

# Actualización de la medición y pago de la caña de azúcar por su calidad

Jorge T. Lodos-Fernández\*, 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@correo.azcuba.cu](mailto:jorge.lodos@correo.azcuba.cu)

## RESUMEN

Se describen los factores estratégicos (variedad, siembra, agrotecnia, suelo, clima); tácticos (cosecha) y humanos (prioridades económicas del cañero y del industrial) que afectan la calidad de la caña. Se discuten los sistemas de muestreo, medición y pago de Australia, Brasil, México y Sudáfrica, y se comparan con el cubano. Se concluye que tener un sistema de pago por calidad no garantiza que esta se incremente; hay que identificar, muestrear y evaluar la caña de cada cañero al llegar al central e informarle, rápidamente, para que pueda mejorarla; también hay que medir en la muestra fibra, jugo, Pol y no-Pol, materias extrañas y frescura, sujetos a penalización o bonificación, que definirán el azúcar comercial potencial, cuya extracción real dependerá de la eficiencia fabril. Asimismo, vincular los valores al momento de la molienda, sobre todo al comienzo de la zafra, y sustituir el cálculo del Pol en caña por el sistema inferencial, por el pesaje del jugo mezclado.

**Palabras clave:** calidad, caña de azúcar, cosecha, pago, RPC.

## ABSTRACT

Strategic factors as variety, seeding, cultural attention, soil and climate, tactical factors as harvesting and human, as economical cane growers and industry options, affect sugarcane quality. Australian, Brazilian, Mexican and South African sampling, measurement and cane payment systems explained and compared with the Cuban one. Conclusions are that no one-system guarantees a regular cane quality improvement and the importance of fast information of the quality of sugarcane samples to each canegrower to allow him improve harvest. Additionally, to measure fiber, juice Pol and non-Pol, cane extraneous matters and freshness directly in each sample with penalties or bonuses. These results define the amount of potential commercial sugar in cane, which real extraction depends of factory efficiency. Authors recommend that values at the beginning of sugar campaign relate to same periods of other campaigns and calculate Pol in cane by mixed juice weight instead of inferential method.

**Keywords:** CCS, harvest, payment, quality, sugarcane.

## INTRODUCCIÓN

Pesar la caña es una medición sencilla e imprescindible para contabilizar su suministro por cada productor ¿Será este el único indicador a valorar? Actualmente, casi todos los países productores de azúcar de caña han pasado a pagar la materia prima por su peso y por su calidad, con vínculos entre su contenido de azúcar y el rendimiento o recobrado industrial, y penalizan o bonifican su contenido de materias extrañas o su frescura. Existe la idea de que, de esa manera, el cañero estará interesado, desde el punto de vista económico, en mejorar la calidad de la caña, y su sobrepago se compensará con creces con una mayor eficiencia fabril (1, 2).

La calidad de la caña al llegar al central está influida por:

- La agricultura y la localidad (variedad, atenciones culturales, suelo, lluvia, temperatura, sol), responsabilidad estratégica del cañero
- Cuándo y qué cosechar, responsabilidad táctica mixta de la industria y del cañero, que definen la programación del corte y ejecutan la cosecha.

Frecuentemente se cree que la calidad de la caña se expresa en su contenido de azúcar (Pol) cuando, en realidad, se expresa en la cantidad de azúcar comercial que es capaz de producir el central. La cantidad de fibra que contiene la caña influye sobre la pérdida de azúcar en bagazo y la cantidad y naturaleza de las impurezas de su jugo influyen sobre la pérdida en miel: dos cañas con igual contenido de azúcar darán diferentes resultados industriales, si dichos parámetros son diferentes. A eso se le suma la eficiencia industrial que cada central tiene en cada momento, que puede incrementar o reducir la cantidad de azúcar, realmente obtenida, con respecto a la potencialmente obtenible (3).

Por ello, la medición de la calidad de la caña y, sobre todo su pago, tienen que incluir su influencia sobre las pérdidas en bagazo y miel y la eficiencia fabril real, para poder discriminar en cuánto el trabajo del central las afectó. No existe medición de Pol de la caña que pueda representar por sí sola su calidad. También, la valoración de la calidad de la caña debería considerar la obligación del cañero de entregar caña al inicio de la zafra, cuando su rendimiento agrícola y madurez tienen aún reservas. A veces, hay también afectación al final de la zafra por sobremaduración. Por supuesto, la frescura de la caña (demora en procesarla después de cortada) y el contenido y tipo de materia extraña que puede contener, como tallo verde, tierra, hojas secas o dextrana, también influyen y deben considerarse en la evaluación de su calidad y pago, al llegar al central (3).

