

ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*), AZUL, MEXICANA Y CRIOLLA, PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA GRANULADA ORGÁNICA

COMPARATIVE STUDY OF THREE VARIETIES OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum*), BLUE, MEXICAN AND CRIOLLA, FOR THE PRODUCTION OF ORGANIC GRANULATED PANELA

Erwin R. Córdor Seclén¹

Fecha de recepción: 17 de mayo 2016

Fecha de aceptación: 20 de setiembre 2016

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Lambayeque, el cual tuvo como finalidad evaluar tres variedades de caña de azúcar, (azul de casa grande, criolla y mexicana), para la elaboración de panela granulada, de este modo evaluar y saber cuál de las tres variedades es la que cumple con los estándares óptimos en la producción de panela en la región Lambayeque; por tal motivo la investigación se basa en generar la estandarización para producir un solo tipo de panela (suelta) mediante el uso de las variedades sembradas en la región Lambayeque y darle un nuevo derivado a la población con un producto natural.

La investigación fue de tipo experimental bajo el modelo de optimización realizando 3 pruebas por cada variedad experimentales de elaboración de panela utilizando tres variedades de caña de azúcar (azul, criolla y mexicana) previamente preparadas adecuadamente para la producción de panela, siendo utilizadas 15 varillas de caña de azúcar teniendo el promedio de 7 litro de jugo por cada variedad empleado en el proceso. Se realizaron los análisis de pH, Pol, Azúcares Reductores, Pureza y Brix. Durante el proceso de elaboración en la etapa de clarificación en el lugar de procesamiento, utilizando los equipos y materiales adecuados para tal fin. Además para la evaluación de los datos obtenidos en los análisis se utilizó el programa Microsoft Excel 2010.

A raíz de los resultados obtenidos notamos que la variedad de caña de azúcar Criolla es la más óptima para la producción de panela granulas ya que contiene mayor porcentaje en sus propiedades a diferencia de las dos otras variedades utilizadas en estudio. Como resultado final se observa que la variedad criolla tiene hasta mayor producción en Tm/Ha y Tn/panela, además de tener el mayor porcentaje de °Pol; el cual es el indicador de cuanta sacarosa puede obtener una caña y cumple con los requisitos que esta propuesta la norma CODEX colombiana.

Palabras claves: Panela granulada, pH, °Pol, Azúcares Reductores, °Brix, Pureza.

Abstract

The present work of investigation was realized in Lambayeque's department, which had as purpose evaluate three varieties of sugar cane, (blue of big, Creole and Mexican house), for the production of panela granulada, thus evaluate and know which of three varieties is the one that expires with the ideal standards in the production of panela in the region Lambayeque; for such a motive the investigation is based in generating the standardization to produce an alone type of sugar (release) by means of the use of the varieties sowed in the region Lambayeque and to give a new derivative to the population with a natural product.

¹Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Egresado. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo, Lambayeque, Perú. cseclenerwin@crece.uss.edu.pe

The investigation was of experimental type under the model of optimization realizing 3 tests for every variety experimental of production of panela using three varieties of sugar cane (blue, Creole and Mexican) before prepared adequately for the production of sugar, being used 15 rods of sugar cane having the average of 7 liter of juice as every variety used in the process. The analyses were realized of pH, Pol, Azures Redactors', Purity and Brix. During the process of production in the stage of clarification in the place of processing, using the equipment and materials adapted for such an end. In addition for the evaluation of the information obtained in the analyses the program was in use Microsoft Excel 2010.

Immediately after the obtained results we notice that the variety of Creole sugar cane is the most ideal for the production of panela you granulate since it contains major percentage in his properties unlike both other varieties used in study. As final result observes that the Creole variety has up to major production in Tm/Ha and Tn/panela, besides having the major percentage of °Pol; which is the indicator of all the saccharose can optner a cane and fulfills with the requirements that this offer the norm Colombian CODEX.

