarcane Technologists, 26, Proceedings. 2007; 800-809.
- [11] Vasconcelos RRA. Deterioração da Matéria-prima de três Variedades de Cana-de-Açúcar ao Longo do Tempo no Município de Taquarana, Estado de Alagoas. Universidade Federal de Alagoas. 2010.
- [12] Larrahondo JE. Sacarosa – Conceptos Fundamentales en la Industria Azucarera y Sucroquímica. Centro Editorial Catorse. Cali, CO. 2014.