

# ¿Por qué pesar el jugo y cuáles son sus consecuencias?

Jorge Tomás Lodos-Fernández\* y Mauricio Ribas-García  
Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)  
Vía Blanca No. 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba.  
[\\*jorge.lodos@icidca.azcuba.cu](mailto:jorge.lodos@icidca.azcuba.cu)

## RESUMEN

Se describe la necesidad de pesar el jugo mezclado y las consecuencias que ello produciría sobre el proceso azucarero. Esta acción es usual en los países cañeros, excepto Cuba, donde su magnitud no se mide, sino se calcula por su Pol, que incluye el azúcar producido más el supuestamente existente en miel final, cachaza y pérdidas indeterminadas. La cantidad de jugo mezclado está vinculada también al agua añadida, sobre todo como imbibición. Determinar la cantidad real de jugo mezclado y de azúcar que contiene, es decisivo para conocer la eficiencia del trabajo del central. Según la experiencia acumulada se confirma que, cuando se pesa el jugo, se incrementa su cantidad y el Pol en caña y se reduce el recobrado en no menos del 10 %, comparado con su cálculo actual. Esto influye sobre la cantidad de miel producida y la composición del alimento animal, sobre el Pol y el contenido de jugo en la caña, todos al alza; y sobre el recobrado y el insumo de azúcar crudo en las refinerías, a la baja. Los valores que aparecen en las Series históricas deben considerarse con reserva e incluir en sus análisis los elementos discutidos.

**Palabras clave:** pérdidas en miel final, peso del jugo mezclado, Pol en caña, Pol en jugo mezclado.

## ABSTRACT

In order to control the sugar process is mandatory to measure the amount of mixed juice and to consider its consequences. This measure is usual in all sugarcane countries with the exception of Cuba, where factory calculates mixed juice Pol adding to sugar yield the sugar contained in molasses, mud and other losses. Water add to the cane, particularly as imbibition, relates also to mixed juice quantity. For these reasons, to manage sugar factory efficiency is decisive the measurement of mixed juice Pol and quantity. Carry out experiments confirm that when mixed juice quantity is measured, its amount as well as Pol in cane increase, and sugar recovery decreases, in no less than 10 % related to current data. These results increase the amount of molasses; juice and Pol content in cane, and change the composition of animal feed. They also decrease raw sugar recovery and raw sugar consumption in white sugar production. Additionally, historical related values must be subject to scrutiny taking into account-discussed elements.

**Key words:** losses in molasses, mixed juice weight, Pol in cane, mixed juice Pol.

## INTRODUCCIÓN

Todo el siglo XIX y casi todo el XX, la caña se pagaba por su peso. Sin embargo, los cañeros estaban interesados en que se tomara en consideración no solo su peso, sino también su calidad, expresada como Pol de la caña. Realmente, la calidad de la caña no solo depende de su Pol, sino también de la presencia de otros componentes en el jugo y de su desfase, frescura y contenido de

materias extrañas, por ejemplo. Todos los métodos actuales de medir la calidad de la caña para su pago toman en cuenta estos factores (1).

Cuando se procesa la caña en el central, su contenido de azúcar (Pol) se distribuye entre el bagazo y el jugo mezclado. La cantidad real de azúcar (Pol) que entra a la fábrica con el jugo mezclado es uno de los valores más importantes para conocer, realmente, cuánto de ello fue capaz la fábrica de convertir en azúcar físico comercial y, también, cómo se distribuyó el resto entre los posibles otros destinos o pérdidas en miel final, cachaza e indeterminadas (arrastres, derrames, salideros y destrucción de sacarosa).

El objetivo del trabajo es discutir las posibles afectaciones que se asocian a la no medición de la cantidad de jugo mezclado y a los cálculos vinculados, sobre todo, de Pol en caña, pérdidas y agua total.

## EXPERIENCIA ACUMULADA

No es difícil medir la cantidad de azúcar en el jugo pues, usualmente, las fábricas tienen dos tanques de jugo mezclado por lo que, cuando uno se llena, se puede calcular el azúcar que contiene por su volumen (o peso), densidad y pureza, mientras se llena el segundo, lo que ya se hacía desde la colonia (2). Sin embargo, en Cuba, este cálculo se hace “de atrás hacia adelante” y se calcula el azúcar en el jugo mezclado, al sumar al azúcar producido el que contiene la miel final, la cachaza y el supuestamente indeterminado, cuyo valor, generalmente, no es posible medir y se fija entre 0.5 y 1.0 %. El contenido de azúcar en la caña se calcula al sumarle al contenido de azúcar (Pol) calculado en el jugo mezclado, el contenido en el bagazo (3). De esa manera, según el sistema cubano, Pol en caña = Pol en jugo mezclado (de cálculo) + Pol en bagazo. Actualmente, de los 75 países que producen azúcar de caña, solo Cuba mantiene este sistema y solo pesa, prácticamente, la caña y el azúcar. Todos los países cañeros pesan adicionalmente, al menos, el jugo mezclado y la miel final.