Keywords: *Granulated sugar, pH, °Pol, Sweeten Reducers, °Brix, Purity.*

1. Introducción

La panela se considera un alimento que, a diferencia del azúcar, que es básicamente sacarosa, presenta además significativos contenidos de glucosa, fructosa, proteínas, minerales como el calcio, el hierro y el fósforo y vitaminas como el ácido ascórbico. Fedepanela (2010).

El poco consumo de panela granulada en el mundo se debe a factores que condicionan el desarrollo de la producción ya que es una actividad típicamente rural, pero es el sustento de miles de familias en todo el mundo quienes tienen muchas dificultades para modernizar su producción y expandir sus productos a nuevos mercados.

La agroindustria panelera en Perú ya está ganando una gran demanda en el mercado internacional, las zonas principales de producción es en la sierra de Piura la cual cuenta con una plata de proceso asociada a productores colombianos, los cuales tienen mayor conocimiento en producción de panela granulada y conocen las normas exigidas por el mercado internacional.

La percepción clara del tema y la necesidad inmediata de dar solución un problema que se venía enfrentado en la región Lambayeque en cuanto a las azucareras, el reto es estudiar las variedades que mayor se producen en la región y darle un nuevo producto a las agroindustrias, se decidió estudiar tres variedades de caña de azúcar las cuales son de mayor producción en la región y así poder emplearlas en la elaboración de panela granulada, logrando resultados que sin duda fueron muy satisfactorios para la investigación, se llegó a la conclusión que la variedad de caña de azúcar Criolla es la apta para la elaboración de panela granulada.

2. Materiales y métodos

Materiales

Materia Prima

Jugo de Caña de azúcar variedad azul

Jugo de Caña de azúcar variedad mexicana

Jugo de Caña de azúcar variedad criolla

Materiales

Balanza Analítica

Materiales de vidrio (vaso de precipitado, pipetas, etc)

Trapiche

Panelera
Tamiz
Cocina
Ollas
Espátula

Equipos

Polarímetro sacarímetro (Para determinación de Pol en Caña).
Refractómetro digital para la determinación de Brix.

Métodos

Altura del tallo

Denominado también altura del tallo aparente, consiste en medir desde el tallo desde el Dewlap Visible + 1 (hoja + 1 de la caña de azúcar).

Largo del canuto (cm)

Cada entrenudo constituye una unidad separada cuyo largo y diámetro están determinados por factores internos y externos, no obstante a ello, las variedades tienen el largo de los canutos una característica morfológica de importancia y variable.

Número de canutos

Comprende el conteo de todos los canutos del tallo en todas las cañas evaluadas y cortadas en 1 m lineal / variedades y 3 réplicas.

Toneladas métricas de caña por hectárea

Para determinar las Toneladas Métricas de caña por hectárea se realiza una medición, corte y posterior pesaje de la caña producida en 48 m² y 3 réplicas

Brix superior

En la Determinación del Brix Superior se toma una muestra del jugo en el canuto + 7 (canuto + 7 de la caña de azúcar a partir del primer Dewlap + 1 visible del tallo).

Los grados Brix se determinarán con el refractómetro digital.

Brix inferior

Toma de muestra del jugo en el segundo canuto visible del suelo de un tallo de caña de azúcar. El Brix se determinó con el refractómetro digital Atago, Brix [grados] Brix. %, 0 – 93, RI: 1,3306 – 1,5284. Visiva, J y Kasinath, S. (1935).

Índice de madurez

El índice de madurez de la caña es de vital importancia porque este es el indicador para realizar el corte de la caña tanto para semilla, como para la zafra, y es el resultado de: la división de la lectura del Brix Superior para el Brix Inferior x 100, se expresa en porcentaje. Dever (1988).

$$\text{Índice de Madurez (\%)} = \frac{\text{Brix Superior}}{\text{Brix Inferior}} \times 100$$

Brix del jugo total

El Brix del Jugo total es el Brix refractométrico del jugo de todas las cañas molidas variedades. Dever (1988).

Porcentaje de Pol en el jugo de caña

El Pol es la valoración de sacarosa aparente del jugo de todas las cañas molidas / variedades, empleando métodos ópticos (Polarímetro Sacarimétrico). Dever (1988).

