

INFLUENCIA DE LAS VARIEDADES DE CAÑA SOBRE LA EFICIENCIA INDUSTRIAL EN LA FÁBRICA “14 DE JULIO” DE CIENFUEGOS

INFLUENCE OF SUGAR CANE VARIETIES ON THE INDUSTRIAL EFFICIENCY OF THE FACTORY “14 DE JULIO” OF CIENFUEGOS

Julio César Chiang González^{1}, Víctor Manuel González Morales²,
Yudysleidys Reyes Sánchez³ y Juan Esteban Miño Valdés⁴*

¹AZCUBA, Empresa Azucarera de Cienfuegos, Calle 37 N°4816, Cienfuegos, Cuba.

²Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

³Departamento de Química. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cuatro Caminos Carretera a Rodas, km 3 ½, Cienfuegos, Cuba

⁴Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Calle Rosas N°325. CP 3360 Oberá, Misiones, Posadas, Argentina.

Recibido: Marzo 21, 2017; Revisado: Abril 24, 2017; Aceptado: Agosto 25, 2017

RESUMEN

El estudio de nuevas variedades de cañas de azúcar, permite aumentar la producción de sacarosa con mejores perspectivas de rendimiento industrial y resistencia a plagas y enfermedades. En este trabajo se analizan las variedades de caña (en la etapa de zafra), teniendo en cuenta los componentes del rendimiento agrícola e industrial para así encontrar cuáles de estas variedades son más efectivas en el proceso productivo de la fábrica azucarera “14 de Julio” del municipio de Rodas, posibilitando mejor rendimiento económico productivo en la producción de azúcar. Se tuvo en cuenta la caracterización de las variedades de caña en estudio, los factores de manejo y los componentes del rendimiento industrial (toneladas de caña por hectárea, porcentaje de pol en caña y toneladas de pol por hectárea), se realizó un estudio en el área de la industria que permitió identificar las variedades más efectivas a través del procesamiento de las zafras (2012-2013) y (2013-2014) mediante una base de datos procesada en programas como Microsoft Excel y STATGRAPHICS 5.0. Se proponen los modelos para planificar las variedades a moler con mejores resultados.

Palabras clave: materia extraña; variedades; efectividad; rendimiento.

Copyright © 2018. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: Julio C. Chiang, Email: julio.cesar@eacf.azcuba.cu

ABSTRACT

The study of new sugar cane varieties allows to increase sucrose production with better prospects of industrial performance and resistance to pests and diseases. In this work, the sugar cane varieties (in the harvesting stage) are analyzed taking into account the components of agricultural and industrial performance in order to find out which of these varieties are more effective during the production process of the Sugar Factory “14 de Julio” located in the municipality of Rodas, thus enabling better economic and productive performance in sugar production. The characterization of the sugar cane varieties under study, as well as the management factors and industrial performance components (tons of sugar cane per hectare, percentage of pol in sugar cane and tons of pol per hectare) were taken into account. A study was conducted in the area of industry that allowed to identify the most effective varieties through the analysis of the 2012-2013 and 2013-2014 harvests carried out using a database processed with programs such as Microsoft Excel and STATGRAPHICS 5.0. Models are proposed to plan the varieties to be milled that offer better results.

Key words: foreign matter; varieties; effectiveness; performance.

1. INTRODUCCIÓN

Con la organización de las sociedades y las mejoras introducidas por el hombre en la agricultura, se fue ampliando el número de especies de cañas de azúcar así como también las áreas cultivadas y se origina el proceso de selección y adaptación de variedades de caña con mejores perspectivas de rendimiento industrial, que se ajusten a la cultura y las condiciones de la localidad, por lo que para lograr un adecuado crecimiento y producción de los cultivos es preciso tener en cuenta las condiciones agroecológicas de la región que se trate, (ATAC, 2012).

La búsqueda, aplicación de soluciones, y el diseño de estrategias para superar los actuales valores de producción de azúcar por unidad de superficie teniendo en cuenta las variedades de caña existentes, son las nuevas perspectivas que se traza la Unidad Empresarial de Base (UEB) fábrica de azúcar “14 de Julio” del municipio de Rodas. El estudio está dirigido a encontrar las variedades más efectivas que influyen en el rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar, para así encontrar mejoras en la calidad del producto final con menos costos de producción. El uso de mejores variedades de caña de azúcar constituye uno de los más importantes factores para incrementar la productividad, y consecuentemente, la reducción de los costos del sector agroazucarero. Un enunciado similar han sido expuesto por (González-Corzo, 2015).

