

Consideraciones sobre el pago por calidad de la materia prima a partir del rendimiento potencial en caña (RPC)

Héctor Jorge-Suarez*, Alberto González-Marrero, Antonio Vera-Méndez y Sergio Guillén-Sosa

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)
Carretera a CUJAE, Km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.
*hector.jorge@inica.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo partió de considerar una muestra al azar de los datos reportados por el laboratorio de la sonda de la UEB Jesús Rabí con 37 días de molida del ingenio, empleados para conocer la influencia de las variables independientes (brix refractométrico del jugo, porcentaje de pol en jugo y de fibra en caña), con el rendimiento potencial en caña (RPC), los que fueron corroborados con los de molida de los ingenios activos en la zafra 2017 durante 50 días de forma continua. Las variables mencionadas fueron procesadas estadísticamente mediante regresiones de primer, segundo y cuarto orden con el propósito de establecer un modelo de tendencia, usando el paquete STATGRAPHICS PLUS 5.0. Se mostró la relación directa con las variables brix refractométrico del jugo, porcentaje de pol en jugo y de fibra en caña en el RPC, de igual forma; todas ellas y el porcentaje de pol en caña mostraron una fuerte relación con el RPC en la información procesada de la zafra 2017, sin embargo no se encontró relación estadística entre el porcentaje de fibra en caña real del día de molida del ingenio y el RPC, lo que puede estar influenciado por un deficiente cálculo de la fibra en caña.

Palabras clave: caña de azúcar, brix refractométrico, pol en jugo, fibra, rendimiento potencial en caña, RPC.

ABSTRACT

The work was developed in the Sugarcane Researchs Institute, of the AZCUBA Sugar Group. For you realization Jesús Rabí with 37 day took a random sample of the data given by the Laboratory of the sound out of her UEB of grind of the engineer, the more that were used stop knowing the influence of the min dependent variables (Brix refractométrico of the juice, percentage of Pol of the juice and percentage of Fibra in cane), with Potential Performance of Sugarcane (PPS). Also they corroborated the seresults with the ones of ground of the active ingenuities in the sugarcane harvest 2017 during 50 continuities days. The above mentioned variables were processed statistically intervening regressions of early, second and fourth order in order to establish a tendency model used him the package STATGRAPHICS BONUS 5.0. Jesús Rabí got as a result them self with the information of the UEB than the PPS had a direct relationship with the variables percentage of Brix refractométrico in the juice, percentage of Pol in juice and percentage of Fiber, just the same the above mentioned variables just like the percentage of Pol in cane showed a strong relation with the PPS with the information generated of the sugarcane harvest 2017, without I engage the clutch statistical relation between the percentage of Fibra was not found in real cane of the day and the PPS, what can be influenced by a deficient calculation of the Fiber percentage in cane.

Key words: sugarcane, refractometer brix, juice's pol, fibra's percentage, potential performance of sugarcane, PPS.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar en Cuba está favorecido por su posición geográfica extendida entre

los 78° 8' y 84° 57' de longitud occidental y entre los 19° 49' y 23° 17' de latitud norte, encontrando un clima favorable y suelos fértiles para la producción de caña y azúcar (1, 2). Para lograr la sostenibilidad

de la agroindustria azucarera, se requiere de un enfoque de proceso en el que intervienen dos factores importantes: la producción de materia prima en el campo y su extracción en la fábrica (3).

La calidad de la caña de azúcar ha variado a través de los años, como es de esperar para cualquier materia prima que participe en un proceso tecnológico que ha evolucionado con el tiempo y el cambio climático. Por tanto, en la fabricación de azúcar, los parámetros que más interesan van a ser aquellos que tengan alguna incidencia en el proceso industrial (4 - 8).