Un buen sistema de medición y pago por calidad debería identificar la caña de cada cañero, medir su calidad al llegar a la fábrica, lo que incluye su frescura y contenido de materias extrañas; informarla con rapidez para que se pueda actuar tácticamente y mejorar la cosecha, así como vincularla a la fecha de su procesamiento para ser justos en su valoración. El objetivo de este trabajo es analizar la experiencia internacional y cubana, vinculada a lo anterior, para proponer vías para mejorarla.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se basa en el análisis y la discusión comparativa de la experiencia cubana y de la información existente en la literatura sobre la aplicación de métodos de muestreo, medición de características, determinación de la calidad de la caña y pago por ella.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La calidad de la caña está inevitablemente vinculada a la eficiencia industrial, al menos, mientras no se encuentren fórmulas que relacionen a todos sus componentes con ella. Esto se ha logrado con la remolacha azucarera, que el laboratorio analiza automática y rápidamente en muestras directas y representativas, al arribar a la industria y evalúa cómo, cada uno de sus componentes (fibra, alfa amino nitrógeno, potasio y sodio, entre otros), afecta al rendimiento industrial, independientemente de la eficiencia de la fábrica de azúcar, lo que equivale a obtener una calidad absoluta de la materia prima (4). No es el caso aún de la agroindustria de la caña de azúcar.

El cañero, como regla, sembrará la mejor variedad disponible por su rendimiento agrícola y de sacarosa; adaptabilidad al suelo y al clima local y resistencia a plagas y enfermedades. Si bien todo ello se vincula a la calidad de la caña, el cañero siempre intentará hacerlo, por lo que no es una

consecuencia directa del sistema de pago por calidad. La influencia táctica es mucho más clara y se realiza si mejora la caña que se cosecha, si selecciona campos de mayor madurez y reduce las materias extrañas y el tiempo de llegada a la fábrica. Este esfuerzo debería ser recompensado directamente y no diluirse en toda la caña procesada junto con la propia o en el resultado de toda la zafra. Además, el cañero tiene que conocer rápidamente la calidad de la caña que entrega para que pueda realizar un esfuerzo extra, actuar sobre los factores mencionados y mejorarla.

El muestreo de la caña puede ser directo, con sondas que toman las muestras en los vehículos que la transportan. En este caso, es más fácil vincular la muestra de caña a cada productor, aunque el número de muestras puede incrementarse considerablemente. También puede realizarse con alzadoras, que la toman en el basculador del central. Esta variante es más barata, pero la representatividad de la muestra es menor, incluye la demora en el patio del central no atribuible al cañero y su asignación, a cada productor, es más compleja. El muestreo puede ser también indirecto, si la muestra se toma en la estera que conduce la caña ya desfibrada al tándem o se miden las características del bagazo y del jugo de primera extracción. Esta variante es la más barata, se reduce el número de muestras y su representatividad es superior, pero la asignación a cada productor se hace muy compleja e incluye también la demora en el patio del central no atribuible al cañero. En todos los casos, el laboratorio del central tiene que medir, directa o indirectamente, el contenido de fibra de la caña, el Brix y la Pol de su jugo (2).

Se realizan numerosos estudios para mejorar la rapidez y precisión de estas mediciones, inclusive poder realizarlas en la propia caña con la utilización, por ejemplo, del infrarrojo cercano (NIR). Esta técnica permite medir Pol, fibra, humedad y otros componentes de la caña desfibrada y Brix y Pol del jugo, rápidamente sin aditivos químicos. Se ha utilizado para evaluar la calidad de la caña y asociarla al pago, y como control en línea del trabajo del tándem. Por otro lado, el NIR, por ser un método indirecto, requiere una calibración con cientos de muestras de composición conocida y su error en la determinación es del orden del 5 % (5).

Los sistemas más representativos de medición y pago por calidad de la caña de azúcar se presentarán seguidamente. En la actualidad, todos los sistemas introducen coeficientes que la vinculan con el resultado industrial. Estos coeficientes pueden ser fijados por ley, por acuerdos entre cañeros e industriales o por fórmulas que los relacionen con los resultados de la industria.