De acuerdo con el sistema de cálculo establecido en Cuba, el azúcar que contiene el jugo mezclado (Pol de cálculo) determina su cantidad, a partir de la medición de sus características, que realiza el laboratorio sin ninguna dificultad. Así, por ejemplo, si el jugo mezclado tiene un Brix de 15 % y una pureza de 84 %, su Pol será 12.6 % ( $0.15 \times 84$ ). Si el cálculo “de atrás hacia adelante” del Pol entrado en la fábrica dio un valor, por ejemplo, de 11.0, la cantidad de jugo mezclado sería de 87.3 % de la caña ( $100 \times 11.0/12.6$ ). Con este valor, la ecuación fundamental de balance material del tándem de una fábrica de azúcar sería: 100 (caña) + agua total = bagazo + jugo mezclado (87.3) y la cantidad de agua añadida estaría entre 12 y 17 %, para producciones de bagazo entre 25 y 30 %, valores todos muy usuales. En otras palabras, la cantidad de jugo mezclado, es determinada, por un lado, por el total de las salidas de azúcar (Pol) en la fábrica y, por otro lado, determina la cantidad de agua total añadida. ¿Cuál es la situación en las fábricas cubanas que han medido (pesado) el jugo mezclado?

El Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), en un trabajo inédito, comparó la eficacia de la contabilidad azucarera en los centrales Dos Ríos e Ifraín Alfonso, en particular, en cuanto a la medición del contenido de fibra de la caña con métodos que permitiesen calcular la cantidad de jugo mezclado a obtener. En ambos centrales, al precisar la medición, se incrementó la cantidad de jugo mezclado y el Pol en caña y se redujo el recobrado, todos en alrededor de un 10 %, contra los valores reportados.

También, el ICIDCA evaluó el pesaje del jugo en los centrales Grito de Yara (73 días en febrero-abril de 2018) y Ecuador (29 días en febrero-marzo de 2019) y sus resultados se resumen en la tabla 1.

**Tabla 1.** Experiencia real de resultados al pesar el jugo (4)

Indicador	Central Grito de Yara		Central-refinería Ecuador	
	Sin pesar el jugo	Si se pesa el jugo	Sin pesar el jugo	Si se pesa el jugo
Porcentaje de jugo mezclado	85.51	93.41	82.93	109.92
Pol en caña	10.49	11.41	10.76	14.04
Recobrado	79.49	73.12	75.16	55.30
Pérdida de miel final	11.18	10.29	15.11	11.58
Indeterminados	1.60	9.50	2.80	27.81

En ambos casos, prácticamente todos los días, la cantidad de jugo medida fue superior a la cantidad de jugo calculada, se incrementó el Pol en caña y se redujo el recobrado, cada uno en no menos del 10 %. Evidentemente el azúcar real que entró con el jugo resultó superior al calculado por sus salidas. Se asumió que la pérdida en miel no solo era verdadera sino que, inclusive, se reducía; entonces, el azúcar “perdido” se vinculaba a las pérdidas “indeterminadas”, que se incrementaron 6–10 veces, aparentemente fuera de todo razonamiento lógico.

Otro valor notable, fue el del agua total en la ecuación de balance material del tándem, ya que se reportó que era inferior al agua de imbibición. Hay que recordar que la desaparición del jugo mezclado implica la desaparición simultánea del agua que le da lugar. Esta situación, en la que la cantidad de jugo mezclado y de agua total es inferior a la real, es probable que exista en la mayoría de las fábricas cubanas.

Como se mencionó, la desaparición del jugo mezclado obliga también a desaparecer el extra-Pol que contenía. Esto debe compensarse con menores pérdidas en algunos de sus destinos, sobre todo y probablemente, en la miel final, y menos en las pérdidas indeterminadas.