Las mayoría de las variedades comerciales que actualmente se encuentran en producción son de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y buena producción en las fábricas por lo que el uso y manejo de las variedades es una responsabilidad estatal, que posibilita la obtención de rendimientos económicamente satisfactorios en presencia del complejo sistema ecológico actual. (Castro, 1991) señaló la necesidad urgente del empleo de nuevas variedades con mayor potencial agroproductivo y azucarero, así como un alto grado de adaptabilidad a las condiciones del medio. Según el propio autor y (Bastidas y col., 2009) esto puede lograrse mediante la introducción de variedades

extranjeras o ejecutando un programa de mejoramiento genético para aumentar la variabilidad. Por lo tanto, es necesario continuar desarrollando nuevas variedades con alto rendimiento y con las ventajas necesarias para reemplazar a las variedades que no han resultado satisfactorias en cultivo (Heinz y Osgood, 1994).

En los últimos años se han demostrado cambios climáticos que han sufrido una marcada diferencia de la respuesta de las variedades de caña en los distintos tipos de suelos y cepas. La selección de aquellas variedades azucareras que produzcan la mayor cantidad de azúcar por unidad de área es un objetivo de trabajo prioritario para muchos países productores de azúcar, empeñados en lograr mayores beneficios económicos en la explotación del cultivo. Se requiere contar con variedades de elevado rendimiento durante diferentes épocas del año y adaptadas a las condiciones agroecológicas de cada zona, para elevar los niveles de producción, (Fonseca, 2003). Según (González-Corzo, 2015) el empleo comercial de nuevas variedades bien manejadas, ofrecen la posibilidad de obtener éxitos económicos en este sentido.

La caracterización de genotipos de caña de azúcar de acuerdo a patrones morfológicos, es de mucha importancia para efectos de conservación, evaluación, documentación y realización de intercambios de material vegetal, a nivel de productores, es indispensable conocer el comportamiento agronómico y productivo de cada variedad en diferentes ambientes. Esto con el fin de observar su comportamiento y así utilizarlas al momento de reemplazar aquellas variedades que muestran bajos rendimientos en presencia de plagas o enfermedades (Jorge y col., 2008a) y (Jorge y col., 2008b).

Se han reportado resultados específicos a tener en cuenta para trabajos de investigación sobre el tema por (Mendoza y col., 2014) y (Ibarra y col., 2015).

El objetivo de este estudio es proponer un procedimiento para planificar la estructura de variedades en la molienda del central, buscando la mayor eficiencia industrial.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Procedimiento utilizado para procesar las zafras en estudio

El paquete estadístico utilizado fue el STATGRAPHICS 5.0, y el procedimiento aplicado fue el de Reyes (2015); que sugiere los siguientes pasos:

1. Crear la base de datos en libro Microsoft Excel.

En las columnas: La fecha, las variedades, la molienda y las variables de eficiencia.

En las filas: los días de zafra y los datos correspondientes

2. Importar al STATGRAPHICS 5.0 los datos según las variables a estudiar y obtener la base de datos para el análisis estadístico.
3. Realizar las regresiones lineales simples. Variables vs Variedad
4. Realizar las regresiones lineales múltiples. Variables vs variedades seleccionadas.

2.2. Análisis de los modelos con resultados estadísticos significativos

Para el procedimiento estadístico usando el software STATGRAPHICS se tomaron de los modelos de las zafras 2012-2013 y 2013-2014; se extrajeron de los mismos las diferentes cañas molidas por variedades, cantidades y totales de moliendas. Todos estos datos fueron llevados a hojas de cálculo del libro Excel. Se introdujeron los datos de las zafras correspondientes, para totalizar todos los días de zafra por mes (en las filas) con

sus respectivas fechas; y en las columnas: las variedades y los parámetros industriales (jugo desmenuzadora: °Brix y pol, jugo mezclado: °Brix y pol., % de fibra en caña, azúcar producida, rendimiento, miel final, bagazo). Se tomaron los datos de las variedades que están más presentes en la estructura actual que tiene la UEB en la molida total. Los datos se importaron a la hoja del software STATGRAPHICS.