**Brasil.** Se mide el total de azúcares reductores (TRS) en la caña, un sustitutivo de la Pol, que varía poco durante la zafra, en muestras tomadas con sondas, que los industriales promocionan como que miden la calidad “absoluta” de cualquier caña y, muchos cañeros se lo creen, independientemente de su contenido variable de fibra e impurezas y de la eficiencia industrial. Está difundido el uso de la tecnología NIR para el análisis de la caña y de su jugo. Desde 1998, se parte de una caña de referencia con un contenido de azúcares reductores, una pureza de jugo y coeficientes de conversión en alcohol, azúcar crudo, blanco y refino, que toman en cuenta esos elementos, pero los enmascaran y, además, consideran sus costos relativos. Para calcular el precio de la caña se toman en consideración parámetros de transformación de los azúcares reductores en los productos mencionados, equivalentes a la eficiencia industrial: 1 kg de TRS produce 0.5504 L de etanol o 0.9528 kg de azúcar blanco, independientemente del resto de los componentes de la caña, lo que no es cierto (6). El sistema permite informar diferenciadamente, a cada cañero, cuál fue la calidad de su caña en 1 – 2 h. En la realidad, la calidad de la caña y la eficiencia industrial se incrementaron mucho más que los ingresos correspondientes de los cañeros y el gran ganador fue la fábrica de azúcar y alcohol. A cada rato, los cañeros brasileños reclaman tener una mayor participación del crecimiento de la producción de azúcar y alcohol, de cuyos beneficios no disfrutaban en la proporción adecuada (7).

**México.** El precio de la caña, desde 1979, se define por ley como el 57 % de un precio de referencia del azúcar, con un recobrado mínimo garantizado (82.37 %) y una fórmula:  $KARBE$  (Kilogramos de Azúcar Recuperable en Base Estándar) =  $(Pol \% caña \times 82.37 \times FF \times FP \times 10) / 99.40$ . El coeficiente  $FF = 11.086 - [(0.519F) / (100 - F)]$  y el  $FB = 1.101843 \times (1.4 - 40 / P)$ . Si F (fibra en caña), que se vincula a la pérdida en bagazo, es menor de 14.21 y P (pureza del jugo mezclado), que se vincula a la pérdida en miel, es mayor de 81.23, los valores de cálculo del precio de la caña se incrementan y viceversa. El término 99.40 es la Pol del azúcar estándar. Existen penalidades por frescura. El sistema permite medir rápidamente la “calidad” de la caña que se procesa cada 1 o 2 h y asignarla a los cañeros que la molieron en ese intervalo, que son varios, pues, en México, cada central es abastecido, de promedio, por 4 000 cañeros. Esto hace prácticamente imposible el muestreo y la medición individual (8). En la zafra 2021/2022, por ejemplo, el precio para el azúcar estándar fue de unos 760 USD/t, equivalente a algo más de 43 USD por tonelada de caña, que se sustenta en el alto precio local del azúcar (9). El sistema es práctico y fácilmente asimilable por la industria y los cañeros, aunque no permite individualizarlos por lo que, de hecho, no los estimula a mejorar la calidad de su caña. Así, por ejemplo, la caña del 80 % de los centrales tiene un contenido de fibra mayor de 14.21 % (normado como máximo) y una pureza de jugo mezclado inferior a 81.23 % (normada como mínimo), por lo que no se incrementó su calidad. En realidad, los cañeros no se preocupan por incrementar la calidad, sino por el valor del contenido de fibra de la caña y por la pureza del jugo mezclado, cuando se muele su caña (10).