El pago de la caña se realiza basado en el contenido de sacarosa y de azúcar recuperable de la caña, que considera el contenido de sacarosa en la caña y las pérdidas de esta en el proceso de producción de azúcar (9 -11). Como resultado del pago al productor por la calidad de la materia prima, el rendimiento potencial de la caña (RPC) se ha usado en Australia desde 1930, ajustado a sus condiciones de cultivo y explotación comercial, el cual continuó desarrollándose durante el siglo XX, fue adoptado en la contabilidad azucarera de muchos países productores de azúcar de caña (7, 10) y establece que:

RPC= 1.50 pol desmenuzadora (1-F+5/100)-0.50 brix desmenuzadora (1- F+3/100)

En esta ecuación F, es el porcentaje de fibra en caña real de la molida del día, ella relaciona linealmente, en función del rendimiento potencial en caña (RPC), el porcentaje de pol y el brix del jugo primario con la fibra real del día.

En Cuba en el Ministerio del Azúcar (MINAZ), se decidió aplicar la misma con la modificación del coeficiente que multiplica la fibra en el término izquierdo que corresponde al pol de la desmenuzadora y en vez de 5 como en Australia, se determinó usar 6.5 para el coeficiente que resta a la fibra real del día, quedando de la siguiente forma:

RPC=1.50 pol desmenuzadora (1-F+6.5/100)-0.50 brix desmenuzadora (1- F+3/100)

Es motivo de preocupación de directivos y técnicos conocer con anterioridad la caña de que disponen para moler en la siguiente zafra y la posible azúcar a fabricar con cierta eficiencia agroindustrial. Esto es básico en materias de planificación y dirección, razones por las que se le confiere mucha importancia en la ingeniería del proceso (8).

El objetivo del trabajo es determinar la tendencia entre la relación de las variables independientes, brix refractométrico del jugo, porcentaje de pol del jugo y de fibra en caña con el rendimiento potencial de la caña (RPC), partiendo de los datos obtenidos en el laboratorio de la sonda de la UEB Jesús Rabí

en la zafra 2018 y compararlos con los obtenidos en los ingenios en la zafra 2017, por la importancia que tiene su aplicación correcta en el pago al productor cañero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó una muestra al azar de los datos reportados por el laboratorio de la sonda (LS), o laboratorio de la materia prima o de caña (nombres por los que se le llama indistintamente a esta instalación), de la UEB Jesús Rabí, en la empresa azucarera de Matanzas, la cual contenía 37 determinaciones.

Las variables analizadas fueron: brix refractométrico del jugo (Bx), porcentaje de pol en jugo (Pj), de fibra en caña (F) y rendimiento potencial de la caña (RPC).

Caballero (9), señaló la necesidad de pagar la caña por su calidad y se estableció el sistema de precio partiendo de la siguiente ecuación, que después de 20 años aún está vigente y determina que:

RPC= 3 Pj/2*[1- (Fc + 6.5/100)]* -Bj/2*[1- (Fc+3/100)]

Donde: Pj: porcentaje de pol del jugo primario. Bj: porcentaje de brix refractométrico del jugo primario. Fc: porcentaje de fibra en caña real del día

Con los datos recopilados en el laboratorio de la sonda de la UEB Jesús Rabí, se procedió a calcular las ecuaciones de regresión de primer y segundo orden entre la variable dependiente (RPC) y las variables independientes (brix refractométrico en jugo primario, porcentaje de pol en jugo y de fibra en caña).

Con el propósito de comprobar la tendencia de los resultados de los análisis de regresión fue procesada una data azucarera tomada en la sala de análisis del Grupo Azucarero AZCUBA, consistente en la estadística de molida de los ingenios activos en la zafra 2017 durante 50 días, seleccionados de forma aleatoria, donde se relacionaron las variables brix refractométrico del jugo primario, porcentaje de pol del jugo primario y de fibra en caña de la molida real del día, respecto al RPC calculado, también fue relacionada con esta variable el porcentaje de pol en caña. La regresión entre el porcentaje de fibra en caña del día y el RPC fue llevada hasta el cuarto orden, con el propósito de buscar mejor ajuste entre ambas variables.