2.3. Aplicación de la regresión lineal simple

Con los datos organizados en la hoja de cálculo Excel, se fueron filtrando los datos de la zafra según la noma operacional (2990 t/d de molida) al 70, 80 y 90%, se comenzó con el análisis para realizar las regresiones simples y múltiples en el programa STATGRAPHICS 5.0 con cada uno de estos porcentos. Primero se colocó en el STATGRAPHICS 5.0 para el análisis de la regresión simple la variable industrial como variable dependiente y la variedad como variable independiente; esta operación se fue repitiendo, manteniendo la variable dependiente y cambiando la variedad, luego se realizaron las siguientes regresiones simples sucesivamente hasta que cada una de las variables industriales se analizó con cada una de las variedades.

2.4. Aplicación de la regresión lineal múltiple

Para el análisis de la regresión múltiple se toma como variable dependiente la variable industrial y las variedades de cañas como variable independiente, esta operación se realizó varias veces variando solo la variable dependiente para después analizar los modelos que arroja este análisis.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de las diferentes regresiones lineales, se muestran en tablas los resultados obtenidos. Cada tabla muestra las regresiones realizadas a diferentes porcentos de molida de la capacidad potencial de cada zafra, indicando (positivo o negativo) SI cuando hay significación estadística en la relación entre la variable dependiente con la variable independiente y su signo representa si el coeficiente es positivo o negativo, el término No significa que no existe relación significativa entre la variable y la variedad por lo que no se considera importante resaltar su coeficiente.

Se realizaron las regresiones simples para ver el comportamiento de cada variedad, pues dependiendo de su signo, puede no ser favorable para la variable ya que su signo negativo decrece el valor de esta. También, considerando si conviene que la variable dependiente decrezca.

Análisis de las regresiones múltiples:

Se analizaron las tres tablas de regresiones múltiples a diferentes porcentos de molida para tomar el modelo matemático que mayor rendimiento presente, en la zafra 2012-2013 el modelo seleccionado fue el del 80 % de molida y en la zafra 2013-2014 el modelo seleccionado fue el del 90 % de molida. Los restantes no se tomaron ya que los rendimientos arrojaban valores por debajo, (los signos indican si el coeficiente en el modelo es positivo o negativo):

3.1. Modelo matemático para estimar el rendimiento al 80% de molida

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} = & 10,7135 - 0,00129975 * (C\ 227 - 59) + 0,00026663 * \\ & (C\ 323 - 68) + 0,00266542 * (C\ 85 - 102) + 0,000230442 * (C\ 86 - 12) - \\ & 0,0000922054 * (CP\ 5243) - 0,003162 * (C\ 86 - 56) - 0,00042388 * (C\ 86 - \\ & 456) + 0,00106009 * \text{Otras} \end{aligned} \quad (1)$$

Donde:

Nombres de las variedades: Cuba 227-9, Cuba 323-68, Cuba 85-102, Cuba 86-12, Canal Point 5243, Cuba 86-56, Cuba 86-456, Cuba 997, Cuba 86-156, Cuba 89-148, Cuba 90-469 y Otras. Todas expresadas en (t/d)

3.2. Análisis de la zafra 2012-2013

Dadas las cantidades supuestas a moler de cada variedad se realizan los cálculos para obtener rendimientos y analizar su comportamiento. Los resultados de los cálculos aplicando el modelo de la ecuación (1) para la zafra 2012- 2013 se expresan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propuesta de molidas para obtener mayores rendimientos

| <i>Molida (tcaña/d)</i> | <i>C 227- 9 (t/d)</i> | <i>C323- 68(t/d)</i> | <i>C85- 102 (t/d)</i> | <i>C 86- 12 (t/d)</i> | <i>CP 5243 (t/d)</i> | <i>C 86- 56 (t/d)</i> | <i>C 86- 456 (t/d)</i> | <i>Otras (t/d)</i> | <i>Rendim% (tAzu/ t caña)</i> |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 3000 | 0 | 500 | 800 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 700 | 12,5 |
| 2990 | 0 | 400 | 300 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 290 | 12,3 |
| 2800 | 0 | 500 | 500 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 800 | 11,21 |
| 2000 | 0 | 500 | 200 | 800 | 0 | 0 | 0 | 500 | 11,07 |

Es conveniente moler estas cantidades de las variedades recomendadas, la Cuba 86-12 y las Cuba 85-102, Cuba 323-68 en primera prioridad para mejorar el rendimiento, así como también conviene que se muelan entre 290 y 800 t/d de otras variedades por la posibilidad de que estas otras favorezcan el proceso de programación de corte y mantenga el rendimiento industrial.

