

## EVALUACIÓN DEL USO DE MIEL B EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL. Parte II

### EVALUATION OF USE OF HONEY B IN ETHANOL PRODUCTION. part II

Rene Zacahula Domínguez  
Manuel Enríquez Poy  
Susana Pérez Rodríguez  
Mariano Méndez Velásquez  
Grisel Corte Cano

renezac@grupobaltico.com  
manolopoy@me.com  
susanap@grupobaltico.com  
mendezv@grupobaltico.com  
investigacion@grupobaltico.com

#### RESUMEN

El presente estudio se realizó como parte de la búsqueda de materias primas alternas en la producción de etanol que permita mejorar los rendimientos de producción en Alimentos Tenerife, así como nos permita contribuir al posicionamiento de la empresa en el ámbito de sustentabilidad ambiental y energética, siendo nuestra empresa una oportunidad de diversificación en el uso de la caña de azúcar. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el uso de miel B como materia prima en la producción de etanol de tal manera que permita identificar los beneficios y/o desventajas en el proceso productivo, que actualmente se lleva a cabo con melaza como materia prima. Una de las características a resaltar de la primera parte de este estudio es la pureza con la que cuenta la miel B, donde se demostró que entre mayor es el porcentaje de sacarosa mejor es el rendimiento en el proceso de producción de etanol. Este documento presenta la segunda parte de dicha evaluación, mediante pruebas llevadas a cabo en tinajas de fermentación y columnas de destilación de la planta industrial. Se fermentaron más de 9 000 m<sup>3</sup> de mosto en 28 lotes de producción obteniendo 591 m<sup>3</sup> de etanol de 96°GL cumpliendo con los estándares de calidad. Algunos indicadores seleccionados para evaluar la efectividad de la prueba fueron la riqueza alcohólica, el grado alcohólico y la producción total de etanol, así como la evaluación de costos. Los resultados obtenidos muestran una mejora en las eficiencias tanto en la fermentación alcohólica como en la destilación. Dadas las características de la miel B permiten estimar una extensión en el tiempo de producción de las columnas de destilación posponiendo el mantenimiento programado debido a que es una materia mas limpia.

**PALABRAS CLAVE:** etanol, miel B, fermentación, destilación, rendimiento

**KEYWORDS:** ethanol, honey B, fermentation, distillation, yield

## EVALUACIÓN DEL USO DE MIEL B EN LA PRODUCCIÓN DE ETANOL. Parte II

## EVALUATION OF USE OF HONEY B IN ETHANOL PRODUCTION. part II

Rene Zacahula Domínguez  
Manuel Enríquez Poy  
Susana Pérez Rodríguez  
Mariano Méndez Velásquez  
Grisel Corte Cano

renezac@grupobaltico.com  
manolopoy@me.com  
susanap@grupobaltico.com  
mendezv@grupobaltico.com  
investigacion@grupobaltico.com

## RESUMEN

This study was conducted as part of the search for alternative raw materials for ethanol production that allows to improve production yields in Alimentos Tenerife and allow us to help position the company in the field of environmental and energy sustainability, being our company an opportunity for diversification in the use of sugar cane. This study aims to evaluate the use of honey B as raw material in the production of ethanol in such a way to identify the benefits and / or disadvantages in the production process, which currently takes place with molasses as raw material. One of the highlight features of the first part of this study is the purity with which account honey B, where it was shown that the higher the percentage of sucrose is better performance in ethanol production process. This document presents the second part of this assessment, by tests carried out in vats of fermentation and distillation columns of the plant. More than 9,000 m<sup>3</sup> of mash is fermented in 28 production batches to obtain 591 m<sup>3</sup> of ethanol 96 ° GL meeting quality standards. Some parameters selected to evaluate the effectiveness of the test were the alcoholic wealth, the alcoholic strength and total ethanol production and cost assessment. The results show an improvement in efficiencies both alcoholic fermentation and distillation. Given the characteristics of honey B can estimate an extension in time of production of the distillation columns postponing scheduled maintenance because it is a cleaner matter.