En el análisis de los resultados fue utilizado el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ecuaciones de primer y segundo orden mostraron coeficientes de determinación de 0.95, 0.98 y

0.58, lo que indica que las variaciones del RPC entre 58 y 98 % son explicadas por las variables independientes brix refractométrico del jugo, porcentaje de pol en jugo y de fibra en caña (figuras 1, 2 y 3).

Es de destacar que la relación encontrada entre el porcentaje de fibra en caña y el RPC fue de segundo orden, lo que está en correspondencia con la maduración fisiológica de la caña de azúcar, donde a medida que aumenta el contenido azucarero disminuye el contenido de agua en el tallo y se incrementa la fibra hasta un punto, en que comienza

a afectar el porcentaje de sacarosa, en este caso situado entre 15 y 16 %, a partir del cual el RPC empieza a caer en la curva de tendencia (figura 3).

Las determinaciones azucareras realizadas en la zafra 2017, se presentan en las figuras 4, 5, 6 y 7; donde puede observarse que las ecuaciones de regresión entre el RPC y los porcentajes de brix en jugo y de pol, tanto en jugo como en caña, presentaron coeficientes de determinación entre 77 y 95 %, tendencia que coincide con la explicada en los resultados encontrados en el análisis de la data azu-

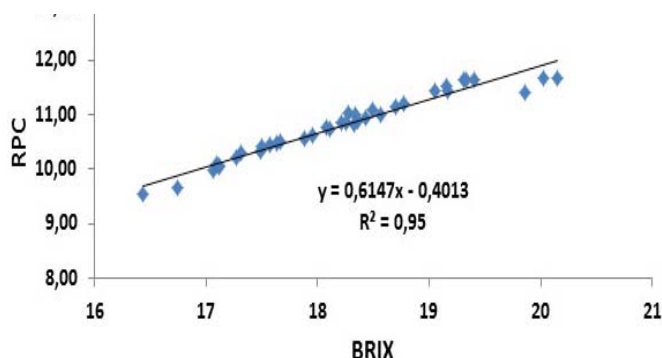


Figura 1. Relación del brix refractométrico con el RPC en la UEB Jesús Rabí, según determinaciones del LS en la zafra 2018.

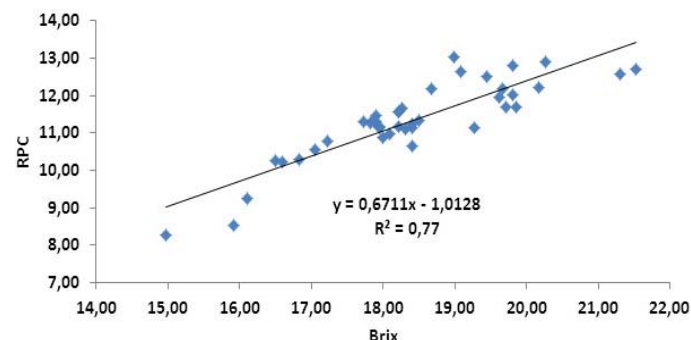


Figura 4. Relación entre el porcentaje de brix y el RPC, según determinaciones realizadas en la zafra 2017.

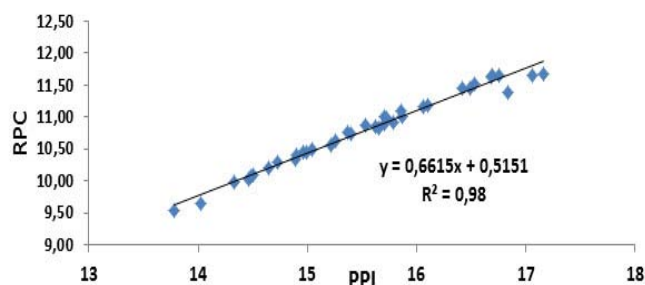


Figura 2. Relación del porcentaje de pol en jugo con el RPC en la UEB Jesús Rabí, según determinaciones del LS en la zafra 2018.