Toneladas métricas de panela por hectárea

La producción de TM de panela / ha, es uno de los indicadores de mayor importancia en los análisis del comportamiento de las cañas de azúcar.

Evaluación en Proceso

Punto de panela

Depende principalmente de la concentración de los sólidos solubles (Brix) y de la pureza (contenido de sacarosa con relación al Brix) de las mieles. En general el punto es cuando las mieles alcanzan presenta un porcentaje de sólidos solubles 93 y 94°B para panela moldeada individualmente en "coco" y entre 88 y 91°B para la moldeada en gaveras.

3. Resultados

Tabla 1

Resultados °Brix

	BRIX°			
	criolla	mexicana	azul	
1	21.7	19.1	16.5	
2	22.2	19.0	16.1	
3	21.8	19.5	16.2	
Promedio	21.9	19.2	16.3	19.12
TOTAL	65.7	57.6	48.8	172.1

En la Tabla 1, observamos los resultados de °Brix obtenidos de las 3 variedades de caña de azúcar con su promedio y total de los resultados en las 3 pruebas realizadas por cada variedad.

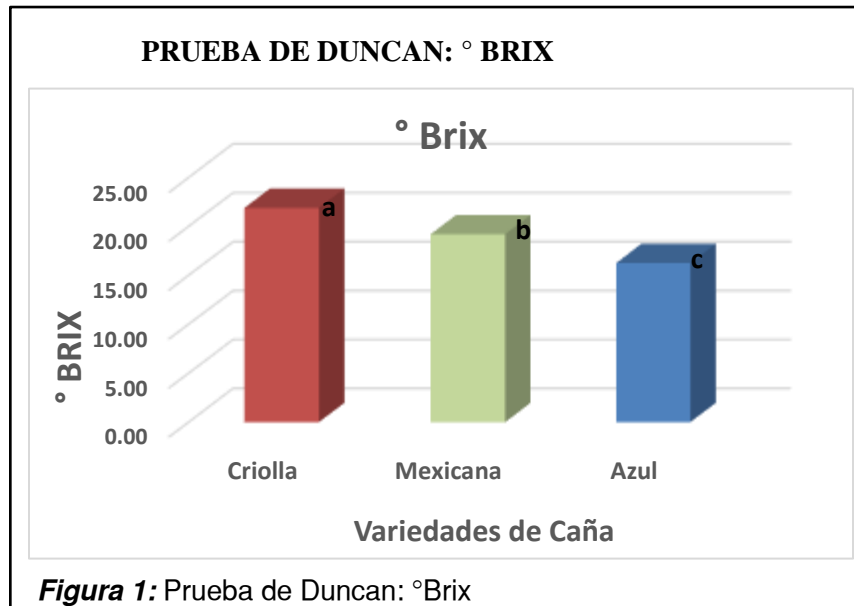
Tabla 2

De ANOVA: ° BRIX

F de V	G.L	S.C	CM	FC	FT (0.10 - 0.05)
TTOS	2	47.63	23.81	389.69	3.46 - 5.14 **
ERROR	6	0.37	0.06		
TOTAL	8	48.00	6.00		
C.V = 1.29		R² = 99.24		X = 19.12	

En la Tabla 2, donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la respectiva evaluación, que entre las variedades en estudio de caña de azúcar (criolla, mexicana y azul de casa grande) existió una diferencia altamente significativa con el factor tabulado (FT) es (0.10 - 0.05) y muestra un 3.46 – 5.14 con una (X) de 19.12. Para el grado de libertad (GL) la suma de las pruebas evaluadas con el error y el total es 8 variabilidad de 1.29, en la suma de cuadros (SM) es el 48.00,

en el cuadro medio (CM) es el 6.00 con el R2 muestra un 99.24, y en el factor calculado (FC) es el 389.69 para Brix.



En la Figura 1, donde se observa la prueba de DUNCAN, para determinar la diferencia estadística entre cada una de las variedades en estudio, observamos que la Var. Criolla fue la que arrojó el mayor porcentaje en °Brix con un valor de 21.90 °Brix, seguida de la Var. Mexicana con un valor de 19.20 °Brix; siendo la variedad que arrojó el valor más bajo la Var. Azul de Casa Grande con 16.27 °Brix.