En este sentido, el ejemplo del central-refinería Camilo Cienfuegos es muy interesante. En este central, en los años ochenta del siglo XX, se instaló una pesa de jugo mezclado. El central tenía uno de los recobrados más altos del país, que era el indicador fundamental que en aquellos momentos medía la eficiencia industrial. Ese resultado se debía a la baja cantidad de miel final que producía y al alto rendimiento industrial en azúcar crudo que se destinaba totalmente a la refinería. La miel final no se pesaba y se reportaba que su contenido, en las 100 toneladas diarias de miel-urea-bagacillo predigerido que se producía era del 15 %, según lo normado. En realidad, contenía más de 50 % (5). También, el azúcar enviado a la refinería no se pesaba, sino se asumía un “insumo” superior al real que se reportaba como rendimiento industrial de azúcar crudo. Su control no tenía la prioridad que tenía reportar un alto recobrado. El jefe del laboratorio recibía sistemáticamente la medición del peso real del jugo mezclado, que evidenciaba todo lo anterior, ¡pero no la usaba en los cálculos! Según la experiencia de este central, no eran las pérdidas indeterminadas las que deberían asumir las diferencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consecuencias de no pesar el jugo

Al pesar el jugo mezclado hay que justificar, por un lado, el destino de todo el azúcar que contiene y, por otro lado, identificar el origen del agua que necesita, como ya se ha comentado. No pesar el jugo y calcular su contenido de azúcar por sus salidas, pudiera provocar afectaciones:

### *Afectación a la cantidad de miel final*

Las impurezas solubles de la meladura salen de la fábrica, obligatoriamente, en la miel final y provocan en ella incremento de su pureza (solubilizan sacarosa) y, en consecuencia, de su cantidad y de la pérdida asociada. Sin embargo, ese no es el cuadro que se observa actualmente en las fábricas.

Hasta los años ochenta del siglo XX aproximadamente, la pureza y la cantidad de las mieles finales eran del orden de 34–36 % y 24–27 litros/t de caña, respectivamente. Posteriormente, es probable que la lucha por un alto recobrado, como el indicador más importante vinculado a la eficiencia fabril, provocara que, con purezas del orden del 40 %, la cantidad de miel final (que, como regla, no se medía) se hubiera reducido a unos 22 litros/t de caña, lo que es difícil de admitir. Todo parece indicar que se produce más miel final de la que se declara pues, para esas purezas, su cantidad debería ser significativamente superior a la reportada. De esa manera, se conforma un cuadro con un menor Pol en caña y un alto recobrado, que no parece corresponderse con la realidad y que intenta demostrar que la fábrica hizo todo lo posible para optimizar su eficiencia y que la responsabilidad del bajo desempeño es, en esencia, de la caña. En la tabla 2, se aprecia cómo el incremento de la pureza de la miel final que se observa actualmente, no se corresponde con el incremento esperado de la cantidad de miel final producida (6).

**Tabla 2.** Variación de la cantidad y pureza de la miel final (mf)

Pureza MF	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020	Litros MF/t caña
40					Pureza actual				27
38	Cantidad antes de 1980					25			23
36									
34	Pureza antes de 1980				Cantidad actual				21

### *Calidad del alimento animal*

Un buen ejemplo de uno de los posibles destinos reales de la miel final es el alimento animal en aquellos centrales que lo producían o producen. La miel-urea-bagacillo predigerido con sosa (MUBpre), por ejemplo, debería contener 15 % de miel, casi la mitad del producto sin predigerir, al depolimerizar la celulosa a fragmentos tales, que hacen al bagacillo más asimilable por los rumiantes y sustituyen miel en su composición. Ese pienso tenía un color amarillo, fluía sin dificultad y su eficiencia como alimento animal fue certificada por el Instituto de Ciencia Animal (ICA). Es decir, suministraba suficientes azúcares como fuente de energía.

En la vida real, la MUBpre es carmelita oscuro y apelmazado, con más del 50 % de miel, pero se reportaba con solo 15 %, que es su contenido normado (5). Muchos querían el producto predigerido, pero no para ahorrar miel, sino para desaparecerla y mejorar el recobrado, como ocurrió en el caso del central-refinería Camilo Cienfuegos.

### *Cantidad de jugo en la caña*

Cuando se pesa el jugo y aparece el azúcar no contabilizado, su volumen crece y la frase “la caña no tiene jugo” deja de tener validez, en muchos casos. Como se discutió, en varios de los casos en que se reporta que el jugo es del orden del 90 % de la caña y menos, al pesarlo, se eleva hasta cerca del 100 %, que fue lo natural en los centrales Ecuador y Grito de Yara, y es consecuente con una ecuación normal de balance de materiales en el tándem: 100 (caña) + 25 - 30 (agua total) = ~ 100 (jugo mezclado) + 25 - 30 (bagazo).

### *Pol en caña*

El extrajugo real anterior, se transforma también en más azúcar que entra con la caña, por lo que su Pol se eleva consecuentemente en alrededor de 10 %, lo que provoca que, frecuentemente, la caña sea mejor de lo que se describe, como se apreció en los ejemplos citados.