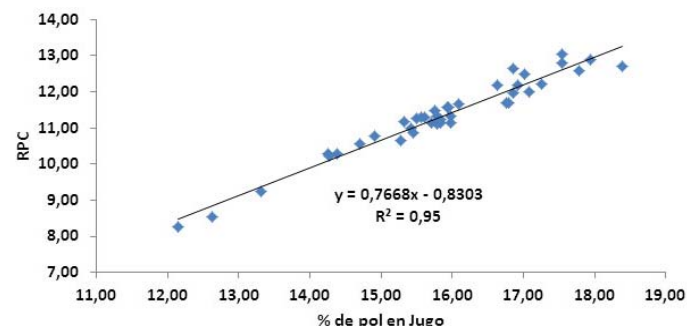


Figura 5. Relación entre el porcentaje de pol en jugo y el RPC, según determinaciones realizadas en la zafra 2017.

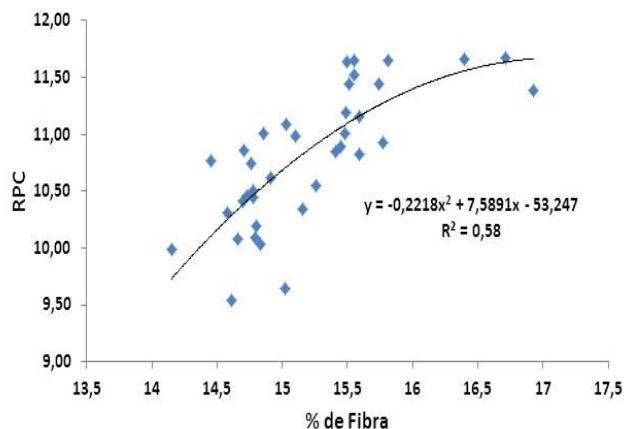


Figura 3. Relación del porcentaje de fibra en caña con el RPC en la UEB Jesús Rabí, según determinaciones del LS en la zafra 2018.

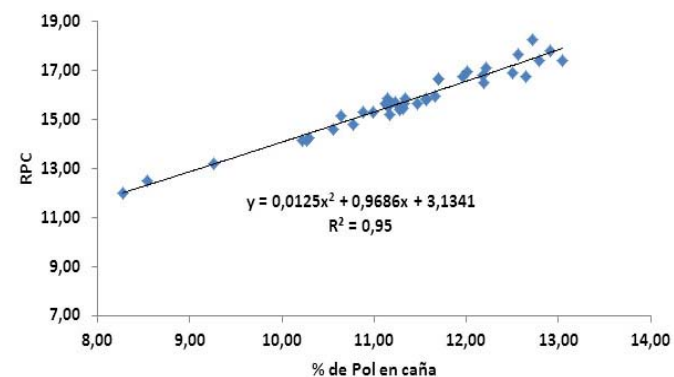


Figura 6. Relación entre el porcentaje de pol en caña y el RPC, según determinaciones realizadas en la zafra 2017.

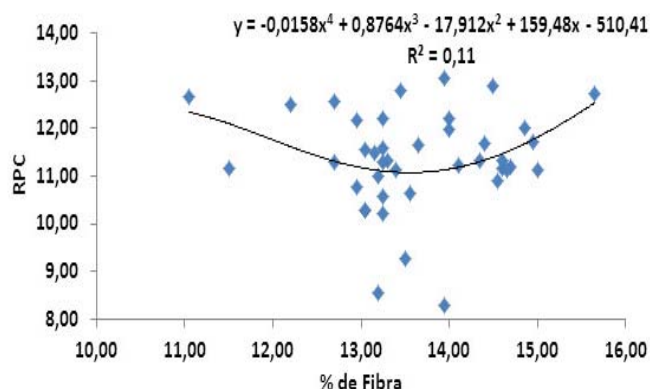


Figura 7. Relación entre el porcentaje de fibra y el RPC, según determinaciones realizadas en la zafra 2017.

carera de las determinaciones del laboratorio de la sonda de la UEB Jesús Rabí en la zafra 2018 y que ratifica los argumentos de lo señalado anteriormente con las tres variables analizadas.