Tabla 3
Resultados pH

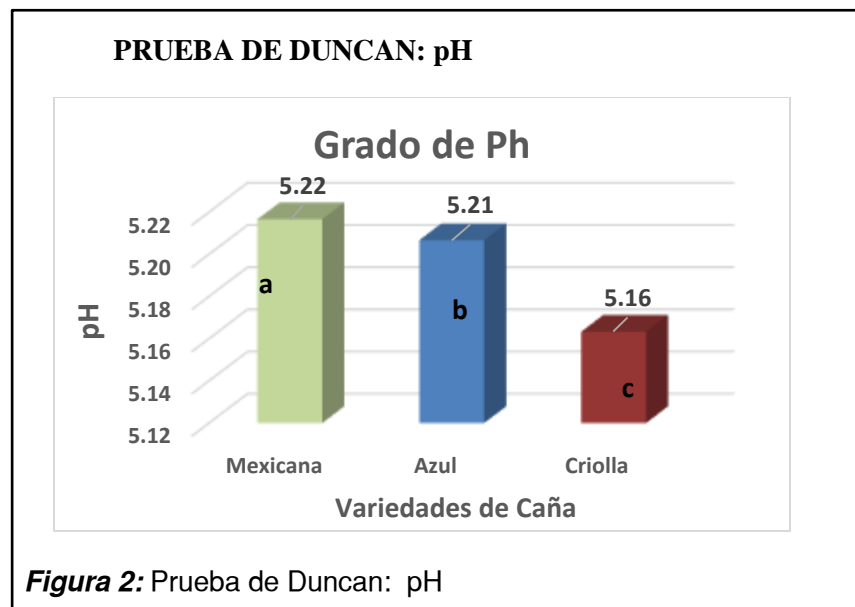
Rep. / Var.	pH			
	criolla	mexicana	azul	
1	5.15	5.3	5.19	
2	5.2	5.2	5.2	
3	5.14	5.21	5.23	
Promedio	5.16	5.22	5.21	5.20
TOTAL	15.49	15.65	15.62	46.76

En la Tabla 3, observamos los resultados de pH obtenidos de las 3 variedades de caña de azúcar con su promedio y total de los resultados en las 3 pruebas realizadas por cada variedad.

Tabla 4
De ANOVA: pH

F de V	G.L	S.C	CM	FC	FT (0.10 - 0.05)
TTOS	2	0.0048	0.0024	3.01	3.46 - 5.14 n.s
ERROR	6	0.0048	0.0008		
TOTAL	8	0.0096	0.0012		
C.V = 0.54		R² = 50.12		X = 83.4	

En la Tabla 4, donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la respectiva evaluación, que entre las variedades en estudio de caña de azúcar (criolla, mexicana y azul de casa grande) existió una diferencia altamente significativa con el factor tabulado (FT) es (0.10 - 0.05) y muestra un 3.46 – 5.14 con una (X) de 83.45. Para el grado de libertad (GL) la suma de las pruebas evaluadas con el error y el total es 8 variabilidad de 0.54, en la suma de cuadros (SM) es el 96, en el cuadro medio (CM) es el 0.0012 con el R2 muestra un 50.12, y en el factor calculado (FC) es el 3.01 para pH.



En la Figura 2, donde se muestra la prueba de DUNCAN, podemos observar que la variedad Mexicana, fue la que arrojo el valor más alto con un pH de 5.2 seguido de la variedad Azul de Casa Grande con un pH de 5.21; siendo la Var. Criolla la que arrojo el valor de pH más bajo con 5.16.