**Australia.** El azúcar comercial recuperable (CCS) es igual a la Pol en caña menos 0.5 de las impurezas en la caña (Brix menos Pol de la caña). El factor 0.5 introduce las pérdidas en bagazo y en miel. El Brix y la Pol de la caña se calculan por el laboratorio por el valor diario de la fibra y de la Pol del jugo industrial de primera extracción cada 1 o 2 horas, con un factor de corrección para igualarlos a los del jugo absoluto:  $CS = 32 P_{jp} [1 - (F + 5)/100] - \frac{1}{2} Bx_{jp} [1 - (F + 3)/100]$ , donde P: Pureza, F: Fibra, Bx: Brix y jp: jugo primario. Como el contenido de azúcar de la caña (y su CCS) es bajo al inicio y final de zafra, se paga referido al CCS promedio semanal de varias zafras, en el mismo periodo, para evitar que los cañeros se vean perjudicados por ello. Aunque los métodos de muestreo y medición y las fórmulas han sufrido algunos ajustes, su esencia es que el *Precio de la caña* = *Precio del azúcar*  $\times [0.90 \times (CCS - 4) / 100] + k$  (constante de ajuste, con un valor inferior a 1, de poca influencia sobre el precio), que fija el recobrado industrial en 90 %. Para un  $CCS = 12$ , el 67 % del azúcar comercial se le asigna al cañero. El sistema permite medir la calidad de la caña que se procesó cada 1 o 2 horas, asignarla a los cañeros que la molieron en ese intervalo y referirla al momento de la zafra. Si el central no obtiene el recobrado previsto, el cañero no se afecta. Si lo supera para la misma calidad de caña, el central recibe el 100 % del incremento. Si los cañeros superan el CCS acordado y el central no supera el 90 % de recobrado, los cañeros se apropian del 100 % del incremento. Además, ni los cañeros ni el central son penalizados si no cumplen sus compromisos de recobrado y calidad, respectivamente. Desde el 2004 se incluyeron, en el cálculo, todos los ingresos de la fábrica, como resultado de ello el cañero elevó su participación del 67 al 70 % (11). A pesar de esto, la calidad de la caña no se incrementó como se esperaba, porque muchos cañeros prefirieron dedicar su atención a bajar su costo, más que a elevarlo (2).

**Sudáfrica.** El sistema de muestreo y la fórmula de medición de la caña (*Valor recuperable RV* o  $CCS \% = Pol \text{ en caña} - cF - dN$ ) son, prácticamente iguales a los de Australia, excepto que distribuye su pérdida global de 0.5 entre el bagazo ( $cF$ , donde  $F$  es la fibra) y la miel ( $dN$ , donde  $N$  son las impurezas de la caña, calculadas igual que en Australia). Los valores iniciales fueron 0.048 para  $c$  y 0.465 para  $d$ , sumados 0.513, similar al integrado 0.5 de Australia. Actualmente, se han reducido por el incremento de la eficiencia industrial hasta 0.02 para  $c$  y 0.42 para  $d$ , sumados 0.44, algo inferior

al 0.5 australiano.  $c$  se calcula anualmente y  $d$  mensualmente, como el promedio de tres zafras, aunque pudieran calcularse con la frecuencia y para el intervalo de tiempo que se desee. El sistema permite medir rápidamente la calidad de la caña que se procesa, asignarla a los cañeros que la molieron, en el intervalo en que se realiza el análisis, cada 1 o 2 h, y referirla al momento de la zafra. El sistema no considera la eficiencia industrial, que en Australia se fija como 90 %. Se acordó que el pago al cañero fuese  $2/3$  de  $(Cantidad\ de\ caña \times RVC \times Precio\ del\ azúcar) / 100$ , previo descuento del costo de los servicios proporcionados por la Asociación Azucarera de Sudáfrica (SASA), como investigaciones agrícolas y gestión de exportación, entre otros. Los ingresos consideran también la venta de miel. Sin embargo, la opinión generalizada de los centrales es que la calidad de la caña no mejoró lo suficiente pues, si bien se incrementó algo su contenido de azúcar, también lo hicieron su contenido de fibra y de no-azúcares, que empeoran el trabajo del central y afectan su recobrado. A la industria, a su vez, le es más económico reducir costos y consumo energético (para vender más electricidad), cuyo beneficio no comparte con los cañeros, que elevar su eficiencia, que sí tendría que compartir con ellos (12).

En todos los sistemas descritos, la Pol en caña coincide con el valor habitual que se calcula por el laboratorio del central, a partir de que se pesan la caña, el agua, el jugo, la miel final, el azúcar, la cachaza, etc. El Brix de la caña es lo único que se calcula por fórmulas.