La programación de corte es muy variable y siempre hay que incluir variedades en pequeñas cantidades según: las edades, las cepas, el movimiento de las máquinas de corte, variedades quedadas de la zafra anterior, cualquier central cubano dispone de 20 a 25 variedades.

3.2.1. Estimación del rendimiento según el modelo matemático para el 90% de molida

El modelo de mejores rendimientos que los demás en la zafra 2013-2014 es el que se obtiene para el 90 por ciento de la molida y se expresa en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} = & 10,5659 - 0,00123737 * (CP - 5243) + 0,000389838 * \\ & (C323 - 68) + 0,0017437 * (C997) + 0,000225116 * (C86 - 12) + \\ & 0,000588852 * (C86 - 156) - 0,0031193 * (C89 - 148) - 0,0000189181 * \\ & (C86 - 56) + 0,000331291 * (C90 - 469) + 0,00010 * \text{Otras} \end{aligned} \quad (2)$$

3.3. Análisis de la zafra 2013-2014

Consideradas las cantidades supuestas a moler de cada variedad se realizan los cálculos para obtener rendimientos y analizar su comportamiento. Los resultados de los cálculos aplicando el modelo de la ecuación (2) para la zafra 2013- 2014 se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2. Propuesta de molidas para obtener mayores rendimientos

| <i>Molida (tcaña/d)</i> | <i>CP-5243 (t/d)</i> | <i>C 323-68 (t/d)</i> | <i>C 997 (t/d)</i> | <i>C 86-12 (t/d)</i> | <i>C 86-156 (t/d)</i> | <i>C 89-148 (t/d)</i> | <i>C 86-56 (t/d)</i> | <i>C 90-469 (t/d)</i> | <i>Otras (t/d)</i> | <i>Rendim% (tAzu/ t caña)</i> |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|
| 3000 | 0 | 300 | 300 | 1000 | 100 | 0 | 0 | 100 | 200 | 11,5 |
| 2990 | 0 | 100 | 190 | 2000 | 300 | 0 | 0 | 200 | 200 | 12,0 |
| 2800 | 0 | 500 | 500 | 1000 | 500 | 0 | 0 | 220 | 80 | 12,2 |
| 2000 | 0 | 300 | 100 | 500 | 500 | 0 | 0 | 300 | 300 | 11,4 |

Como se observa resulta conveniente moler la mayor cantidad posible de la Cuba 86-12, de las Cuba 323-68, Cuba 997 y Cuba 86-156, en segunda prioridad, recomendadas para mejorar el rendimiento, así como también conviene que se muelan entre 80 y 300 t/d de otras por la posibilidad (antes dicha) de que estas otras favorezcan el proceso de programación de corte y mantenga el rendimiento industrial.

Es significativo observar que hay 3 variedades las CP 5243, Cuba89-148 y Cuba 86-56 que pudieran pasar al grupo de Otras, por lo antes apuntado sobre la programación de corte.

3.4. Estimación del rendimiento mediante los balances de materiales en fábrica

Todas las ecuaciones para el balance, se programaron en una hoja de cálculo electrónico en libro Microsoft Excel y se introdujeron los datos de entrada en sus respectivas ecuaciones para obtener los resultados, según lo recomendado por Cruz (2014). En la Tabla 3 se presentan los valores para el balance de azúcar.