PALABRAS CLAVE: etanol, miel B, fermentación, destilación, rendimiento

KEYWORDS: ethanol, honey B, fermentation, distillation, yield

## INTRODUCCIÓN

El reciente interés e incremento en la producción de etanol ha sido principalmente provocado por su uso como combustible automotriz. En el 2008 se obtuvieron 65 000 millones de litros de etanol en el mundo, 32% más que en el 2007, mientras que en el 2009 se destilaron 73 900, lo que representa un crecimiento anual sostenido por encima del 12%. El etanol anhidro puede ser además usado como sustituto del Metil Terbutil Eter (MTBE), oxigenante de gasolina altamente tóxico y tan soluble en agua que representa en la actualidad una de las fuentes más peligrosas de contaminación de mantos acuíferos. La ventaja del etanol con respecto a los combustibles fósiles es que se obtiene de fuentes renovables y representa una oportunidad interesante para el desarrollo agrícola (Chuck-Hernández et al., 2011).

Al día de hoy, las tecnologías usadas para la producción de etanol se clasifican de acuerdo a la materia prima a utilizar. Los materiales ricos en azúcares simples como caña y sorgo dulce y los abundantes en almidón como papa, camote y cereales usan una tecnología madura o de "primera generación" basada en el uso de agua, enzimas y microorganismos fermentadores.

En Alimentos Tenerife la materia prima principal para la producción de etanol es miel C, la cual proviene de la caña. Y en algunos casos de sorgo dulce. Sin embargo, se han buscado materias primas alternativas que mejoren la eficiencia del proceso, tal es el caso de la miel B, es un producto líquido viscoso derivado de la caña de azúcar, que resulta de haber separado los cristales de masa cocida de "B". Constituido por el líquido madre con un alto contenido de sacarosa disuelta. Su obtención se realiza mediante procedimientos industriales apropiados. La Tabla I muestra sus características principales (Ingmotzo.dyndns.info, 2016).

Tabla I. Características de la miel B

| Parámetros de Calidad       | Unidad | Valores       |
|-----------------------------|--------|---------------|
| Brix                        | °Brix  | 84.00 - 88.25 |
| Polarización                | °S     | 38.65 - 49.40 |
| Pureza                      | %      | 46.00 - 56.00 |
| Azúcares Reductores         | %      | 8.50 - 12.50  |
| pH                          |        | 5.50 - 6.10   |
| Azúcares Reductores Totales | %      | 56.90 - 62.00 |

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el método experimental se prepararon 9 000 m<sup>3</sup> aproximadamente de mosto de miel B, este volumen representa 28 lotes que se procesaron en el área de fermentación de la planta industrial. Los parámetros que se consideraron en la preparación del mosto son el grado Brix, el pH, la concentración del mosto (g/L), la temperatura, todos ellos determinados por el laboratorio de control de calidad. Se siguieron las condiciones del proceso productivo normal. Una vez efectuada la fermentación alcohólica del mosto de miel B, se trasladó el mosto muerto a las columnas de destilación para la obtención de etanol.

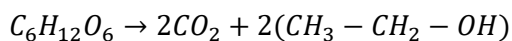
Para la evaluación de las eficiencias y el rendimiento se utilizó el siguiente conjunto de ecuaciones y razonamientos.

Contenido de azúcar

$$(t \text{ de miel } B)(\% \text{ Azúcar Reductor Total de la miel } B) = t \text{ de azúcar} \quad \text{Ec. 1}$$

Toneladas de etanol

De la reacción química de conversión de glucosa a etanol se obtiene el factor 0.5111111 para poder obtener la masa de etanol.



$$t \text{ de etanol} = (t \text{ de azúcar})(0.5111111) \quad \text{Ec. 2}$$

Etanol teórico

$$OH_{\text{Teórico}} = \frac{t \text{ de etanol}}{\text{densidad de etanol}} \quad \text{Ec. 3}$$

Eficiencia de fermentación

$$OH_{\text{Estimado}} = \frac{(\text{volumen de mosto preparado})(\% \text{ Riqueza Alcohólica})}{\text{Grado alcohólico}} \quad \text{Ec. 4}$$

$$EF = \frac{OH_{\text{Estimado}}}{OH_{\text{Teórico}}} \times 100 \quad \text{Ec. 5}$$

Eficiencia de destilación

$$ED = \frac{OH_{\text{Real}}}{OH_{\text{Estimado}}} \times 100 \quad \text{Ec. 6}$$

Rendimiento

$$\frac{OH_{\text{Real}}}{\text{toneladas de miel } B} \quad \text{Ec. 7}$$

Consumo unitario

$$\frac{\text{kilogramos de miel } B}{OH_{\text{Real}}} \quad \text{Ec. 8}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados promedio de 28 lotes procesados en las tinas de fermentación y su posterior destilación.