**Cuba.** El sistema de valorar la calidad de la caña se basó en la experiencia australiana, en la que el CCS se llamó RPC (Rendimiento Potencial de la Caña) y significó un importante paso de avance. El sistema evolucionó hasta su forma actual, en la que la caña se muestrea directamente en el medio de transporte, con sondas o en el basculador, con alzadoras, se le mide en el laboratorio su cantidad de materia extraña, se desfibra y determina su contenido de fibra, el Brix y Pol del jugo, que se convierten en la Pol de la caña con la fórmula australiana, en la que solo se incrementó la constante de la fibra de 5 a 6.5:  $RPC = 3/2 P_{jp} [1 - (F + 6.5) / 100] - 1/2 Bx_{jp} [1 - (F + 3) / 100]$ . En esta ecuación  $P$  es pureza,  $F$  es fibra,  $Bx$  es Brix y  $jp$  es jugo primario (13). Este valor de Pol en caña resultó ser similar al obtenido al pesar el jugo y superior al calculado por el método inferencial (14).

El pago se realiza referido a un RPC norma, que es la Pol en caña obtenida al dividir el rendimiento planificado entre un valor promedio aceptable de "Recobrado", calculado por el método inferencial (fue 90 %, como en Australia y, actualmente, es 85 %). No se prevé aún asociarlo al momento en que se encuentre la zafra. El sistema permite medir, rápidamente, la calidad de la caña que se procesará y asignarla al cañero que la produjo en 1 – 2 h, si existe capacidad de muestreo y análisis para ello. La fórmula de pago es  $P_{RPC} = (P_{caña} \times R) / R_{96}$  y el *Ingreso del cañero* =  $Q \times RPC \times P_{RPC}$ ; donde:

$P_{RPC}$ : precio de la caña por calidad

$P_{caña}$ : precio de la caña fijado por Resolución

$R$ : recobrado promedio prefijado cada año

$R_{96}$ : rendimiento planificado de azúcar base 96

$Q$ : cantidad de caña

Se consideran penalizaciones por contenido de materia extraña y por frescura, según el sistema de cosecha y si se quema la caña (15). Sería interesante valorar la introducción de bonificaciones en ambos casos, si se mejora lo planificado y, de considerar penalidades y premios asociados al rendimiento agrícola, como hacía la Ley de Coordinación Azucarera, que refería el precio base de la caña a los rendimientos agrícola e industrial. En la figura 1 se ilustra cómo pudiera estimularse el crecimiento de ambos indicadores, con una elevación escalonada del pago, vinculada a ellos (16).

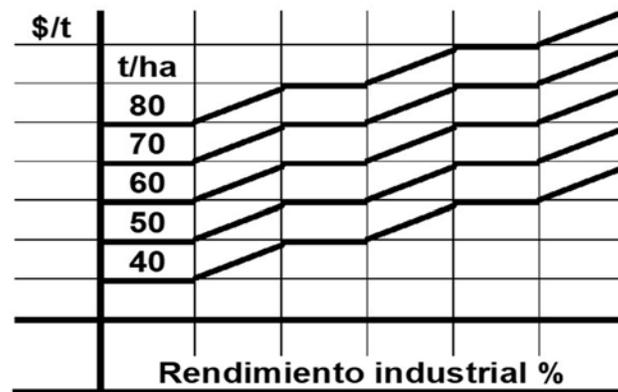


Figura 1. Precio de la caña por su rendimiento agrícola e industrial.

El Sistema RPC continúa en desarrollo, se intenta mejorar el muestreo y análisis, así como conocer la influencia sobre ambos de los procedimientos agrícolas e industriales. Se definieron, por ejemplo, 3 causas fundamentales que lo afectan: 1. Presiones inadecuadas en la primera unidad de extracción; 2. Presencia de dextrana en la caña; y 3. Ineficiencia industrial (17. 18). Se evaluó también, estadísticamente, la exactitud de las determinaciones de fibra y Pol en caña con prensa hidráulica, referida el método de desintegración húmeda para diferentes sistemas de muestreo, variedades y edades de caña (19) y se trabaja en mejorar la precisión y acelerar las determinaciones de fibra y purezas de jugos y en conocer qué otros elementos influyen en las determinaciones.