Tabla 5

Resultados ° POL

° POL				
Rep. / Var.	criolla	mexicana	azul	
1	18.78	16.3	13.02	
2	18.77	16.2	13.06	
3	18.82	16.27	13.01	
Promedio	18.79	16.25	13.03	16.02
TOTAL	56.37	48.76	39.09	144.22

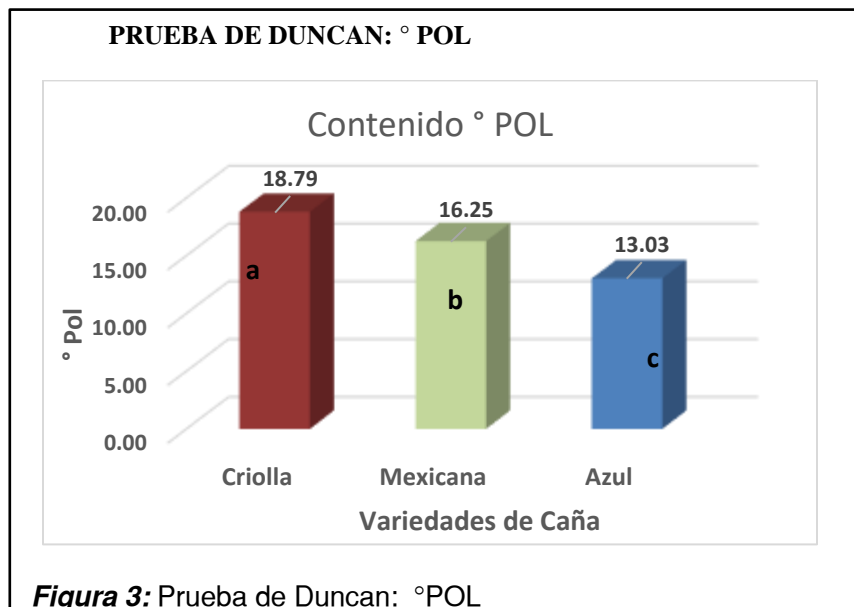
En la Tabla 5, observamos los resultados de °Pol obtenidos de las 3 variedades de caña de azúcar con su promedio y total de los resultados en las 3 pruebas realizadas por cada variedad.

Tabla 6
De ANOVA: ° POL

F de V	G.L	S.C	CM	FC	FT (0.10 - 0.05)
TTOS	2	50.00	25.00	40910.85	3.46 - 5.14 **
ERROR	6	0.0037	0.00061		
TOTAL	8	50.01	6.25		

C.V = 0.15 **R² = 99.9** **X = 83.45**

En la Tabla 6, donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la respectiva evaluación, que entre las variedades en estudio de caña de azúcar (criolla, mexicana y azul de casa grande) existió una diferencia altamente significativa con el factor tabulado (FT) es (0.10 - 0.05) y muestra un 3.46 – 5.14 con una (X) de 83.45. Para el grado de libertad (GL) la suma de las pruebas evaluadas con el error y el total es 8 variabilidad de 0.15, en la suma de cuadros (SM) es el 50.01, en el cuadro medio (CM) es el 6.25 con el R2 muestra un 99.9, y en el factor calculado (FC) es el 40910.85 para pH.



En la Figura 3, donde se muestra la prueba de DUNCAN, podemos observar que la variedad que arrojó el valor más alto fue la Variedad Criolla, con un valor de 18.79%, seguido de la Var. Mexicana con un valor de 16.25%; siendo la variedad que arrojó el valor más bajo la Var. Azul de casa grande con un valor de 13.03%.

1. Producción de panela en Tn/ H

a. Var. Criolla.

5.1/2 kg en 15 varillas de 1 m.
Jugo: 5200 ml
Panela= 700gr
15.6 tn/ha de Panela

b. Var. Mexicana.

5 kg en 15 varillas de 1 m.
Jugo: 4950 ml
Panela =555 gr
13.01 tn/ha de Panela

c. Var. Azul Casa Grande.

4 1/2 kg en 15 varillas de 1 m.
Jugo: 5000 ml
Panela = 535 g
12.76 tn/ha de Panela.

En los resultados anteriores ayudados con la fórmula de tres simples podemos observar que la variedad de caña de azúcar que mayor tn/ha de panela que producir con la cantidad de caña de azúcar establecida en los resultados de producción de Tm/ ha, es la variedad criolla con 15.6 tn/ha.