Tabla II. Resultados de la prueba de producción de etanol con miel B

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Lotes                               | L-473 a L-500 |
| Volumen de mosto (L)                | 8 326 909.56  |
| Riqueza alcohólica (%)              | 7.0           |
| Consumo de miel B (t)               | 1 792.27      |
| Azúcar Reductor Total de miel B (%) | 60.32         |
| Producción etanol (L)               | 591 450       |
| Grado alcohólico (°GL)              | 96.14         |
| Densidad a 96.14° GL                | 0.8059        |

Contenido de azúcar

$$(1,792.27)(0.6032) = 1,081.097 \text{ t}$$

Toneladas de etanol

$$(1,081.097)(0.5111111) = 552.5606 \text{ t}$$

Etanol teórico

Considerando el grado alcohólico promedio de 96.14°GL a 20°C se obtiene de tablas la densidad de 0.8059 para aplicar la conversión a volumen (Guide Pratique D'alcoometrie, 2002).

$$OH_{Teórico} = \frac{552.5606}{0.8059} = 685.6442 \text{ m}^3$$

Eficiencia de fermentación

$$OH_{Estimado} = \frac{(8\,326\,909.56)(0.07)}{0.9614} = 606\,286.32 \text{ L}$$

$$EF = \frac{606.2863}{685.6442} \times 100 = 88.43 \%$$

Eficiencia de destilación

$$ED = \frac{591\,450}{606\,286.32} \times 100 = 97.5 \%$$

Rendimiento

$$\frac{591\,450 \text{ L}}{1\,792.27 \text{ t}} = 330 \text{ L/t}$$

Consumo unitario

$$\frac{1,792,270 \text{ kg}}{591,450 \text{ L}} = 3.03 \text{ kg/L}$$

Evaluación de costos

Para este fin se utilizaron las siguientes consideraciones:

Tabla III. Precio de miel B

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| Precio TN miel B (USD)            | 185     |
| Tipo de cambio (Sat.gob.mx, 2016) | 17.50   |
| Precio TN miel B (MXN)            | 3,237.5 |
| + Flete \$200                     | 3,437.5 |

Con el rendimiento de 330 L/t que se obtuvo en esta prueba se calcula:

Tabla IV. Evaluación de costos

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Costo materia prima (MXN) | 10.42 |
| Costos indirectos(MXN)    | 1.50  |
| Costo final               | 11.92 |

## CONCLUSIONES

El uso de la miel B como materia prima para obtención de etanol optimizó las eficiencias de fermentación y destilación debido a que contiene un elevado porcentaje de sacarosa. Se observó que a mayor número de lotes procesados se estabiliza la fermentación, es decir, el proceso biológico se adecuó con mayor rapidez a las características de la miel B, siendo esta mucho más limpia que la melaza. Como consecuencia del uso de un material con menos impurezas se estima la posible extensión en la vida útil de las columnas de destilación posponiendo el mantenimiento programado de las mismas. En el ámbito ambiental es importante enmarcar que con el uso de miel B se redujo el volumen de vinazas generadas. Por todo lo anterior se concluye que la miel B es una materia prima susceptible de utilización en Alimentos Tenerife, permitiendo garantizar el suministro de materia prima más limpia y pura y que además permite a la empresa contribuir al crecimiento y desarrollo del sector cañero impactando en lo social, económico y ambiental.

## REFERENCIAS

- Chuck-Hernández, C., Pérez-Carrillo, E., Heredia-Olea, E. y Serna-Saldívar, S. (2011). Sorgo como un cultivo multifacético para la producción de bioetanol en México: Tecnologías, avances y áreas de oportunidad. *Revista mexicana de ingeniería química*, [online] 10(3), pp.529-549. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-27382011000300018](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382011000300018) [Consultado 16 mayo 2016].
- *Guide Pratique D'alcoometrie* (2002). Poitiers: Impr. P. Oudin, pp, 680
- Ingmotzo.dyndns.info. (2016). Central Motzorongo S.A. De C.V. Ingenio El Refugio S.A. De C.V. [online] Disponible en: <http://ingmotzo.dyndns.info/> [Consultado 20 abril 2016].
- Sat.gob.mx. (2016). Tipo de cambio del dólar de Estados Unidos abril 2016. [online] Disponible en: [http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/tipo\\_cambio.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/tipo_cambio.aspx) [Consultado 18 abril 2016].