

# Empleo de nutrisales en el proceso de fermentación alcohólica

Claudia Fandiño-Rodríguez\*, Gustavo Saura-Laria, Mylai Ibáñez-Puentes, Emilia Carrera-Bocourt, Orly López-Delgado, Elianne García-Gómez y Aidín Martínez-Sánchez  
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.  
\* [claudia.fandino@icidca.azcuba.cu](mailto:claudia.fandino@icidca.azcuba.cu)

## RESUMEN

Uno de los problemas actuales de la industria alcoholera cubana es la mala calidad de las sales nutrientes (sulfato y fosfato de amonio) empleadas en la fermentación. La empresa Zucker S.A., de México (1) ofertó una sal nutriente (Nutrisal) que contiene la cantidad de fósforo, nitrógeno, sulfato de magnesio y probióticos que requiere la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para llevar a cabo el proceso de fermentación durante la producción de etanol. En el presente trabajo se realizó la caracterización físico-química de la Nutrisal y se utilizó como nutriente para conocer el potencial fermentativo de mieles finales de caña, a través del test de fermentación. En la prueba de fermentación se obtuvo una eficiencia de fermentación de 91.82 % y grado alcohólico de 6.64 % v/v en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y de 71.86 % y 8.83, en la destilería Melanio Hernández, respectivamente.

**Palabras clave:** fermentación, sal nutriente, etanol.

## ABSTRACT

One of the problems that currently presents the Cuban alcohol industry is the poor quality of the nutrient salts (sulfate and ammonium phosphate) used in fermentation. The company Zuker S.A de México offered a nutrient salt (Nutrisal) that contains the amount of phosphorus, nitrogen, magnesium sulfate and probiotics that the yeast *Saccharomyces cerevisiae* requires to carry out the fermentation process during the production of ethanol. In the present work, the physical and chemical characterization of the Nutrisal was carried out and it was used as a nutrient to know the fermentative potential of final cane honeys through the fermentation test. In the fermentation test a fermentation efficiency of 91.82 % and an alcoholic strength of 6.64 % v / v (ICIDCA) and of 71.86 % and 8.83 (Melanio Hernández) respectively were obtained.

**Key words:** fermentation, nutrient salt, ethanol.

## INTRODUCCIÓN

La Nutrisal es un producto que aporta, de manera integral y balanceada, todos los nutrientes que se requieren para el óptimo desarrollo en la propagación industrial de levaduras, ya sean: alcoholeras, cerveceras, forrajeras, panaderas o alimenticias.

En las nutrisales están presentes componentes que aportan nitrógeno amoniacal y amínico, fosfatos orgánicos e inorgánicos; microelementos como: magnesio, azufre, zinc, entre otros, probióticos como vitaminas, ácidos grasos y esteroides, así como preservantes autorizados.

Dentro de las ventajas o beneficios del empleo de las nutrisales, se encuentran:

1. Formulación ajustada a los requerimientos de la levadura: resultado al que se ha llegado gracias a las recomendaciones conciliadas con especialistas de AZCUBA y el ICIDCA, con gran conocimiento del tema.
2. Balance preciso de los nutrientes requeridos: en su formulación no participa la urea para evitar la formación de carbamato de etilo o uretano, producto clasificado como probable carcinógeno.

El objetivo fue realizar un estudio en el Laboratorio de Análisis Químico del ICIDCA y en el Laboratorio de Microbiología de la destilería Melanio Hernández, de Sancti Spíritus.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar las muestras a nivel de laboratorio, se siguió un protocolo, el cual se muestra a continuación:

1. Caracterización físico-química de las materias primas (Mieles finales y Nutrisal), mediante la aplicación de técnicas analíticas:
  - Determinación de azúcares reductores totales por Eynon–Lane: Determinación de azúcares reductores totales presentes en las muestras de mieles, guarapo, melazas y otras, después de la hidrólisis ácida.
  - Determinación de azúcares reductores libres por Eynon–Lane.
  - Determinación de azúcares reductores infermentables: En las mieles existen ciertos azúcares reductores que no son utilizados por las levaduras durante la fermentación alcohólica y reciben el nombre de infermentables.
  - Determinación de cenizas: El método se basa en la incineración de la muestra a 650 °C. El residuo que queda contiene fundamentalmente las sustancias inorgánicas presentes, entre las que se encuentran los macro y micro minerales, sílice, entre otros.
  - Determinación de grados brix: La presente técnica describe la determinación del contenido de sólidos en suspensión en las mieles finales de caña y otros siropes intermedios del proceso de fabricación de azúcar.
  - Determinación de fósforo: El método permite determinar el contenido de fósforo, en forma de iones fosfato, en muestras y sustratos de diferente naturaleza.
  - Determinación de lodos: Se basa en la precipitación de las materias insolubles contenidas en la miel por centrifugación a velocidad, rotaciones y tiempo prefijado.
  - Determinación de materia seca gravimétrica: Conocer la cantidad de material sólido que hay presente en una muestra.
  - Determinación de nitrógeno total por Kjeldahl: El método establece el ensayo para la determinación del nitrógeno orgánico en muestras de origen natural y sintético y el cálculo de la proteína bruta. El método no distingue entre nitrógeno orgánico proteico y no proteico. Sí es importante para el ensayo de la muestra en general.
  - Determinación de pH (2, 3, 4).
2. Test de fermentación: Método desarrollado por Estévez, el cual consiste en la fermentación anaeróbica de los azúcares de la miel por levaduras, con la posterior determinación del rendimiento alcohólico y la eficiencia fermentativa (3,4).
3. Prueba de solubilidad: Se agita por 30 minutos y se coloca a reposar por 24 horas.