Las ecuaciones demuestran que en la zafra azucarera cubana, teniendo en cuenta las condiciones concretas de su producción agroindustrial, las variaciones del RPC pueden ser explicadas entre un 77 y 95 % a partir del porcentaje de brix, de pol en jugo y en caña (figuras 4, 5 y 6), no así partiendo del porcentaje de fibra en caña real del día y el RPC, donde se observó que no hubo relación estadística entre estas dos variables; pues la ecuación de regresión de cuarto orden (aproximación a la que se llegó buscando el mejor ajuste), presenta un coeficiente de determinación realmente bajo (figura 7).

Este comportamiento no coincide con lo explicado en los resultados encontrados en el análisis de la data azucarera de las determinaciones del laboratorio de la sonda de la UEB Jesús Rabí en la zafra 2018, lo que puede estar influenciado por un deficiente muestreo. El RPC es una variable dependiente y con todas las variables independientes que la integran debe tener una relación matemática lógica (modelo), en menor o mayor medida.

Está señalado que la fibra en caña dificulta la determinación del RPC (10). Cuando se observa la fórmula del cálculo del rendimiento potencial de la caña, la fibra tiene mucha incidencia. Algunas de las variaciones en su determinación pueden deberse a que:

1. La desfibradora del laboratorio no está evaluada. Si no se evalúan las desfibradoras se corre un gran riesgo con relación a la exactitud de la fibra y esto afecta considerablemente el RPC. Si existen dos desfibradoras, las dos deben estar evaluadas. La desfibradora que se emplea para la caña de la estera debe procesar al menos 5 kg de caña y tener un índice de preparación de un 90 %. El uso de desfibradoras que se atascan, conduce a malas prácticas en el proceso de la fibra, pues, en muchas ocasiones se procesa el mínimo, buscan-

do pesar 500 g, lo cual no permite una muestra representativa.

2. La muestra que se toma en la estera no es representativa. Este muestreo no tiene una definición precisa de cómo debe hacerse. Muchos ingenios tienen una caja donde va cayendo fibra, sin embargo, ocurre muchas veces que esa muestra no es distintiva, ya que tienden a pasar solamente, las masas suaves y la corteza exterior que es más larga, no puede pasar. El muestreo de la fibra hay que estudiarlo. Los ingenios de la antigua United Fruit Company, en Oriente, tenían ganchos o tenedores que pinchaban y tomaban muestra de un solo viaje. Un tenedor grande puede tomar hasta 4 kg y a veces es menos riesgoso que una caja. No es continuo, pero toma una buena muestra. Se presentan muchas formas de tomar la fibra en caña, que merita definiciones cuidadosas por la importancia que requiere la determinación.
3. La prensa hidráulica no está verificada. Se deben emplear cilindros según MACU (12) y medir el tiempo correcto. El problema de la variación en la determinación de la fibra en caña es de consideración porque el bagazo representa el 30 % de la caña que se muele y cada por ciento de fibra en caña que sube o baja es equivalente a 0.40 puntos de RPC. De ahí la importancia que tiene, tanto para los cosecheros como para los moledores, pues un incremento en ella, aumenta la norma de pol en bagazo y afecta el pol en caña (10).

Rojas (10) considera que las desfibradoras que tienen los ingenios para la programación de corte son buenas, sin embargo, las que se emplean para desfibrar las cañas de la estera surtidora no cumplen los requisitos necesarios, salvo contadas excepciones. Señala además, que hay que buscar un tomamuestras que sea representativo de la fibra industrial, ya sea continuo o directo. A veces se muele caña con muchas materias extrañas y la fibra industrial es baja y a veces se muele caña seca y la fibra industrial es también baja. Esto no debe ser y es problema de la muestra o de la preparación de la muestra en el laboratorio.