Tabla 3. Valores y resultado de la estimación del rendimiento para el balance de azúcar

| <i>Variables del proceso (UM)</i> | <i>Valor</i> |
|-----------------------------------|--------------|
| Jugo mezclado,(t/d) | 3 659,88 |
| Jugo clarificado, (t/d) | 3 106,44 |
| °Brix jugo clarificado | 14,45 |
| Meladura, (t/d) | 697,89 |
| °Brix meladura | 64,32 |
| % Pol meladura | 60,00 |
| Recobrado % base AzMel | 85,00 |
| Azúcar a purgar, (t/d) | 355.92 |
| Rendimiento estimado, (%) | 10,62 |

Con las variables industriales se varían las cantidades de molidas para obtener valores de °Brix del jugo mezclado, del pol jugo mezclado y azúcar producida para obtener rendimientos. En la Tabla 4 se presentan los valores de las variables industriales.

Tabla 4. Valores de las variables industriales

| <i>Datos para Balance de Materiales</i> | <i>Valores</i> |
|---|----------------|
| Caña molida (t/d) | 3350,00 |
| Bagazo (% caña) | 30,90 |
| % de extracción molinos | 95,00 |
| Cachaza (t/d) | 123,95 |
| Humedad del bagazo (%) | 49,80 |
| °Brix jugo mezclado | 14,80 |
| °Brix jugo clarificado | 14,45 |
| °Brix meladura | 64,32 |
| °Brix salida del 1 Pre-evap | 18,42 |
| °Brix salida del 2 Pre-evap | 24,31 |
| Floculante (kg/d) | 16,75 |

La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos mediante el balance se observa que el rendimiento depende de la cantidad de caña molida, debido a factores tales como: Tiro directo a basculador por el aumento de las materias extrañas, mal control de las operaciones de extracción en los molinos, desbalances térmicos en calentadores y evaporadores tanto como desbalances de los productos intermedios en los tachos y cristalizadores; que afectan el recobrado en las bajas molidas. Lo que corrobora lo demostrado por (Rico, 2013) en su estudio sobre estos factores.

Comparando los rendimientos estimados mediante los modelos matemáticos, estos son más elevados que los obtenidos en el balance. Lo que es debido a que en los modelos los valores obtenidos reflejan el mejor acercamiento a la data estadística con datos reales promedios diarios y en el balance se hacen consideraciones y se asumen valores de indicadores basados en la experiencia de los especialistas de fabricación, tales como: % de extracción molinos, °Brix jugo clarificado, °Brix meladura, % Pol meladura y Recobrado % base AzMel (azúcar producida/ azúcar en la meladura entrada).

Tabla 5. Corrida de los balances para obtener el Rendimiento

| <i>Caña molida (t/d)</i> | <i>Azúcar producida(t/d)</i> | <i>Rendimiento (% t azúcar/t caña)</i> |
|--------------------------|----------------------------------|--|
| 3000 | 318,74 | 10,63 |
| 2990 | 317,67 | 10,62 |
| 2800 | 279,49 | 9,98 |
| 2000 | 196,15 | 9,81 |

La tabla 6 muestra la propuesta para la programación de molienda de las variedades, donde las etapas representan el lapso de tiempo en que serán cortadas el grupo de variedades para la zafra en el central, ya que estas no poseen iguales características en especial la madurez adecuada, por lo que se trata de que sean molidas en su mejor momento y lógicamente no serán molidas al mismo tiempo.

Tabla 6. Propuesta de molienda para la zafra

| <i>Etapas</i> | <i>C323-68</i> | <i>C85-102</i> | <i>C86-12</i> | <i>C997</i> | <i>C86-156</i> | <i>C90-469</i> | <i>Otras</i> |
|---------------|----------------|----------------|---------------|-------------|----------------|----------------|--------------|
| 1 | | | x | x | | | |
| 2 | x | x | x | x | x | x | x |
| 3 | x | | | | x | x | x |

De acuerdo a la propuesta de molienda para la zafra, las etapas presentan las siguientes características:

- 1ra etapa es la comprendida entre diciembre-enero: se considera que las variedades son escasas ya que muchas no han alcanzado su período de madurez y se presenta bajo rendimiento potencial.
- 2da etapa es la comprendida entre enero-marzo: las variedades expresan su máximo potencial azucarero.
- 3ra etapa es la comprendida entre finales de marzo-abril: comienza a decrecer el rendimiento potencial de las variedades.