**Tabla 1.** Análisis realizados a las materias primas

% MSG		Análisis								
		% Ceniza	% ART	% ARL	% ARInf	% N <sub>T</sub>	% P	% Lodos	°Brix	pH
ICIDCA	Miel	x	x	x	x	x	x	-	x	x
	Nutrisal	-	-	-	-	-	x	x	-	-
Melanio-Hernández	Miel	x	x	x	x	x	x	-	x	x
	Nutrisal	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización físico-química de las materias primas (mieles finales y Nutrisal)

Los resultados de la caracterización de las mieles se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de los análisis realizados a las materias primas

Laboratorios	% MSG	% Ceniza	% ART	% ARL	% ARInf	% N <sub>T</sub>	% Lodos	°Brix	pH
ICIDCA	80.75	7.32	59.70	15.71	3.44	0.17	6.0	82.24	5.58
Melanio Hernández	81.23	7.20	56.75	15.65	3.36	0.16	6.0	81.00	5.67

Como se puede observar, las muestras de miel utilizadas para el estudio en cuestión cumplen con las especificaciones de calidad de la norma cubana NC 715:2009 Miel Final (Melaza), excepto el °Brix, que debe tener un valor mínimo de 85.0 °Brix.

Las levaduras fermentativas necesitan los azúcares para su catabolismo; es decir, para obtener la energía necesaria para sus procesos vitales, además, necesitan otros substratos para su anabolismo, como: nitrógeno, fósforo, vitaminas y otros. Por ello, es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica.

**Tabla 3.** Valores de fósforo y nitrógeno, determinados a la sal calidad reactivo y a la Nutrisal

Laboratorio	% N <sub>T</sub>	% P
ICIDCA	20.31	21

  

Sales (calidad reactivo)	% N <sub>T</sub>	% P
Sulfato de amonio	21	-
Fosfato de amonio	21	23

En la tabla 3 se muestran los resultados de nitrógeno y fósforo de las sales calidad reactivo y de la Nutrisal. Esta última tiene valores similares a la primera, por lo que cumple con los requerimientos de estos parámetros en la industria alcohólica.

**Tabla 4.** Grado alcohólico y eficiencia de fermentación alcanzada

Laboratorios	% v/v	Eficiencia de fermentación
ICIDCA (Nutrisal)	6.64	91.82
Melanio Hernández (Nutrisal)	5.83	71.86
Melanio Hernández (Sales C.R.)	3.6	81.43

### Test de fermentación

Se realizó el test de fermentación, los valores obtenidos son los mostrados en la tabla 4. El grado alcohólico de Melanio Hernández, con la Nutrisal, fue superior al obtenido con respecto las sales C.R. Asimismo, el valor del ICIDCA fue superior a los otros valores. En el caso de la eficiencia de fermentación fue mayor la obtenida en el ICIDCA, que las restantes (3, 4).

## Prueba de solubilidad

### Melanio Hernández

En todos los casos, se realizaron las pruebas según la solubilidad de cada una de las sales (reactivos), pero fueron ensayadas realmente las sales que usamos en la producción industrial. Las diluciones se realizaron a un volumen final de 250 mL, en probetas de 500 mL.

- Prueba de solubilidad del sulfato de amonio: 186 g de sulfato de amonio en 250 mL de agua.

Réplicas	1	2	3
Sobrenadante	235 ml	235 ml	237 ml
Precipitado	15 ml	15 ml	13 ml

- Prueba de solubilidad del fosfato de amonio: 92 g de sulfato de amonio en 250 mL de agua.

Réplicas	1	2	3
Sobrenadante	210 ml	210 ml	215 ml
Precipitado	40 ml	40 ml	35 ml

Para ambas sales existe formación de precipitado. El fosfato de amonio es granulado, muy difícil de diluir totalmente, excepto que se macere, pero no es posible macerarlo actualmente en la fábrica.

- Prueba de solubilidad de la Nutrisal (industrial): 100 g de Nutrisal en 250 mL de agua.

Melanio Hernández			
Réplicas	1	2	3
Sobrenadante	200 ml	200 ml	200 ml
Precipitado	50 ml	50 ml	50 ml

ICIDCA			
Réplicas	1	2	3
Sobrenadante	220 ml	220 ml	220 ml
Precipitado	30 ml	30 ml	30 ml

Existe gran formación de precipitado. La Nutrisal es granulada, muy difícil de diluir totalmente, esto provocaría problemas de tупición en los prefermentadores.

## CONCLUSIONES

1. Los valores de grado alcohólico y los de eficiencia de fermentación son aceptables y están acordes con el aporte de nutrientes del producto (superiores a los obtenidos por el método tradicional).
2. Se necesita macerar muy bien la Nutrisal para que pueda ser diluida aunque siempre permanece un precipitado.
3. Al final de la fermentación se observa mucho fondaje.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://grupozuker.com.mx/division/quimicos/>
2. Vázquez, M.; *et al.* Manual de técnicas analíticas para las destilerías. ISBN 978-959-71-65-35-4. ICIDCA. La Habana, 2012.
3. Báez, R. E. Manual tecnológico. Industria alcoholera cubana. Tema 5, Materias Primas. ICIDCA 2014.
4. Estévez, R. Curso sobre tecnología de producción de etanol. ICIDCA 2015.