El RPC, como su nombre indica, designa el rendimiento potencial que tiene la caña, o sea, el máximo rendimiento a obtener con una operación óptima en una fábrica de azúcar, donde si el ingenio muele establemente y con seguridad se tiene una buena contabilidad azucarera, entonces se puede a partir de la pol en caña calculada, estimar el RPC que se debe tener, a partir de la fórmula siguiente:

$$\% \text{ pol en caña} = 1.042 * \text{RPC}$$

De todo ello se deduce claramente, que no es posible que el RPC sea superior a la pol en caña y cuando esto ocurre pueden estar presentes dos

problemas fundamentales: falta pol en caña por reportar por deficiente control de las pérdidas o el RPC reportado es más alto que el real (6, 10, 11, 7, 12).

CONCLUSIONES

1. Existe una relación directa entre las variables brix refractométrico, porcentaje de pol en jugo y en caña con el RPC
2. El porcentaje de fibra en caña calculado por el laboratorio de la sonda explicó hasta el 58.3 % de la variación del RPC, mientras que el generado por la fibra del día en la zafra del 2017, no sobrepasó el 11 %.

RECOMENDACIONES

1. Continuar profundizando en la determinación de la fibra en los Ingenios azucareros para realizar el pago por la calidad, de acuerdo con el potencial azucarero que tiene la caña, con el objetivo de continuar perfeccionando los resultados encaminados a la recuperación de la industria agroazucarera cubana.
2. Usar el RPC como un buen indicador para el pago por la calidad de la caña de azúcar a los productores cañeros, siempre y cuando se cuente con las sondas o con los denominados laboratorios del cañero, donde este pueda comprobar las características de su materia prima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blume, H. Environment and cane sugar yield. Proc. XVIII. Cong. ISSCT. Agric. Conm. (1): 285-302. 1983.
 2. González, A. Caracterización del efecto ambiental en estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp. Híbrido), en la provincia de Las Tunas. Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana: 120 p. 1995.
 3. González, A.; Ferrer, M.; Jiménez, G. ; Casanova, E. Improving the efficiency of the estimation of agricultural and factory yields in Cuba. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists, volume 29, 1301-1306. 2016b.
 4. Rein P.W. Statistical analysis of the effect of cane quality on extraction performance. Procc. SASTA. junio-julio: 43-48. 1975.
 5. Rein, P.W. Cane Sugar Engineering. Verlag. Dr. Albert Gartens KG. Berlin. 2007.
 6. Navarro. L y Rostgaard, B. Impacto de la materia extraña en la calidad de los jugos y los indicadores de eficiencia de un central azucarero. ICIDCA: 10 p. 2013.
 7. Casanova. E.; Jiménez, G.; González, A.; Ferrer. M.; Vera, A. Calidad de la Caña vs. Azúcar. Revista Cuba y Caña. ISSN1028-6725. No. 2: 28-33. 2015.
 8. González, A.; Vera, A.; Mesa, J.M.; García, H.; Ferrer, M.; Casanova, E.; *et al.* Estudio y validación de modelos matemáticos para pronósticos del rendimiento azucarero. Revista Cuba y Caña. ISSN1028-6527. No. 1: 34-39. 2016.
 9. Caballero, A. Sistema de precio de la caña por su calidad. Asociación Nacional de Economistas de Cuba. documento impreso. MINAZ. La Habana. Cuba. 1999.
 10. Rojas, E. Factores que influyen en el RPC. Filial Oriental del ICIDCA. 13 p. 29 de febrero 2012.
 11. ICIDCA. Relación calidad materia prima, proceso tecnológico y de los productos finales. Dirección de Tecnología Azucarera y Energía. Habana: 20p. 2013.
 12. ICINAZ. MACU. Manual azucarero de Control Unificado, La Habana, Cuba. 1996.
 13. Jorge, H. Consideraciones para intercambiar sobre el RPC. En: Capacitación de los Servicios Científico-técnicos a Directores de caña de AZCUBA. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). La Habana. Cuba. Diciembre: 77p. 2018.
-