Se han evaluado los coeficientes utilizados en Sudáfrica, discutidos anteriormente, para definir un llamado RPC meta. El coeficiente  $c$ , vinculado a la pérdida en bagazo, se relacionó con los valores de la extracción reducida (ER) de varios centrales. El coeficiente  $d$ , vinculado a la pérdida en miel final, se relacionó con el índice R/C (Reductores a cenizas), con la Pureza aparente (Pol / Brix) y con la Pureza real (Sacarosa / Sólidos por desecación). Como resultado, se obtuvo que  $c$  dependía linealmente de ER y se fijó su valor en 0.037 para ER = 95.5, intermedio entre el inicial (0.048) y actual (0.02) de Sudáfrica. La dependencia de  $d$  con la pérdida en miel final fue poco significativa, como consecuencia del método inferencial de cálculo. No obstante, se le fijó el valor de 0.73, más de vez y media el valor inicial de Sudáfrica, de 0.465 y el actual de 0.42 (20).

## ¿CÓMO MEJORAR?

La experiencia de otros países muestra que, no necesariamente, se mejora la calidad de la caña porque se introduzca un sistema de pago por esta. En muchos de ellos, ese sistema de pago, no obligatoria y naturalmente, eleva la calidad de la caña, aunque eso se incluya en su denominación.

Lo primero que se debe considerar es no aplicar ningún sistema, si antes no se han interpretado correctamente los intereses de los cañeros (caso Australia y México, por ejemplo) ¿Qué les dará más beneficio? ¿Eleva la cantidad y calidad de la caña o reducir su costo o preferenciar la atención a otros cultivos? ¿Será al RPC, el destino de los insumos, el rendimiento agrícola o el precio de la caña lo decisivo? También es preciso interpretar los intereses de los industriales (caso Sudáfrica, por ejemplo): ¿Qué les dará más beneficio? ¿Ser más eficientes, reducir costos o producir más energía y derivados? El sistema de medición y pago por calidad de la caña tiene que ofertar la mayor ventaja a ambos participantes, al cañero y al industrial, sobre todas las otras opciones.

En cuanto a las características del sistema en sí, el muestreo directo en los vehículos, con sondas al llegar al central es el más justo, pues elimina la afectación que se produce en la caña si se demora

su molido, por exceso de espera en el patio o por alteración de su orden. Esa afectación, debida al central, aparece si se muestrea en el basculador, con alzadoras o en el tándem.

También, es necesario basar el análisis de la caña en el jugo extraído, directamente, de la muestra tomada con sonda, y no en el de la primera extracción del tándem, afectado por el tipo y presión de la unidad y por las demoras anteriores. Es imprescindible garantizar la toma de todas las muestras y su análisis. Hay que considerar la introducción de penalidades, no solo por exceso de materia extraña o poca fresca; sino también de bonificaciones, si se mejoran esos indicadores. Este enfoque pudiera aplicarse al rendimiento agrícola y, selectivamente, al contenido de tallo verde de la materia extraña.

Sería mucho más justo vincular los valores obtenidos, en el momento de la molido, a sus promedios en periodos similares de zafas anteriores, sobre todo al comienzo de la zafa, cuando el rendimiento agrícola y la Pol en caña son menores. Hay que sustituir, definitivamente, el cálculo de la Pol de la caña por el sistema inferencial, por al menos la calculada, a partir del pesaje del jugo mezclado.

## CONCLUSIONES

1. El pago de la caña por su calidad se impondrá, aun cuando no garantice automáticamente que esta mejore.
2. La fórmula de pago tiene que vincularse con la eficiencia industrial y, deseablemente, con el rendimiento agrícola.
3. La calidad de la caña depende de factores estratégicos (variedad, suelo, clima, siembra y agrotecnia), de factores tácticos (cuándo y cómo cosechar) y de la voluntad del cañero, de que esa es su mejor opción para incrementar sus ingresos, lo que no siempre sucede.
4. La calidad de la caña no es solo su contenido de sacarosa (Pol) y fibra, hay que actuar sobre su contenido de materia extraña; en primer lugar, cogollo, sobre su fresca y, también, sobre el resto de los componentes del jugo.
5. El sistema debe identificar la caña de cada cañero, medir su calidad al llegar al central e informársela con rapidez, para que actúe sobre su cosecha. Debe vincularse con su desempeño en iguales periodos de zafas anteriores.
6. El pago de la caña tenderá a vincularse con todos los ingresos del central.
7. Hay que sustituir el sistema de cálculo de la Pol en caña por el sistema inferencial por el pesaje de, al menos, el jugo mezclado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LMC International Ltd., para el Banco Mundial, Washington, EE.UU. An Evaluation of Cane Payment Systems in Selected Sugar Countries. Julio 1997. Broadway, EE.UU. 125 páginas.
2. Organización Internacional del Azúcar. Análisis de los sistemas de pago por la caña y la remolacha. OIA MECAS 2006 (06)04 del 18 de abril, 42 páginas.
3. Lodos, J. La medición y pago por la calidad de la caña. Parte I: Revisión crítica de los sistemas de medición. Revista ATAC 2014. Vol. 75. No. 3, pp. 9 - 13. ISSN-0138-7553.
4. [www.anamingroup.cl/producto/sistema-automatizado-para-analisis-de-calidad-de-la-remolacha](http://www.anamingroup.cl/producto/sistema-automatizado-para-analisis-de-calidad-de-la-remolacha). Consultado en abril del 2023.
5. Imbachi-Ordoñez, S.; Eggleston, G. y Schudmak C. Upgrading the Bruker benchtop NIRS instrument at ASI for researching a new cane payment method for Louisiana. Audubon Sugar Institute (Louisiana State University) Technical Report 2021, pp. 31 - 37.