### *Recobrado*

La elevación del Pol en caña, con el mismo rendimiento de azúcar, debería reflejarse en una menor eficiencia industrial de la que se reporta actualmente y, también, el recobrado debería ser menor, como se vio en los ejemplos discutidos

### *Eficiencia de las calderas y humedad del bagazo*

En ocasiones se presentan dificultades con la generación de vapor en las calderas, lo que pudiera asociarse a una elevada humedad del bagazo, quizás debido a una alta imbibición. La acción correctiva sería bajar la imbibición. Sin embargo, la necesidad de reducir el volumen de jugo mezclado obliga a reducir, en el cálculo, el agua total y la de imbibición. Los números parecen indicar que la imbibición ya es baja, que no es la causa de la alta humedad del bagazo y que no es conveniente reducirla más, aun cuando en realidad sí pudiera ser alta y afectar la humedad del bagazo.

### *Eficiencia de refinerías*

Como se mencionó, el insumo de azúcar crudo para las refinerías, como regla, no se pesa y se asume al alza, lo que favorece un mayor rendimiento y recobrado. La importancia de este análisis trasciende el recobrado y se vincula, por ejemplo, con el costo del azúcar blanco cubano. Evidentemente, un alto insumo de azúcar crudo en la producción de azúcar blanco encarece este último y puede llegar a cuestionar su producción nacional. Se abre a discusión si es mejor exportar el crudo equivalente (parte del cual, probablemente, es inexistente) e importar el blanco. Este análisis, como regla, tampoco incluye el flete del azúcar blanco que se cotiza en Europa. Baste decir que casi todos los países de América producen su propio azúcar blanco y siempre les es más rentable producirlo de su azúcar crudo, aun cuando dejen de exportarlo, que pagar precio y flete de azúcar blanco importado (7).

### *Series históricas*

Evidentemente, los análisis de eficiencia fabril, sobre todo los vinculados a la cantidad y pérdida en miel, a la cantidad de jugo, al recobrado y al Pol en caña, tienen que ser revisados y considerados con mucha reserva, desde los años ochenta del siglo pasado hasta nuestros días, hasta tanto se pese el jugo, se introduzca esa medición en la contabilidad y se haga habitual considerar las consecuencias de su uso.

Es de esperar cierta resistencia para pesar el jugo, por parte de la industria y, si se introduce, es de esperar que no se utilicen los valores obtenidos en la contabilidad real. Se pondrán en duda algunos de los planteamientos anteriores, se buscarán ejemplos positivos que se intentarán generalizar. Es posible que admitan o no, o admitan parcialmente algunos de los hechos descritos y que se busquen excusas para no pesar el jugo, ni medir el agua de imbibición ni la miel final. Para cualquier técnico es evidente que medir/pesar líquidos nobles, que no son corrosivos ni tóxicos ni inflamables, es de lo más elemental, en cuanto a mediciones industriales se refiere.

## **CONCLUSIONES**

- Es necesario pesar el jugo mezclado, para conocer la eficiencia del proceso de fabricación de azúcar y poder actuar sobre este.

- Cuando se pese el jugo, la caña será mejor y tendrá más de este, habrá más mieles para derivados, la pérdida en mieles será mayor y el recobrado será menor, se controlará mejor la humedad del bagazo y las refinerías serán más eficientes con menores insumos.
- De no introducir el pesaje del jugo como hace todo el mundo cañero, se corre el riesgo de perder una de las batallas más importantes para salvar la industria, que es conocer lo que pasa realmente en ella y poder cambiar lo necesario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lodos Fernández, J. La medición y pago por la calidad de la caña. Parte I: Revisión crítica de los sistemas de medición de la calidad. Revista ATAC, 2014, volumen 75, número 3, páginas 9 a 13. ISSN 038-7553.
2. Casanova Cabeza, E. La industria azucarera cubana en los años 80 del siglo XIX. Revista ATAC 2008, volumen 69, número 3, páginas 35 a 46. ISSN 038-7553.
3. Casanova Cabeza, E. y Alonso Soler, J. M. Métodos de cálculos para el control azucarero. 1ª Edición. La Habana, Cuba. Publicaciones Azucareras. 2006, 60 páginas. ISBN: 959-7140-11-X.
4. Ribas García, M. Servicio 834. Evaluación de equipos, productos y tecnologías. Pesa de Jugo. Informe interno del ICIDCA. Marzo del 2019. 13 páginas.
5. Lodos Fernández, J.; Rodríguez, M. A. y Valdés, O. Control de la composición del alimento animal III. Bagacillo predigerido y Predical. Revista ATAC 1997, volumen 56, número 3, páginas 18 a 21. ISSN 038-7553.
6. Estadísticas azucareras. Sala de control de zafra, AZCUBA.
7. Lodos Fernández, J. Exportación de azúcar crudo versus exportación de azúcar refino. Revista ATAC 2005, volumen 66, número 2, páginas 8 a 13. ISSN 038-7553.