4. Discusión

En la evaluación de °Brix para la producción de Panela, podemos observar que en la Tabla 2, donde se muestra el ANOVA para la respectiva prueba; que entre las variedades en estudio, existió una diferencia altamente significativa (0.10 - 0.05); así mismo en la Figura 1, donde se observa la prueba de DUNCAN, para determinar la diferencia estadística entre cada una de las variedades en estudio, observamos que la Var. Criolla fue la que arrojó el mayor porcentaje en °Brix con un valor de 21.90 °Brix, seguida de la Var. Mexicana con un valor de 19.20 °Brix; siendo la variedad que arrojó el valor más bajo la Var. Azul de Casa Grande con 16.27 °Brix; parámetro de evaluación que influye de manera directa sobre la producción de panela, siendo la que mejor características para producción de panela la Var. Criolla, la que arrojó el valor más alto. Tal como lo corrobora Durán (2010), quien nos dice que los °Brix de los jugos de caña para una buena producción de panela deben fluctuar entre 16 y 24. Así mismo Estupiñán, R. y Burbano, O (2000) quien nos dice que para obtener un buen rendimiento de panela/ Ha, el porcentaje de Brix debe de estar entre 21.5 y 21.

En la evaluación para determinar el pH entre las variedades en estudio, podemos observar en la Tabla 3, donde se muestra el ANOVA, para dicha prueba, que entre las variedades en estudio existió una diferencia altamente significativa (0.10 - 0.05), así mismo en la Figura 2, donde se muestra la prueba de DUNCAN, podemos observar que la variedad Mexicana, fue la que arrojó el valor más alto con un pH de 5.2 seguido de la variedad Azul de Casa Grande con

un pH de 5.21; siendo la Var. Criolla la que arrojo el valor de pH más bajo con 5.16; siendo esta variedad la que mejor comportamiento mostro al momento de elaborar la panela, esto debido a que el % de pureza influye sobre la producción de panela de caña de azúcar La inversión química de la sacarosa, y por ende la generación de azúcares reductores, se favorecen con la disminución del pH y el aumento de la temperatura.

Para la elaboración de la panela se desea que el jugo tenga un valor de pH cercano al neutro o al óptimo 5.8 para evitar la inversión de la sacarosa y lograr una cristalización adecuada, obteniendo así una panela de color natural, de grano adecuado y mejor calidad. Por ello, es conveniente evitar acidificar el jugo y que el pH del jugo extraído se acerque a la neutralidad o se mantenga los valores originales de la caña (5 a 5.5), ya que si el pH es muy bajo se produce panela “falta de grano” (blanda y melcochosa); caso contrario (pH superior a 7) se oscurece el producto. Estupiñan, R. y Burbano, O (2000)

En la evaluación del contenido de Pol para la producción de panela, podemos observar que en la Tabla 6, donde se muestra el ANOVA para la respectiva evaluación, que entre las variedades en estudio de caña de azúcar (criolla, mexicana y azul de casa grande) existió una diferencia altamente significativa (0.10 - 0.05); del mismo modo en la Figura 3, donde se muestra la prueba de DUNCAN, podemos observar que la variedad que arrojo el valor más alto fue la Variedad Criolla, con un valor de 18.79%, seguido de la Var. Mexicana con un valor de 16.25%; siendo la variedad que arrojo el valor más bajo la Var. Azul de casa grande con un valor de 13.03%, donde la variedad que al momento de la elaboración de panela, la variedad Criolla obtuvo una buena granulación, a diferencia de las otras variedades que se caramelizaron; esto corrobora con lo dicho por Estupiñan, R. y Burbano, O (2000) que para una buena calidad de panela el jugo de caña debe tener un °Pol entre 17 y 20.5%. Y Patiño, A (2011) con que nos indica que el jugo de caña que se encuentra entre los valores de 15.97 a 22 % en Pol son los jugos que mayor cristalización tendrán.