6. Brasil. ORPLANA. Cálculo Simplificado do Preço da Cana-de-Açúcar, 2005, Caderno No. 5, marzo.
7. Silva, J. Sugar cane payment system in Brazil. Proceedings XX Congress International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT), 1989. Sao Paulo, Brazil, pp. 39 - 45.
8. Manual Azucarero Mexicano. Asociación de Técnicos Azucareros de México (ATAM) 2022. Compañía Editora del Manual Azucarero, Ciudad Cuauhtémoc, México ISBN 978-607-95105-6-5. 455 páginas.
9. México. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. Precio de referencia del azúcar estándar para pago de la caña de azúcar 2021/2022. 21 de octubre, 2021. Ciudad de México.
10. Peralta, J. A. Modelos de pronóstico del precio del azúcar en México. Disertación para PhD. Universidad de Chapingo. México, noviembre del 2021. 129 páginas.
11. Australia. WA6983. Sugar cane measuring commercial quality (2002, revisado en el 2005), Queensland Department of Agriculture. 2022. Vol. 5. No. 1, pp. 27 - 35.
12. Kadwa, M. Comparison of the former Sucrose versus the present Recoverable Value Cane Payment system in South Africa. Proceedings XXXI Congress International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT). Hyderabad, India. 2023. Vol. 31, pp. 60 – 69.
13. Lodos, J. La medición y pago por la calidad de la caña. Parte II: Revisión crítica de los sistemas de pago por calidad. Revista ATAC 2015. Vol. 76. No. 1, pp. 4 - 8. ISSN-0138-7553.
14. Lodos, J. y Ribas, M. ¿Por qué pesar el jugo y cuáles son sus consecuencias? ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar 2023. Vol. 57. No. 3, en prensa. ISSN-0138-6244.
15. Cuba. Resolución 170 del Presidente de AZCUBA del 28 de octubre del 2020. “Procedimiento para la aplicación de las Instrucciones metodológicas para el control y aplicación del Sistema de Pago de la Caña por su Calidad” para la zafra 2020 – 2021, 19 páginas.
16. Cuba. Ley de Coordinación Azucarera de la República de Cuba del 2 de septiembre de 1937, actualizada en la Ley 1143 de la República de Cuba de 1964.
17. Gil, N. Alteraciones en los valores del rendimiento potencial de la caña (RPC). Revista ATAC 2004. Vol. 65. No. 1, pp. 23 - 26. ISSN-0138-7553.
18. Consuegra, R. y Alfonso, M. RPC meta para la evaluación del desempeño de centrales. Revista ATAC 2015. Vol. 76. No. 1, pp. 9 - 13. ISSN-0138-7553.
19. Ribas, M.; Consuegra, R.; Alfonso, M. *et al.* Empleo de métodos estadísticos para mejorar la exactitud en la determinación de los componentes de la caña de azúcar. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar 2018. Vol. 52. No. 1, pp. 40 - 44. ISSN-0138-6244.
20. Ribas, M. y Verdecia, A. Una nueva fórmula para el pago de la caña por su calidad en Cuba. Revista ATAC 2019. Vol. 80. No. 3, pp. ISSN-0138-7553.