4. CONCLUSIONES

1. El análisis estadístico propuesto en este trabajo permite a los técnicos realizar estudios sistemáticos sobre el comportamiento de la eficiencia en función de las variedades, facilitándoles una herramienta para poder estudiar sus molidas y concluir sobre los resultados en busca de mejor eficiencia.
2. El procedimiento propuesto permite detectar cómo influye la selección de las variedades de cañas a moler en el rendimiento de la industria.
3. Se obtuvieron dos modelos matemáticos haciendo uso de los programas Microsoft Excel y el STATGRAPHICS 5.0 que ofrecen como resultado general que las variedades de cañas aportadoras de mayor rendimiento agroindustrial son: C323-68, C85-102, C86-12, C997, C86-156 y C90-469.
4. Los modelos muestran consistencia en comparación con los resultados de los balances de masa.
5. Se presenta una propuesta de programación del uso de la materia prima para el caso estudiado, que sobre la consideración de la zafra en tres etapas, permite decidir qué variedades se deben procesar en cada una, para obtener un rendimiento promedio más alto.

REFERENCIAS

- ATAC., Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba. Cuba posee más de 100 variedades de caña de azúcar., 2012, Recuperado Enero 2016, disponible URL: <http://www.cadenagramonte.cu/articulos/ver/25029:cuba-posee-mas-de-100-variedades-de-cana-de-azucar>
- Bastidas, L., Rea, R., De Sousa, O., Briceño, R., y Hernández, E., Potencial azucarero y panelero de cinco cultivares de caña de azúcar en el valle de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón, Venezuela., *Revista Científica Agronomía Tropical*, Vol. 59, No. 2, 2009, pp. 137-148.
- Castro, S., Nuevas Variedades recomendadas para extensión., *Cubazúcar*, Vol. XXXI, No. 3, 1991, pp. 6- 8.
- Cruz, N., Alternativa para el diseño de un central azucarero de nuevo tipo en Antonio Sánchez y su entorno., Tesis en opción al título de Ingeniera Química, Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, 2014, Cuba.
- Fonseca, L., Cruz, R., Ortiz, R., y Verdecia, H., Avances en el mejoramiento del contenido azucarero de variedades de caña de azúcar en la región oriental., *Revista Granma Ciencia*, Vol. 7, No. 1, 2003, pp. 1-7.
- González-Corzo, M., La agroindustria cañera cubana: transformaciones recientes., Edición Bildner Center, 2015, pp. 23-40. Disponible URL: <https://books.google.com.cu/books?id=WMf0CQAAQBAJ>
- Heinz, J., y Osgood, R., Evaluación agroindustrial de cultivares promisorios de Caña de Azúcar. Sugarcane., En: *Encyclopedia of agricultural Science* C.J. Amtzen y E.M. Ritter (ed). Academic Press, USA, 1994, pp. 2-3.
- Ibarra, J., Cruz, M., Serrano, A., Hernández, G., y Cruz, R., Influencia de variables climáticas en los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar en la empresa azucarera de Holguín., *Revista Granma Ciencia*, Vol. 19, No.1., 2015, pp.2-9.
- Jorge, H., García, H., Bernal, N., Jorge, I., Vera A., y Suárez, O., Variedades de caña de azúcar en Cuba. Una nueva concepción y manejo., *Revista Cuba&Caña*, Publicación No. 1, 2008, pp. 3-11.a
- Jorge, I., Jorge, H., y Pérez, G., Variedades de caña de azúcar en cuba. Problemas y soluciones., *Revista ATAC*, No. 1, 2008, pp. 9-16. b
- Mendoza, Y., Cruz, R., y Martínez, O.L., Comportamiento de variedades de caña de azúcar (*saccharum*spp. híbrido) en condiciones de sequía., *Revista Granma Ciencia*, Vol. 18, No. 1, 2014, pp. 1-7.
- Reyes, Y., Estudio de la influencia de las variedades de caña sobre los indicadores de eficiencia industrial en el Central “14 de Julio., Tesis en opción al título de Ingeniera Química, Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” de Cienfuegos, 2015, Cuba.
- Rico, O., Peñalver, Y., Leiva, J., González, V., Efecto del tiro directo de la caña en el rendimiento y la eficiencia energética., *Centro Azúcar*, Vol. 40, No. 4, 2013, pp. 77-82.