Los resultados obtenidos en las variedades de estudio para la producción de panela por hectárea observamos que la Var. Con mayor producción en Tn de panela/ ha es la criolla con 15.6, seguida de la var. Mexicana con 13.01 Tn/ Ha; y la var. Que menor producción en Tn de panela/ Ha es la Azul de Casa Grande con 12.76 Tn/Ha.

5. Conclusión

La mejor opción para la producción de panela granulada orgánica es la variedad criolla porque nos arroja una mayor producción en Tn/Ha, a diferencia de las otras variedades de estudio, la Var. Criolla nos dio el mejor resultado en cuanto a formación de cristales y la granulación para panela.

El rendimiento de las variedades de caña en Tn/ Ha, en Var. Criolla es de 123 Tn/Ha, Var. Mexicana 110 Tn/ Ha, Var. Azul de casa Grande 115 Tn/Ha.

El rendimiento de las variedades de caña en Tn de panela/ Ha, en Var. Criolla es de 15.06 Tn panela /Ha, Var. Mexicana 13.01 Tn panela/ Ha, Var. Azul de casa Grande 12.06 Tn panela/Ha.

Los porcentajes °Pol de las variedades de caña de estudio son la Var. Mexicana 16.25; la Var. Azul de Casa Grande 13.03°pol y determinó que el jugo de caña de la variedad criolla es la que mayor °Pol obtuvo con 18.79.

Referencia

- Aponte, Augusto (2009). *Investigación adaptativa e innovación tecnológica en panela*. Progreso. En: III Reunión Anual de AGROREDNORTE, Universidad Nacional de Trujillo, 12-14 noviembre.
- CEPICAFE: Central Piurana de Cafetaleros: Página oficial: www.cepicafe.com.pe.
- Del Toro, F. et Al. *Botánica de la Caña de Azúcar*. Op. cit. p 14.
- Dever, R. 1988. *Maduración de la caña de azúcar en la región sudeste de Brasil*. Seminario de Tecnología Agronómica. Coper. Sucar., Sao Paulo. p. 33-40.
- Fedepanela, *Producción de caña panelera en algunos Departamentos de Colombia*. Superficie sembrada y rendimientos por hectárea. Bogotá, Colombia. 2001.
- Fedepanela. *Federación Nacional de Productores de Panela*. Bogotá Colombia. Recuperado en :(http://www.fedepanela.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1:proceso&catid=58:articulos&Itemid=68).
- Libro de Métodos 2011, Método GS1 2/3/9-1 (2011). Determinación de la polarización del azúcar crudo mediante polarimetría ICUMSA, Bartens, Berlin, 2011.
- Libros Delagro, Recuperado en: <http://librosdelagro.blogspot.com/2012/13/el-cultivo-de-la-cana-de-azucar.html> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura o por sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization.
- María Virginia Mujica, Marisa Guerra y Naudy Soto (2009), Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada.
- Milanés, R N.; M. Mesa; M. M. C. Balance. *Efectos ambientales en la selección de la caña de azúcar en Cuba*. Memorias. En: Congreso Internacional sobre Azúcar y derivados de la Caña de Azúcar. Diversificación 96. La Habana, Cuba. 1996.
- Revista ONG Perú 2010.
- Santa María Susana, Murillo Carlos (2012). *Elaboración de panela y obtención de alcohol con muestras de caña de azúcar, cultivo de empresa azucarera del norte Anorsac*.
- Santana M., Orlando Insuasty B. *Guía tecnología para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera*. Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural – Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2013.
- SUNAT Revista EDT. 2012
- Torres, Fidel (2009). *Agro innovación en el norte del Perú (2001-2008): un caso de aprendizaje en el establecimiento de sistemas regionales de innovación agraria. Informe de síntesis interno*. INCAGRO (Proyecto de Innovación para la Competitividad del Agro Peruano). Ministerio de Agricultura.
- UDEP – CEPICAFE (2008). Estudio e Investigación teórica experimental del proceso y obtención de panela granulada a partir de caña de azúcar.
- Van Dillewijn. *Botánica de la caña de azúcar*. Op. cit. p 9.